

ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
และความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ไฟฟ้า
สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวัดพรหมสาคร
จังหวัดสิงห์บุรี

นางสาวพิทยาภรณ์ ปัญญาหอม



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต
วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

พ.ศ. 2561

The Effects of Learning Activity Management Using STEM Education
Approach on Learning Achievement and Scientific Creative Thinking
in the Topic of Electricity for Prathom Suksa VI Students at
Wat Promsakorn School in Sing Buri Province

Miss Pittayaporn Panyahom



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

2018

หัวข้อวิทยานิพนธ์ ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
และความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่องไฟฟ้า สำหรับ
นักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวัดพรหมสาคร จังหวัดสิงห์บุรี

ชื่อและนามสกุล นางสาวพิทยาภรณ์ ปัญญาหอม

วิชาเอก วิทยาศาสตร์ศึกษา

สาขาวิชา ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

อาจารย์ที่ปรึกษา 1. รองศาสตราจารย์ ดร.ทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์
2. รองศาสตราจารย์ชำนาญ เขาวงกิตพิงศ์

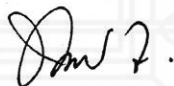
วิทยานิพนธ์นี้ได้รับความเห็นชอบให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรระดับปริญญาโท เมื่อวันที่ 23 สิงหาคม 2562

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์



ประธานกรรมการ

(อาจารย์ ว่าที่ร้อยตรี ดร.มนัส บุญประกอบ)



กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์)



กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ชำนาญ เขาวงกิตพิงศ์)



ประธานกรรมการบัณฑิตศึกษา

(รองศาสตราจารย์ ดร.วรางคณา จันทร์คง)

ชื่อวิทยานิพนธ์ ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและ
ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่องไฟฟ้า สำหรับนักเรียน
ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวัดพรหมสาคร จังหวัดสิงห์บุรี

ผู้วิจัย นางสาวพิทยาภรณ์ ปัญญาหอม **รหัสนักศึกษา** 2602000966 **ปริญญา** ศีษศาสตรมหาบัณฑิต
(วิทยาศาสตร์ศึกษา) **อาจารย์ที่ปรึกษา** (1) รองศาสตราจารย์ ดร.ทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์
(2) รองศาสตราจารย์ชำนาญ เชาว์กิตติพงษ์ **ปีการศึกษา** 2561

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังจากได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง ไฟฟ้า
และ (2) เปรียบเทียบความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังจากได้รับการจัด
กิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง ไฟฟ้า

กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวัดพรหมสาคร อำเภอเมือง จังหวัด
สิงห์บุรี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 1 ห้องเรียน มีนักเรียนทั้งสิ้น จำนวน 40 คน ซึ่งได้มา
จากวิธีการแบบสุ่มแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ (1) แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
วิทยาศาสตร์ เรื่อง ไฟฟ้า (2) แบบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ และ (3) แผนการจัดการเรียนรู้แบบ
สะเต็มศึกษา สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที่

ผลการวิจัยปรากฏว่า (1) คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของนักเรียนได้รับการจัด
กิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง ไฟฟ้า สูงกว่าคะแนนก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ
.05 และ (2) คะแนนความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ทั้งสี่ด้านหลังเรียนของนักเรียน
ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่องไฟฟ้า สูงกว่าคะแนนก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทาง
สถิติที่ระดับ .05

คำสำคัญ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ สะเต็มศึกษา ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคิดสร้างสรรค์
วิทยาศาสตร์

Thesis title: The Effects of Learning Activity Management Using STEM Education Approach on Learning Achievement and Scientific Creative Thinking in the Topic of Electricity for Prathom Suksa VI Students at Wat Promsakorn School in Sing Buri Province

Researcher: Miss Pittayaporn Panyahom; **ID:** 2602000966;

Degree: Master of Education (Science Education);

Thesis advisors: (1) Dr. Tweesak Chindanurak, Associate Professor;

(2) Chamnan Chaowakeratipong, Associate Professor; **Academic year:** 2018

Abstract

The objectives of this research were (1) to compare learning achievements of Prathom Suksa VI students before and after learning under learning activity management using STEM Education approach in the topic of Electricity; and (2) to compare scientific creative thinking of the students before and after learning under learning activity management using STEM Education approach in the topic of Electricity.

The research sample consisted of 40 Prathom Suksa VI students in an intact classroom of Wat Promsakorn School in Sing Buri province, obtained by cluster sampling. The research instruments were (1) a science learning achievement test in the topic of Electricity; (2) a scientific creative thinking test; and (3) learning management plans for the learning management using STEM Education approach. Data were analyzed using the mean, standard deviation, and t-test.

The findings were as follows: (1) the post-learning scores in the topic of Electricity of the students who learned under learning activity management using STEM Education approach were significantly higher than their pre-learning counterpart scores at the .05 level; and (2) the post-learning scores of four aspects of scientific creative thinking in the topic of Electricity of the students who learned under learning activity management using STEM Education approach were significantly higher than their pre-learning counterpart scores at the .05 level.

Keywords: Learning activity management, STEM Education, Learning achievement, Scientific creative thinking

กิตติกรรมประกาศ

การทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี เพราะความเมตตากรุณาเป็นอย่างยิ่งจาก รองศาสตราจารย์ ดร.ทวีศักดิ์ จินตานุรักษ์ อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก รองศาสตราจารย์ชำนาญ เขาวงกิตพิงศ์ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม และอาจารย์ ว่าที่ร้อยตรี ดร.มนัส บุญประกอบ ประธานกรรมการในการสอบปกป้อง วิทยานิพนธ์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ที่ได้ให้ความกรุณาให้ คำแนะนำ ช่วยเหลือ ติดตามและ ตรวจสอบการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้อย่างใกล้ชิดตลอดมา นับตั้งแต่เริ่มต้นจนกระทั่งสำเร็จ เรียบร้อย สมบูรณ์ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาของท่านเป็นอย่างยิ่งและขอกราบขอบพระคุณท่านอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณ คณาจารย์สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ที่ให้การสนับสนุน ช่วยเหลือและให้กำลังใจในการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้ทุกท่าน

ขอกราบขอบพระคุณ ครูอาจารย์ ตั้งแต่อดีตจนถึงคณาจารย์ปัจจุบันทุกท่าน ที่ให้การอบรม สั่งสอนประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ และปลูกฝังคุณธรรม จริยธรรม อันดีแก่ผู้วิจัยเป็นอย่างดี

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้เชี่ยวชาญทุกท่านทั้ง 3 ท่าน ได้แก่ ดร.สมเสมอ ทักษิณ ดร.นิติกร อ่อนโยน และ ดร.พินิจนันท์ เนื่องจากอวน ที่กรุณาตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง และเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยตลอดจนให้ข้อเสนอแนะ ข้อคิดเห็นต่าง ๆ และคำปรึกษาที่เป็นประโยชน์ต่อการวิจัยในครั้งนี้ ให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

พิทยาภรณ์ ปัญญาหอม

สิงหาคม 2562

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญตาราง	ญ
สารบัญภาพ	ฎ
บทที่ 1 บทนำ	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
วัตถุประสงค์การวิจัย	3
กรอบแนวคิดการวิจัย	4
สมมติฐานการวิจัย	4
ขอบเขตการวิจัย	5
นิยามศัพท์เฉพาะ	5
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	6
บทที่ 2 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง	7
การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา	8
การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์	19
การวัดความคิดสร้างสรรค์วิชาวิทยาศาสตร์	26
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	39
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	42
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	42
ระยะเวลาการวิจัย	42
รูปแบบการวิจัย	42
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	43
การเก็บรวบรวมข้อมูล	54
การวิเคราะห์ข้อมูล	54
สถิติที่ใช้ในการวิจัย	55

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	60
ตอนที่ 1 การหาค่าความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา โดยใช้เฉลี่ย (\bar{X}) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) จากแผนการจัดการเรียนรู้ แบบสะเต็มศึกษา (ในภาพรวม) บทที่ 5 เรื่อง ไฟฟ้า	61
ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียน ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง ไฟฟ้า ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และการทดสอบค่าที่	71
ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์คะแนน ความคิดสร้างสรรค์ ก่อนเรียนและหลังเรียน ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง ไฟฟ้า ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้ ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และการทดสอบค่าที่	72
ตอนที่ 4 ผลการวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบ ความคิดสร้างสรรค์ในแต่ละด้าน ก่อนเรียนและหลังเรียน ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาการคิดสร้างสรรค์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที่	73
ตอนที่ 5 ผลการประเมินคุณภาพชิ้นงานที่สร้างขึ้นจากความคิดสร้างสรรค์ ในแต่ละด้าน ด้วยการใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา บทที่ 5 เรื่อง ไฟฟ้า จำนวน 4 แผน ได้แก่ เรื่อง โคมไฟจากถังกระดาษ รถที่มีพลัง (Power Car) ตะเกียงของนักเดินทาง และเครื่องปรับอากาศดับร้อน	75
บทที่ 5 สรุปการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	78
สรุปการวิจัย	78
อภิปรายผล	80
ข้อเสนอแนะ	82
บรรณานุกรม	84

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ภาคผนวก	89
ก รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือวิจัย	90
ข หนังสือขอความอนุเคราะห์ให้นักศึกษาทดลองเครื่องมือ	92
ค หนังสือขอเรียนเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาเครื่องมือวิจัย	94
ง เครื่องมือวิจัย	98
จ ผลการวิเคราะห์คุณภาพเครื่องมือ	194
ฉ ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	212
ประวัติผู้วิจัย	217



สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1 เกณฑ์การประเมินคุณภาพ (Rubric) สมรรถนะที่ 2 ในด้านความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียน ในชั้นประถมศึกษาปีที่ 6	35
ตารางที่ 3.1 ตารางวิเคราะห์แบบทดสอบ เรื่องไฟฟ้า ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 (เรื่อง โคมไฟจากถังกระดาษ)	46
ตารางที่ 3.2 ตารางวิเคราะห์แบบทดสอบ เรื่องไฟฟ้า ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 (เรื่อง รถที่มีพลัง (Power Car))	47
ตารางที่ 3.3 ตารางวิเคราะห์แบบทดสอบ เรื่องไฟฟ้า ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 (เรื่อง ตะเกียงของนักเดินทาง)	47
ตารางที่ 3.4 ตารางวิเคราะห์แบบทดสอบเรื่องไฟฟ้าชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 (เรื่อง เครื่องปรับอากาศดีบร้อน)	48
ตารางที่ 3.5 เกณฑ์การประเมินคุณภาพ (Rubric) ในด้านความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ไฟฟ้า ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6	50
ตารางที่ 4.1 การหาค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และระดับความเหมาะสม ของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา (ในภาพรวม) บทที่ 5 เรื่อง ไฟฟ้า แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเรื่อง โคมไฟจากถังกระดาษ	61
ตารางที่ 4.2 การหาค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และระดับความเหมาะสม ของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา (ในภาพรวม) บทที่ 5 เรื่อง ไฟฟ้า แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเรื่อง รถที่มีพลัง (Power Car)	63
ตารางที่ 4.3 การหาค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และระดับความเหมาะสม ของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา (ในภาพรวม) บทที่ 5 เรื่อง ไฟฟ้า แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเรื่อง ตะเกียงของนักเดินทาง	66
ตารางที่ 4.4 การหาค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และระดับความเหมาะสม ของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา (ในภาพรวม) บทที่ 5 เรื่อง ไฟฟ้า แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเรื่อง เครื่องปรับอากาศดีบร้อน	68
ตารางที่ 4.5 ผลการวิเคราะห์คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียน ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง ไฟฟ้า ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที	71

สารบัญตาราง (ต่อ)

	หน้า
ตารางที่ 4.6 ผลการวิเคราะห์คะแนนความคิดสร้างสรรค์ ก่อนเรียนและหลังเรียน ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่องไฟฟ้า ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้ ค่าเฉลี่ย สอนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที	72
ตารางที่ 4.7 ผลการวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบ ความคิดสร้างสรรค์ในแต่ละด้าน ก่อนเรียนและหลังเรียน ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาการคิดสร้างสรรค์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้ ค่าเฉลี่ย สอนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที (N = 40)	73
ตารางที่ 4.8 ผลการประเมินคุณภาพชิ้นงานที่สร้างขึ้นจากความคิดสร้างสรรค์ ในแต่ละด้าน ด้วยการใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง โคมไฟจากถังกระดาก จากเกณฑ์การประเมินคุณภาพชิ้นงาน (เป็นกลุ่ม)	75
ตารางที่ 4.9 ผลการประเมินคุณภาพชิ้นงานที่สร้างขึ้นจากความคิดสร้างสรรค์ ในแต่ละด้าน ด้วยการใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง รถที่มีพลัง (Power Car) จากเกณฑ์การประเมินคุณภาพชิ้นงาน (เป็นกลุ่ม)	76
ตารางที่ 4.10 ผลการประเมินคุณภาพชิ้นงานที่สร้างขึ้นจากความคิดสร้างสรรค์ ในแต่ละด้าน ด้วยการใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง ตะเกียงของนักเดินทาง จากเกณฑ์การประเมินคุณภาพชิ้นงาน (เป็นกลุ่ม)	76
ตารางที่ 4.11 ผลการประเมินคุณภาพชิ้นงานที่สร้างขึ้นจากความคิดสร้างสรรค์ ในแต่ละด้าน ด้วยการใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง เครื่องปรับอากาศตัวร้อน จากเกณฑ์การประเมินคุณภาพชิ้นงาน (เป็นกลุ่ม)	77

สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 1.1 กรอบแนวคิดการวิจัย	4
ภาพที่ 2.1 อนุกรมวิธานของการออกแบบความคิดสร้างสรรค์ (Taxonomy of Creative Design) ของปีเตอร์ เนลส์สัน Peter Nilson (2012) (อ้างถึงใน ทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์ (2560, น. 49)	38



บทที่ 1

บทนำ

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การเปลี่ยนแปลงทางสังคมที่เกิดขึ้นในศตวรรษที่ 21 ถือเป็นยุคที่มีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วโดยเฉพะอย่างยิ่ง ความเจริญก้าวหน้าทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีความทันสมัย มีประสิทธิภาพสูงขึ้นเรื่อย ๆ จึงนับว่าเป็นตัวแปรหนึ่งที่มีความสำคัญ และมีความแตกต่างไปจากในอดีตเป็นอย่างมาก ด้วยเหตุนี้ในด้านการจัดการเรียนรู้ในรายวิชาวิทยาศาสตร์จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการจัดการเรียนรู้ เพื่อเตรียมความพร้อมให้กับนักเรียนได้ก้าวเข้าสู่ยุคสังคมแห่งการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 โดยจะต้องให้ความสำคัญกับการจัดการเรียนรู้ที่ฝึกทักษะให้กับนักเรียน เพื่อให้สามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ได้ในชีวิตจริง ซึ่งการจัดการเรียนรู้ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ จึงควรจัดให้มีความสอดคล้องเหมาะสมและสัมพันธ์กันกับการเปลี่ยนแปลงในศตวรรษที่ 21 ซึ่งในการจัดการเรียนรู้ครูผู้สอนจึงควรฝึกให้นักเรียน ได้เกิดทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ประกอบด้วยดังนี้ (1) ทักษะด้านการเรียนรู้และนวัตกรรม เป็นการจัดการเรียนรู้ เพื่อให้นักเรียนสามารถนำทักษะที่ได้ไปใช้ในการดำรงชีวิต และเพื่อการทำงานอย่างสร้างสรรค์ที่มีคุณค่าต่อการดำรงชีวิตในโลก (2) ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (3) ทักษะด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ซึ่งจะต้องฝึกฝนให้นักเรียนมีทักษะในการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร เพื่อใช้ในการเข้าถึงข้อมูลได้อย่างรวดเร็ว ประเมินความน่าเชื่อถือได้ และมีทักษะในการใช้อย่างสร้างสรรค์ (4) ทักษะด้านความเป็นนานาชาติ เป็นการจัดการกิจกรรมที่ฝึกให้นักเรียนได้ทำงานร่วมกันเป็นทีม โดยใช้เทคโนโลยีเป็นตัวกลาง เพื่อใช้ในการแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับครูผู้สอนในต่างประเทศ อีกทั้งยังเป็นการพัฒนาทักษะในการสื่อสารอีกด้วย และ (5) ทักษะอาชีพและทักษะชีวิต เป็นการฝึกให้นักเรียนสามารถนำความรู้จากการเรียนมาประยุกต์ใช้ เพื่อเป็นแนวทางในการดำรงชีวิต และประกอบอาชีพได้ (จิจารย์ พานิช, 2555, น. 28-58) นอกจากนี้ครูผู้สอนควรจะต้องมีการจัดเตรียมเนื้อหา ให้มีความสอดคล้องตามความต้องการของหลักสูตรการศึกษาแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 ที่ได้กำหนดจุดมุ่งหมาย เพื่อพัฒนานักเรียน ให้เป็นคนดี มีปัญญา มีความสุข มีศักยภาพในการศึกษาต่อ และประกอบอาชีพเพื่อเลี้ยงตนเองได้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, น. 5) ที่จากเดิมครูผู้สอนมีการจัดการเรียนรู้แบบบรรยายเป็นส่วนใหญ่ เน้นการท่องจำ เพียงเพื่อต้องการนำไปใช้ในการสอบให้ได้คะแนนสูง ๆ เท่านั้น ไม่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ทดลองลงมือปฏิบัติและเรียนรู้ด้วยตนเอง และจากการจัดการเรียนรู้ที่ไม่สอดคล้อง ไม่เหมาะสมกับเนื้อหาบทเรียน จึงทำให้นักเรียนนั้น ขาดทักษะที่นำไปใช้ในการแก้ปัญหา การคิดวิเคราะห์ การสื่อสารร่วมกับ

ผู้อื่น และการมีความคิดสร้างสรรค์ จึงส่งผลทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ในหลายปีที่ผ่านมามีค่าค่อนข้างต่ำ โดยดูจากผลวิเคราะห์การทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินิยมพื้นฐาน (O-NET) ในช่วงปีการศึกษา 2558-2560 พบว่า ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ ในปีการศึกษา 2558 มีคะแนนเฉลี่ยระดับประเทศ 42.59 ปีการศึกษา 2559 มีคะแนนเฉลี่ยระดับประเทศ 41.22 และในปี 2560 มีคะแนนเฉลี่ยระดับประเทศ 39.12 โดยจะเห็นได้ว่า มีแนวโน้มต่ำลงไปเรื่อยๆ ดังนั้นครูผู้สอนจึงควรที่จะจัดการเรียนการสอนโดยเน้นนักเรียนเป็นสำคัญ และเปลี่ยนการจัดการเรียนรู้ให้แตกต่างจากแบบเดิม โดยใช้หลักการดังนี้ (1) เรียนรู้ตามสภาพจริง (2) สร้างโมเดลหรือนำให้นักเรียน (3) สร้างแรงจูงใจภายใน (4) พหุปัญญา (ออกแบบการเรียนรู้ออกแบบการเรียนรู้ออกแบบการตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคล) และ(5) จัดการเรียนรู้เป็นกิจกรรมทางสังคม (ประสาทเนื่องเฉลิม, 2558, น. 143-144)

การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา (STEM Education) ถือเป็นจัดการเรียนรู้ที่เน้นบูรณาการจากกลุ่มสาระหลัก 4 สาระ คือ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ เพื่อให้เกิดเป็นองค์ความรู้ และเป็นการนำศาสตร์ทั้งสี่มาบูรณาการเข้าด้วยกันโดยมีจุดเน้นคือ ให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติหรือทำกิจกรรมด้วยตนเอง สืบค้นข้อมูลและเรียนรู้การแก้ปัญหาด้วยตนเอง จนเกิดเป็นองค์ความรู้ที่ถาวร และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ต่อไปในอนาคต ซึ่งอาจจะต้องใช้ศาสตร์จากองค์ความรู้ของกลุ่มสาระทั้ง 4 สาระ หรือนำองค์ความรู้ที่ได้มาต่อยอด เพื่อใช้แก้ปัญหาต่าง ๆ ได้ หรือสร้างผลผลิตใหม่ๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อสังคม ประเทศชาติ และอาชีพของนักเรียนได้ต่อไป นอกจากนี้ครูผู้สอนควรส่งเสริมทักษะที่สำคัญให้กับนักเรียน โดยจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา เพื่อให้นักเรียนได้มีการพัฒนาด้านปัญญาและด้านทักษะกระบวนการคิด เช่น การคิดสร้างสรรค์ การคิดแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ และการคิดวิเคราะห์ ไม่ใช่เน้นเรียนแบบท่องจำเพียงอย่างเดียว (วณิชสิ อิศรเสนา ณ ออยุธยา, 2560, น. 8) ลักษณะการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษานั้นจะมีลักษณะคือ เป็นการจัดการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง โดยผ่านการเรียนรู้ทดลองด้วยตนเอง มีลักษณะการสอนที่ใช้ปัญหาหรือโครงการเป็นฐาน เพื่อให้นักเรียนได้ระดมความคิดในการสร้างสรรค์ชิ้นงานหรือแก้ปัญหาร่วมกัน และการบูรณาการเรียนการสอนพร้อมทั้งปรับปรุงเนื้อหาให้มีความทันสมัย สามารถเชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ตได้ (ชวนิดา สุวานิช, 2560, น. 25-26) ซึ่งในการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา นั้นยังมีกระบวนการที่ใช้การออกแบบทางวิศวกรรมมาร่วมด้วย เพื่อออกแบบสร้างสรรค์ชิ้นงานหรือผลงาน จึงถือว่าเป็นส่วนหนึ่งของการสอนในแบบสะเต็ม นอกจากนี้การจัดการกิจกรรมแบบสะเต็มศึกษา ยังทำให้นักเรียนมีการพัฒนาในด้านความคิดสร้างสรรค์ หรือมีความคิดสร้างสรรค์ในการสร้างหรือผลิตชิ้นงานให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและประเทศชาติได้ ในการจัดการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนได้เกิดทักษะความคิดสร้างสรรค์นั้น จะต้องคำนึงถึงองค์ประกอบที่สำคัญ คือ (1) ครูผู้สอนจะต้องส่งเสริมให้นักเรียนมีการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ เพื่อให้นักเรียนสามารถใช้ความรู้ที่มีอยู่ผสมผสานหรือต่อยอดกับองค์ความรู้ใหม่จนนำไปสู่ การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ในการแก้ปัญหา (2) นักเรียน จะต้องมีความคิดที่ดี มีความพร้อมที่จะฝึกฝนพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ไม่ยึดติดอยู่กับการที่

ครูผู้สอนเลือกวิธีการที่ใช้ฝึกปฏิบัติเพื่อให้มีความถูกต้องและเหมาะสมสำหรับนักเรียน และ(3) การออกแบบการเรียนรู้ ครูผู้สอนควรออกแบบการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนได้มีการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ และแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นได้ โดยอาจจำลองสถานการณ์ให้นักเรียนได้แก้ปัญหา และสังเกตสิ่งต่างๆ รอบๆ ตัว เพื่อเป็นการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์อีก (สุจิตา การิมิ, 2560, น. 26-27) และในการจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษานักเรียนจะต้องมีส่วนในการออกแบบ และวางแผนร่วมกัน เพื่อสร้างสรรค์ผลงานหรือชิ้นงานตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้ด้วย ด้วย (อภิสิทธิ์ ธงไชย, 2556, น. 35)

จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในรูปแบบที่ผ่านมา พบว่า การจัดการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องไฟฟ้า ประถมศึกษาปีที่ 6 ของนักเรียนในสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาสิงห์บุรี นั้นมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนค่อนข้างต่ำ เนื่องจากสาเหตุ 2 ประการหลัก คือ ประการที่ 1 ด้านเนื้อหาเรียนที่ค่อนข้างยาก และเนื้อหาในบทเรียนมีปริมาณมาก นักเรียนไม่สามารถจินตนาการได้จากเนื้อหาที่กำลังเรียนอยู่ จึงทำให้นักเรียนส่วนใหญ่ไม่เข้าใจในเนื้อหาสาระที่เรียน และประการที่ 2 เนื่องจากทางโรงเรียนมีกิจกรรมค่อนข้างมาก มีเวลาในการสอนน้อย ครูผู้สอนส่วนใหญ่จึงใช้การสอนแบบบรรยาย จึงส่งผลทำให้นักเรียนขาดทักษะในการค้นหาข้อมูล การเรียนรู้ด้วยตนเอง ขาดความสามารถในการแสดงความคิดเห็นสร้างสรรค์ นักเรียนเกิดความเบื่อหน่าย ไม่อยากเรียนในวิชาวิทยาศาสตร์ และไม่สามารถนำความรู้มาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ เมื่อถึงเวลาสอบ นักเรียนจะใช้วิธีการท่องจำเนื้อหา เพื่อนำไปใช้ในการสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเท่านั้น โดยที่นักเรียนไม่เข้าใจในเนื้อหาบทเรียน ซึ่งส่งผลทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนส่วนใหญ่ต่ำ จากเหตุผลข้างต้น ผู้วิจัยได้เล็งเห็นถึงความสำคัญของปัญหาจึงมีความสนใจที่จะจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่องไฟฟ้า สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้หลักในการจัดกิจกรรมแบบสะเต็มศึกษา เพื่อฝึกทักษะในการทำงานร่วมกับผู้อื่น โดยมีครูผู้สอนเป็นผู้ดูแล และให้คำปรึกษาในระหว่างการทำกิจกรรม โดยการจัดกิจกรรมจะมีการบูรณาการองค์ความรู้จากกลุ่มสาระทั้ง 4 สาระ มาเชื่อมโยงกัน เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการคิดให้กับนักเรียน และการนำวิธีการสอนที่หลากหลายมาประยุกต์ใช้ในการจัดกิจกรรมในระหว่างที่ทำการสอน เพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาสาระที่สอน เกิดทักษะการคิดที่หลากหลาย และสามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพอีกด้วย

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

2.1 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังการได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง ไฟฟ้า

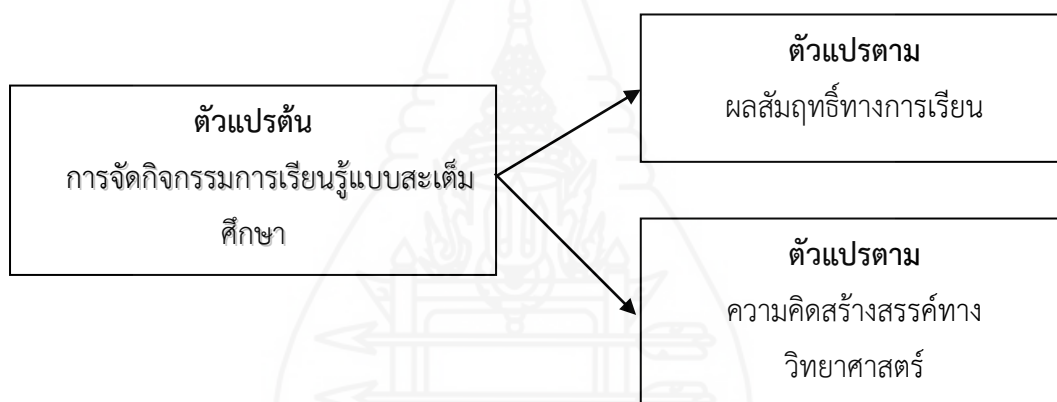
2.2 เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังการได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง ไฟฟ้า

3. กรอบแนวคิดการวิจัย

จากแนวความคิดทางทฤษฎีและการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง สามารถพัฒนาเป็นกรอบแนวคิดในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ไฟฟ้า สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาสิงห์บุรี ให้ดีขึ้น จึงได้ตัวแปรและสรุปเป็นแผนภาพที่ 1.1 กรอบแนวคิดการวิจัย ดังต่อไปนี้

3.1 ตัวแปรต้น ประกอบด้วย การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

3.2 ตัวแปรตาม ประกอบด้วย ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์



ภาพที่ 1.1 กรอบแนวคิดการวิจัย

4. สมมติฐานการวิจัย

4.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน หลังจากการที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง ไฟฟ้า ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

4.2 ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ หลังจากการที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง ไฟฟ้า ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางการเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

5. ขอบเขตการวิจัย

5.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

5.1.1 ประชากร นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวัดพรหมสาคร สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาสิงห์บุรี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 3 ห้องเรียน รวม 120 คน

5.1.2 กลุ่มตัวอย่าง นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6/2 โรงเรียนวัดพรหมสาคร สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาสิงห์บุรี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 1 ห้องเรียน มีนักเรียนทั้งสิ้น จำนวน 40 คน ซึ่งได้มาจากวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม

5.2 ระยะเวลาการวิจัย

ผู้วิจัยได้ดำเนินการในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่องไฟฟ้า จำนวน 20 ชั่วโมง คาบละ 60 นาที

5.3 ขอบเขตด้านเนื้อหา คือ เนื้อหาที่นำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้เรื่อง ไฟฟ้า ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 นี้ ได้พัฒนาตามกรอบแนวคิด โดยมีหัวข้อดังนี้

- 5.3.1 โคมไฟจากกระดาษลัง
- 5.3.2 รถที่มีพลัง (Power Car)
- 5.3.3 ตะเกียงของนักเดินทาง
- 5.3.4 เครื่องปรับอากาศดีบริออน

5.4 ตัวแปรที่ศึกษา ประกอบด้วย

- 5.4.1 **ตัวแปรต้น** การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา
- 5.4.2 **ตัวแปรตาม** ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

6. นิยามศัพท์เฉพาะ

6.1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีการบูรณาการสาระการเรียนรู้จำนวน 4 สาระ คือ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมและคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นกิจกรรมที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้เรื่อง ไฟฟ้า ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยประกอบด้วย 6 ขั้นตอน คือ ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา (Problem Identification) ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง (Related Information Search) ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design) ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and Development) ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุง (Testing Evaluation and Design Improvement) และ ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา หรือผลการพัฒนานวัตกรรม

(Presentation) ซึ่งเทคโนโลยีที่ใช้ในการจัดกิจกรรมสามารถใช้ คอมพิวเตอร์ โทรศัพท์ แท็บเล็ต อุปกรณ์เทคโนโลยีเข้ามาใช้ร่วมด้วย

6.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้และความสามารถในการเรียนรู้ วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องไฟฟ้า ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เกิดจากการการสอนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบสะเต็มศึกษา วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิทยาศาสตร์

6.3 ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการคิดที่หลากหลาย แปลกใหม่แตกต่างไปจากเดิม หรือสร้างสิ่งประดิษฐ์ที่แปลกใหม่ขึ้นมา ซึ่งอาจจะนำความรู้ที่มีอยู่มาต่อยอด โดยมีองค์ประกอบ การคิด คือ (1) มีความคิดริเริ่ม (2) มีความคิดคล่องแคล่ว (3) มีคิดความยืดหยุ่น และ (4) มีความคิดละเอียดลออ วัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์โดยใช้แบบทดสอบวัดความคิด สร้างสรรค์และการลงมือปฏิบัติสร้างชิ้นงาน

7. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

7.1 เพื่อให้ครูผู้สอนใช้เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเพื่อพัฒนาการ เรียนรู้ให้กับนักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ มากขึ้น

7.2 เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่องไฟฟ้า สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา ปีที่ 6 ให้มีประสิทธิภาพและดียิ่งขึ้น

7.3 เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องไฟฟ้า สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ให้ มีผลสัมฤทธิ์ที่ดีขึ้น

7.4 เพื่อให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในเรื่องของไฟฟ้าได้ดียิ่งขึ้น และสามารถนำความรู้ที่ ได้มาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้

บทที่ 2

วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่องนี้ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา
 - 1.1 ความหมายของสะเต็มศึกษา
 - 1.2 จุดเด่นและประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา
 - 1.3 แนวคิดทฤษฎีการเรียนการสอนสะเต็มศึกษา
 - 1.4 แนวคิดสะเต็มศึกษาในหลักสูตรวิทยาศาสตร์
 - 1.5 แนวทางในการจัดการเรียนรู้ในแบบสะเต็มศึกษา
 - 1.6 กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา
 - 1.7 การวัดผลและประเมินผลการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา
2. การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
 - 2.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 2.2 องค์ประกอบของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
 - 2.3 การสร้างแบบทดสอบเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
3. การวัดความคิดสร้างสรรค์วิชาวิทยาศาสตร์
 - 3.1 ความหมายของความคิดสร้างสรรค์
 - 3.2 องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์
 - 3.3 แนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์
 - 3.4 การวัดประเมินความคิดสร้างสรรค์
4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

1.1 ความหมายของสะเต็มศึกษา

พรทิพย์ ศิริภัทรราชย์ (2556, น. 50) ได้อธิบายความหมายสะเต็มศึกษา (STEM Education) โดยสรุปดังนี้ สะเต็มศึกษาเป็นการจัดการเรียนรู้ ข้ามกลุ่มสาระวิชา ซึ่งประกอบด้วยวิชา วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ โดยนำเอาจุดสำคัญของแต่ละสาขาวิชามาบูรณาการเข้าด้วยกัน เพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหา ค้นคว้าหาความรู้และพัฒนาสิ่งต่าง ๆ นอกจากนี้ในการจัดการเรียนรู้จะต้องอาศัยความร่วมมือจากศาสตร์หลายสาขามาร่วมกัน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2557, น. 3) ได้อธิบายความหมายสะเต็มศึกษา (STEM Education) โดยสรุปดังนี้ สะเต็มศึกษา เป็นแนวทางในการจัดการศึกษา โดยมีการบูรณาการกันกับวิชาความรู้ ซึ่งได้แก่ วิชา วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี กระบวนการทางวิศวกรรม และคณิตศาสตร์ โดยนำมาเชื่อมโยงกัน ซึ่งมีการจัดการเรียนรู้ ผ่านกิจกรรมหรือโครงการ และนำความรู้ที่มีมาออกแบบชิ้นงานของตน ตามกระบวนการทางวิศวกรรม เพื่อให้สามารถนำไปใช้ได้ในชีวิตจริง และสร้างผลผลิตใหม่ๆ ขึ้นมา

ศศิเทพ ปิติพรเทพิน (2558, น. 129) ได้อธิบายความหมายสะเต็มศึกษา (STEM Education) โดยสรุปดังนี้ สะเต็มศึกษา เป็นการบูรณาการที่มีความเกี่ยวข้องกับ คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ วิศวกรรม เทคโนโลยี สังคมเข้ารวมด้วยกัน โดยมีจุดประสงค์เพื่อให้นักเรียน ได้ทราบถึงความสัมพันธ์ของวิชาที่นำมาบูรณาการกัน เพื่อให้นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้มาแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิต และออกแบบสร้างเป็นสิ่งประดิษฐ์ นอกจากนี้ยังมีจุดประสงค์เพื่อให้นักเรียนเกิดความสนใจในการสืบเสาะหาความรู้ สืบเสาะตรวจสอบคำตอบด้วยตนเอง มีความคิดอย่างมีเหตุผลในเชิงตรรกะ และการทำงานแบบร่วมมือกัน เพื่อให้สอดคล้องตามสังคมแห่งศตวรรษที่ 21

สุทธิดา จำรัส (2560, น. 16) ได้อธิบายความหมายสะเต็มศึกษา(STEM Education) โดยสรุปดังนี้ สะเต็มศึกษา มาจากชื่อของรวมกันของศาสตร์ ทั้ง 4 ศาสตร์ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (Science: S) เทคโนโลยี (Technology: T) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering : E) คณิตศาสตร์ (Mathematics :M) โดยมีการมุ่งเน้นในการจัดการเรียนรู้ที่เชื่อมโยงกันในสาขา และยังคงต้องครอบคลุมถึง องค์ความรู้ นวัตกรรม การสร้างสรรค์ การแก้ปัญหา วิธีการปฏิบัติ ซึ่งจะนำเอามาบูรณาการเข้าด้วยกัน เพื่อเป็นแนวทางที่จะนำไปประยุกต์ใช้ ในการดำเนินชีวิต การแก้ปัญหา และการประกอบอาชีพ ที่จะส่งผลต่อการช่วยขับเคลื่อนเศรษฐกิจและสังคมของประเทศต่อไป

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า สะเต็มศึกษา เป็นการจัดการเรียนรู้ที่มีการนำเอาศาสตร์วิชาทั้ง 4 ศาสตร์มาบูรณาการเข้าด้วยกัน ได้แก่ วิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ โดยอาจจะจัดเป็นกิจกรรมหรือให้นักเรียนได้ทำโครงการหรือศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลด้วยตนเอง โดยอาศัย

องค์ความรู้จากจุดเด่นของศาสตร์วิชาต่าง ๆ มาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหา อย่างสร้างสรรค์ ออกแบบและ พัฒนาชิ้นงานของตนเองได้ จากกระบวนการทางวิศวกรรม รวมทั้งยังเป็นการพัฒนาทักษะความรู้ จาก ประสบการณ์ที่ได้มา เพื่อนำใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน การประกอบอาชีพเพื่อหารายได้ และการ พัฒนาประเทศในด้านของเศรษฐกิจ สังคม ต่อไปในอนาคต

1.2 จุดเด่นและประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

ศูนย์สะเต็มศึกษาแห่งชาติ (2558, น. 3) ได้อธิบายถึงจุดเด่นและประโยชน์ของการจัดการ เรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ดังนี้

1. จุดเด่นของสะเต็มศึกษา มีลักษณะสำคัญคือการบูรณาการ และเชื่อมโยงเนื้อหาสาระ การเรียนรู้วิชา วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ โดยให้มีความสอดคล้องและเหมาะสม ซึ่งระดับการบูรณาการสะเต็มศึกษา สามารถแบ่งได้ 4 ระดับ ได้แก่

1.1 การบูรณาการภายในวิชา (Disciplinary Integration) เป็นการจัดการเรียนรู้แบบ แยก สาระเนื้อหาการจัดการเรียนรู้และฝึกทักษะของแต่ละสาระวิชาออกจากกัน ตามสาระวิชา โดยมี ครูผู้สอนเป็นผู้จัดการเรียนการสอนให้กับนักเรียนตามรายวิชาของครูผู้สอน

1.2 การบูรณาการแบบพหุวิทยาการ (Multidisciplinary Integration) เป็นการจัดการ เรียนรู้ที่มีครูผู้สอนร่วมกันเป็นผู้กำหนดหัวข้อหลัก และนำมาอ้างอิงเชื่อมโยง สอดคล้องกับสาระวิชา ซึ่ง การจัดการเรียนรู้โดยวิธีนี้จะทำให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาของสาระวิชาต่าง ๆ กับสิ่งที่อยู่ รอบ ๆ ตัวได้

1.3 การบูรณาการแบบสหวิทยาการ (Interdisciplinary Integration) เป็นการจัดการ เรียนรู้ที่มีการรวบรวมองค์ความรู้ที่สำคัญจากสาระวิชา วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และ คณิตศาสตร์ มารวมเข้าด้วยกันตั้งแต่ 2 สาระการเรียนรู้ขึ้นไป และครูผู้สอนจะต้องมีการพิจารณาเนื้อหาให้ มีความเหมาะสมและจัดกิจกรรมที่สามารถเชื่อมโยงกันได้ โดยใช้เนื้อหานั้นมาเป็นตัวเชื่อมโยงสาระการ เรียนรู้วิชาต่าง ๆ ให้มีความสอดคล้องกันทุกวิชา

1.4 การบูรณาการแบบข้ามสาขาวิชา (Transdisciplinary Integration) เป็น การจัดการเรียนรู้ ที่ครูผู้สอนจะมีการจัดการกิจกรรม ตามความสนใจของนักเรียน และปัญหาที่เกิดขึ้นของ นักเรียน เพื่อเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้จากสาระวิชา วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ มาเชื่อมโยงให้เข้ากับชีวิตจริง และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหา

2. ประโยชน์การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา มี 6 ประการ ได้แก่

2.1 นักเรียนเกิดทักษะด้านการคิด และการสร้างสรรค์ชิ้นงานหรือนวัตกรรมใหม่ๆ จากการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา

2.2 นักเรียนเกิดความเข้าใจและสนใจประกอบอาชีพด้านสะเต็มมากขึ้น

2.3 นักเรียนมีความเข้าใจในสาระวิชาต่าง ๆ รวมทั้งกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์มากขึ้น

2.4 หน่วยงานต่าง ๆ สามารถเข้ามามีส่วนร่วม ในการส่งเสริมการจัดกิจกรรมสะเต็ม ร่วมกับบุคลากรทางการศึกษา และสถานศึกษาได้

2.5 เป็นการสนับสนุนการจัดการเรียนรู้ ให้เกิดการเชื่อมโยงระหว่างกลุ่มสาระการเรียนรู้ ทั้ง 8 กลุ่มสาระการเรียนรู้

2.6 เป็นการเพิ่มศักยภาพทางเศรษฐกิจของประเทศ

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าจุดเด่นของสะเต็มศึกษาจะมีลักษณะ คือ เป็นการบูรณาการของกลุ่มสาระวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ ให้เกิดความสอดคล้องกัน แบ่งออกเป็น 4 ระดับ ได้แก่ การบูรณาการภายในวิชา (Disciplinary Integration) การบูรณาการแบบพหุวิทยาการ (Multidisciplinary Integration) การบูรณาการแบบสหวิทยาการ (Interdisciplinary Integration) และการบูรณาการแบบข้ามสาขาวิชา (Transdisciplinary Integration) นอกจากนี้ สะเต็มศึกษายังมีประโยชน์อีกมากมาย อาทิเช่น ทำให้นักเรียนเกิดทักษะในการคิดที่จะสร้างสรรค์ ผลงานหรือชิ้นงานต่าง ๆ ขึ้น สามารถนำความรู้ที่ได้จากการเรียนรู้สะเต็มศึกษามาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน และใช้ในการประกอบอาชีพได้ เป็นต้น

1.3 แนวคิดทฤษฎีการเรียนรู้การสอนสะเต็มศึกษา

วคินส์ อิศรเสนา ณ อยุธยา (2560, น. 15) ได้อธิบายถึง พื้นฐานของการเรียนรู้สะเต็มศึกษานั้นยังมาจากทฤษฎีพิพัฒนาการนิยม (Progressive Learning) ของจอร์น ดิวอี้ (John Dewey) โดยให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยตนเอง กระทำด้วยตนเอง หรือ เรียกว่า learning by doing โดยมีครูผู้สอน เป็นแรงบันดาลใจในการเรียน เป็นผู้อำนวยความสะดวก และให้คำแนะนำนักเรียน

นอกจากนี้องค์ประกอบของทฤษฎีของสะเต็มศึกษา คือความอยากรู้อยากเห็น นวัตกรรมทางการศึกษา การสร้างองค์ความรู้ การเรียนรู้ด้วยการกระทำจากกิจกรรมการเรียน มีทั้งครู เป็นผู้นำในการสอน และเด็กเป็นศูนย์กลางการเรียน โดยใช้พหุปัญญาการคิดต่าง ๆ ความคิดสร้างสรรค์ ความคิดแก้ปัญหา ระดับขั้นความคิดตามแนวคิดบลูม (Bloom Taxonomy) รวมทั้งการเรียนแบบร่วมมือกัน ซึ่งการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็ม (STEM) จึงมีองค์ประกอบของทฤษฎีของสะเต็มศึกษา (STEM Education) โดยสรุปได้ดังนี้

1. การสร้างองค์ความรู้ (Constructivist) เป็นการสร้างองค์ความรู้ที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษา นักเรียนจะต้องเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิด การหาความรู้การออกแบบชิ้นงาน การแก้ปัญหาฯ โดยนักเรียนจะมีการสร้างองค์ความรู้ได้ จากประสบการณ์เดิมของนักเรียน ความกระตือรือร้นจากการแก้ปัญหาและการคิด การแลกเปลี่ยนองค์ความรู้จากผู้คนต่าง ๆ การเรียนรู้จากประสบการณ์หรือ กิจกรรมต่าง ๆ และการจัดการเรียนรู้ควรวี้นักเรียนเป็นศูนย์กลาง

2. การเรียนรู้ด้วยการกระทำจากกิจกรรมการเรียนรู้ (Active Learning) เป็นการสร้างองค์ความรู้จากการผ่านการทำกิจกรรมต่าง ๆ ด้วยความกระตือรือร้น ซึ่งนักเรียนอาจจะมีการแลกเปลี่ยนองค์ความรู้ กับบุคคลอื่น ๆ จนสามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง โดยมีหลักการเรียนรู้ คือ (1) การกระทำโดยตรง (2) การสะท้อนของการกระทำ (3) การเสริมแรงภายใน การคิดค้นและกิจกรรมทั่วไป และ (4) การแก้ปัญหา

3. การเรียนรู้จากสิ่งที่นักเรียนเกิดความสนใจและการค้นพบด้วยตนเอง (Discovery Learning) บรุนเนอร์ (Bruner) ได้กล่าวถึง การเรียนรู้ของมนุษย์ 3 แบบ คือ การเรียนรู้ด้วยการกระทำ (Enactive Stage) การเรียนรู้จากความคิด (Iconic Stage) และการเรียนรู้ด้วยสัญลักษณ์และนามธรรม (Symbolic Stage) นอกจากนี้บรุนเนอร์จึงได้มีแนวคิดในการจัดการเรียนรู้ คือ ครูผู้สอนควรจัดทำหลักสูตรการเรียนรู้ให้สอดคล้อง และเหมาะสมกับการพัฒนาการทางสติปัญญาของนักเรียน มีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ และการคิดอย่างอิสระ มีการสร้างแรงจูงใจภายในให้กับนักเรียน จัดกิจกรรมให้นักเรียนเกิดความคิดรวบยอดขึ้น

4. การมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคม เป็นการส่งเสริมให้นักเรียนเป็นปฏิสัมพันธ์ทางสังคม เพื่อแลกเปลี่ยนองค์ความรู้ใหม่ๆ ครูผู้สอนควรส่งเสริมให้นักเรียนได้มีการพัฒนาด้านจิตใจ ภาษา และสังคม การสื่อสารกับผู้อื่น ซึ่งถือเป็นสิ่งที่ครูผู้สอนควรช่วยให้นักเรียนเกิดการพัฒนาความคิดรวบยอดในระดับสูงขึ้นด้วย (Scaffolding) โดยการจัดการเรียนรู้ควรจัดให้มีการทำงานเป็นกลุ่ม เพื่อเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกการมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น และควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ทดลองคิดด้วยตนเองก่อน

5. ความคิดสร้างสรรค์ (Creativity) เป็นการสร้างสรรค์สิ่งใหม่ๆ ขึ้น ซึ่งในการจัดกระบวนการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา ครูผู้สอนควรให้นักเรียนได้รู้จักการคิดเพื่อออกแบบชิ้นงานสร้างสรรค์ชิ้นงานใหม่ๆ และการแก้ปัญหาต่าง ๆ ด้วย

6. การคิดแก้ปัญหา (Problem Solving) เป็นการจัดการเรียนรู้ควรเน้นให้นักเรียนมีทักษะในการแก้ปัญหา ที่อาจจะเกิดขึ้นได้อยู่ตลอดเวลา หรือครูผู้สอนอาจจะมีการใช้กระบวนการทางวิศวกรรมศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหาร่วมได้ (โดยเน้นการแก้ปัญหาเป็นหลัก)

7. การใช้พหุปัญญา (Multiple Intelligences) เป็นการค้นคว้าทางด้านสติปัญญา ซึ่งสามารถนำมาใช้ เพื่อเชื่อมโยงสติปัญญาของนักเรียนที่หลากหลาย ครูผู้สอนควรมีการจัดประสบการณ์ และควรส่งเสริมการพัฒนาสติปัญญาของนักเรียนในด้านต่าง ๆ ที่หลากหลายด้วย

8. การเรียนรู้ทางสติปัญญาของบลูมหรือพุทธิพิสัย (Bloom Taxonomy) เป็นการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ที่มีการพัฒนาการทางสติปัญญา โดยเริ่มจากการพัฒนาสติปัญญาขั้นพื้นฐาน ไปสู่การพัฒนาสติปัญญาขั้นสูงสุด

9. การเรียนแบบร่วมมือกัน (Cooperative Learning) เป็นการจัดการเรียนรู้โดยให้นักเรียนได้ร่วมมือกัน ทำกิจกรรมตามความรับผิดชอบของตน โดยมีครูผู้สอนเป็นผู้ให้คำปรึกษาและ

ช่วยเหลือซึ่งการจัดการเรียนรู้รูปแบบนี้จะทำให้นักเรียน มีความรับผิดชอบต่อหน้าที่ของตนเอง เกิดทักษะในการทำงานกับผู้อื่น

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าแนวคิดทฤษฎีการเรียนรู้การสอนสะเต็มศึกษา เป็นทฤษฎีที่มาจากทฤษฎีพัฒนาการนิยม (Progressive Learning) ของ จอร์น ดิวอี้ (John Dewey) ที่เน้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง Learning by doing โดยมีครูผู้สอนเป็นผู้ให้คำปรึกษาและให้ความช่วยเหลือ เพื่อให้ นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้มาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้จริง นอกจากนี้องค์ประกอบของทฤษฎีสะเต็มในการจัดการเรียนรู้จึงประกอบไปด้วย 9 องค์ประกอบ คือ (1) การสร้างองค์ความรู้ ที่มีความเกี่ยวข้องกับ STEM (2) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ Active Learning เพื่อให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นและเกิดการแลกเปลี่ยนการเรียนรู้กันภายในกลุ่ม (3) เน้นการจัดการเรียนรู้เพื่อให้เกิดความน่าสนใจโดยให้นักเรียนได้ฝึกค้นพบความรู้ด้วยตนเอง (4) มีการปฏิสัมพันธ์ทางสังคม (5) ความคิดสร้างสรรค์ (6) การคิดแก้ปัญหา (7) การใช้พหุปัญญา (8) การเรียนรู้ทางสติปัญญาพุทธิพิสัย และ (9) การเรียนรู้แบบร่วมมือ

1.4 แนวคิดสะเต็มศึกษาในหลักสูตรวิทยาศาสตร์

แนวคิดสะเต็ม (STEM) เป็นการเรียนการสอนแบบบูรณาการ ข้ามกลุ่มสาระ วิชา (Interdisciplinary Integration) ทั้ง 4 วิชาเข้าด้วยกัน ซึ่งประกอบไปด้วย สาขาวิชา วิทยาศาสตร์ (Science: S) เทคโนโลยี (Technology: T) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineer: E) และคณิตศาสตร์ (Mathematics: M) เพื่อนำความรู้ของวิชาต่างๆมาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน โดยลักษณะการศึกษา ตามแนวคิดของสะเต็ม (STEM) มีดังนี้ (ทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์, 2560, น. 74)

1. เป็นการบูรณาการข้ามกลุ่มสาระ (Interdisciplinary Integration) ของทั้ง 4 วิชาซึ่งมีการนำเอาจุดเด่นของแต่ละวิชามาผสมผสานกัน คือ (1) วิทยาศาสตร์ (Science: S) เน้นเข้าใจในเรื่องของธรรมชาติ (2) เทคโนโลยี (Technology: T) เน้นการแก้ปัญหา ปรับปรุง หรือพัฒนา สิ่งต่างๆ โดยใช้กระบวนการทางเทคโนโลยีเข้ามาช่วย (3) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineer: E) เน้นการพัฒนานวัตกรรม และสิ่งประดิษฐ์ต่างๆ ด้วยการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีมาใช้ร่วมกัน และ (4) คณิตศาสตร์ (Mathematic: M) เป็นการใช้กระบวนการคิดทางคณิตศาสตร์ และภาษาคณิตศาสตร์มาใช้ โดยมีจุดประสงค์เพื่อต้องการให้นักเรียนเกิดความเข้าใจเกี่ยวกับเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ โดยมีการใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์เป็นตัวช่วย เพื่อให้นักเรียนมีความสนใจยิ่งขึ้น และเป็นการส่งเสริมการคิดทางคณิตศาสตร์ให้กับนักเรียน เพื่อให้นักเรียนสามารถนำไปใช้ในชีวิตจริงได้

2. เป็นการบูรณาการที่สามารถจัดการเรียนการสอนได้ทุกระดับชั้น การบูรณาการของสะเต็ม (STEM) ถือเป็นการบูรณาการของสาระ 4 สาระการเรียนรู้ และยังถือเป็นการบูรณาการ ด้านบริบท (Context Integration) ซึ่งจะมีความเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียน โดยที่นักเรียนจะรู้ถึงคุณค่า และสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตจริง

3. เป็นการสอนที่บูรณาการที่ทำให้นักเรียนได้รับการพัฒนาในทุกด้าน เช่น การพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูง พัฒนาทักษะการทำงานกลุ่ม ทักษะในการสื่อสาร และการยอมรับการวิจารณ์ของผู้อื่น นอกจากนี้แนวคิดสะเต็ม (STEM) ยังมีการเพิ่มศาสตร์ของศิลปะลงไป จนเปลี่ยนเป็น “STEAM” เพื่อให้เกิดเป็นผลงานที่สวยงามและสมบูรณ์ขึ้นและเป็นการส่งเสริมการพัฒนาการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน อีกด้วย

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าแนวคิดสะเต็มศึกษาในหลักสูตรวิทยาศาสตร์ เป็นการจัดการเรียนรู้แนวคิดทฤษฎีการสอนสะเต็ม เป็นการบูรณาการข้ามกลุ่มสาระการเรียนรู้ที่มีการผสมผสานกันทั้ง 4 วิชา ได้แก่ วิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์เข้ามาอยู่ร่วมกัน เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน และเป็นการพัฒนาทักษะของนักเรียนอีกด้วย

1.5 แนวทางในการจัดการเรียนรู้ในแบบสะเต็มศึกษา

การจัดการเรียนรู้ในแบบสะเต็มศึกษา นอกจากจะเป็นการจัดรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่มีการบูรณาการแบบข้ามสาขาวิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ แล้วควรมีแนวทางที่จะใช้เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้ เพื่อให้นักเรียนได้เกิดทักษะการ เรียนรู้ในด้านต่าง ๆ เช่น การคิดวิเคราะห์ ความคิดสร้างสรรค์ รวมทั้งการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริงในชีวิตประจำวัน ให้มีประสิทธิภาพ

สุพรรณิ ชาญประเสริฐ (2558, น. 14) ได้อธิบายถึงแนวทางการจัดการเรียนรู้ในตามแนวทาง โดยสรุป คือ การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา จะเน้นการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 เพื่อให้มีแนวทางการจัดการเรียนรู้ โดยใช้วิธีการใหม่ที่เชื่อมโยงเข้ากับชีวิต และสถานการณ์จริงของนักเรียน เพื่อเป็นการส่งเสริม และพัฒนาการเรียนรู้ โดยมีการนำเสนอออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ดังนี้

1. การเลือกมาตรฐานหรือตัวชี้วัด ครูผู้สอนควรที่จะเลือกให้มีความสอดคล้องกับเนื้อหาที่จะสอน และควรกำหนดจุดประสงค์ตัวชี้วัดให้มีความชัดเจน เพื่อจะได้สามารถนำมาใช้ในการบูรณาการแก้ปัญหา สร้างสรรค์ผลงานหรือชิ้นงานใหม่ๆ

2. การพัฒนาคำถาม ระบุประเด็นปัญหา หรือสถานการณ์ ครูผู้สอนควรใช้คำถามสร้าง โจทย์ปัญหา หรือออกแบบสถานการณ์ต่าง ๆ ให้เกิดความสอดคล้องกับชีวิตจริงของนักเรียนให้มากที่สุด เพื่อเป็นการกระตุ้นให้นักเรียน เกิดความคิดที่จะแก้ปัญหา และอยากรู้อยากเรียน นอกจากนี้ครูผู้สอนก็ควรที่จะ เปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมด้วย

3. การบูรณาการความรู้ด้าน วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ครูผู้สอนจะต้องวิเคราะห์องค์ความรู้ต่าง ๆ ของแต่ละสาขาวิชา เพื่อนำมาใช้ในการตอบคำถามให้กับนักเรียน และเพื่อตรวจสอบข้อสงสัยต่างๆ ที่ได้จากการแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ที่เกิดขึ้น

4. การเชื่อมโยงสู่งานอาชีพ ครูผู้สอนควรศึกษาค้นคว้า สืบค้นข้อมูล เกี่ยวกับอาชีพทาง สะเต็ม ซึ่งจะต้องมีการเชื่อมโยงข้อมูลที่ได้ทำการค้นคว้ามากับเนื้อหาเรื่องที่จะเรียน และทำกิจกรรม

5. การออกแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบ 5E เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้ นักเรียนได้เรียนรู้ และลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง มี 5 ขั้นตอน ประกอบด้วย (1) การสร้างความสนใจ (Engagement) (2) การสำรวจตรวจสอบ (Exploration) (3) การอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) (4) การขยายความรู้ (Elaboration /Extension) และ (5) การวัดและประเมินผล (Evaluation) นอกจากนี้มี ขั้นตอนในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนรูปแบบ 5E แล้ว ก็ยังจะต้องมีการประเมินผลจากการปฏิบัติตน เป็น (Performance- Base Assessments)

ศศิเทพ ปิติพรเทพิน (2558, น. 136-137) ได้อธิบายถึงแนวทางในการจัดการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ โดยใช้ตามแนวคิดสะเต็ม ซึ่งสามารถทำได้หลายแนวทางโดยสรุปตามความเหมาะสม ดังนี้

1. การสืบเสาะหาความรู้ เป็นการจัดการเรียนรู้เพื่อให้เกิดองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ที่ได้มาจากการสำรวจตรวจสอบหรือการทดลอง เพื่อทำให้นักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาและแนวคิดของ บทเรียน ซึ่งการจัดการเรียนรู้ด้วยแนวทางการสืบเสาะหาความรู้นี้ จะช่วยทำให้นักเรียน มีความสามารถในการให้เหตุผล หรือมีเหตุผลมากขึ้น

2. การใช้ปัญหาเป็นฐานหรือโครงงานเป็นฐาน เป็นการจัดการเรียนรู้ โดยเน้นให้นักเรียน มีส่วนร่วมในการถามคำถาม และการแก้ปัญหา นักเรียนจะต้องวิเคราะห์สถานการณ์ เพื่อร่วมกันแก้ปัญหา ในกลุ่ม โดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และความรู้จากประสบการณ์เดิมที่มีมาใช้แก้ปัญหา ซึ่งการจัดการ เรียนรู้ด้วยแนวคิดการใช้ปัญหาเป็นฐานหรือโครงงานเป็นฐาน จะเป็นแนวทางช่วยแก้ปัญหา จนนำไปสู่การ ทำโครงงานเพื่อสร้างเป็นสิ่งประดิษฐ์ต่อไป

3. การบูรณาการสื่อเทคโนโลยีเข้ามาใช้ในการจัดการเรียนรู้ เป็นการจัดการเรียนรู้ โดย ครูผู้สอนมีการนำเทคโนโลยี เข้ามาช่วยในการจัดการเรียนรู้ เพื่อทำให้นักเรียนมีความทันสมัยขึ้น

ปาริชาติ ประเสริฐสังข์ (2559, น. 132) ได้อธิบายถึงการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิด สะเต็มศึกษา เพื่อนำมาออกแบบการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็ม โดยมี 5 ขั้นตอน โดยสรุป ดังนี้

1. การบูรณาการระหว่าง 2วิชา ครูผู้สอนควรที่จะสอนโดยเน้นให้นักเรียนเข้าใจหลักการ และเชื่อมโยงแนวคิดต่าง ๆ ได้ ซึ่งสามารถนำมาประยุกต์ใช้ หรือนำมาสร้างวิธีการในการแก้ปัญหาต่าง ๆ และสร้างนวัตกรรมได้

2. การสร้างความสัมพันธ์ ครูผู้สอนควรกระตุ้นให้นักเรียนนำความรู้ใหม่ๆ ไปประยุกต์ใช้ และครูผู้สอนควรที่จะมีการสร้างคำถาม หรือใช้คำถามเพื่อเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการอยากเรียนรู้

3. ความสำคัญของทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ครูผู้สอนควรที่จะเน้นการสร้างสื่อ สารสนเทศแบบสร้างสรรค์ เพื่อให้สามารถนำมาแก้ปัญหาและสื่อสาร ถึงหลักการและแนวคิดต่าง ๆ ได้ดีขึ้น

ทั้งในด้านการทำงานเป็นกลุ่มที่ต้องมีความร่วมมือกัน อีกทั้งยังรวมไปถึง การคิดอย่างมีวิจารณญาณ การแก้ปัญหาต่าง ๆ และการคิดอย่างสร้างสรรค์อีกด้วย

4. การสร้างความท้าทายให้กับนักเรียน ครูผู้สอนสามารถทำได้ด้วยการออกแบบกิจกรรมที่มีลักษณะท้าทายความสามารถของนักเรียน

5. การจัดเตรียมกิจกรรมการสอนที่หลากหลาย ครูผู้สอนต้องเน้นให้นักเรียน แลกเปลี่ยนประสบการณ์ และพัฒนาความสามารถของนักเรียนเอง โดยการใช้วิธีการเรียนรู้ด้วยการทำโครงการ เพื่อให้ให้นักเรียนได้แสดงความสามารถที่หลากหลาย เช่น การแสดงความคิด การใช้ทักษะต่าง ๆ ในการแก้ปัญหา และเป็นการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนอีกด้วย

จินดาพร หมวกหมื่นไวย (2560, น. 50) ได้อธิบายถึงการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดสะเต็มศึกษาจะมีจุดเน้น เพื่อต้องการให้นักเรียนนั้นประสบความสำเร็จในอนาคต โดยมีแนวทางในการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา โดยสรุปดังนี้

1. การค้นหากิจกรรมสะเต็ม ครูผู้สอนสามารถนำกิจกรรมเดิมที่เคยใช้ในการจัดกิจกรรมการสอน มาแล้ว สามารถนำมาพัฒนา ปรับปรุง ดัดแปลง ให้เป็นกิจกรรมสะเต็มได้ ซึ่งกิจกรรมนั้น ๆ อาจอยู่ในรูปแบบของกิจกรรม ดังนี้

1.1 กิจกรรม Hands-on เป็นกิจกรรมที่ใช้เวลาสั้นๆ ซึ่งนักเรียนเป็นผู้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง รวมทั้งยังต้องมีการจัดการควบคุมดูแลอุปกรณ์ด้วย

1.2 การทดลอง หรือโจทย์แบบฝึกหัด เป็นกิจกรรมที่เน้นให้นักเรียนได้แสดงความสามารถของตนเองในการปฏิบัติ และการใช้ทักษะในการทดลอง การสังเกต การบันทึกผล การควบคุมตัวแปรการอภิปราย การสรุปผลจากการทดลอง และความสามารถในการขยายความรู้ เพิ่มเติมได้นอกจากนี้ ในส่วนของโจทย์แบบฝึกหัด นั้นยังเป็นการเสริมทักษะให้กับนักเรียนด้วย

1.3 ชิ้นงาน โครงการ การแข่งขัน จะมีการกำหนดจุดประสงค์ เพื่อให้ให้นักเรียนสามารถสร้างหรือผลิตผลงานหรือชิ้นงานที่ได้ สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ในชีวิตประจำวัน จึงทำให้การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนมีความสะดวกยิ่งขึ้น

2. แดกความคิดให้เป็นกิจกรรมสะเต็ม ครูผู้สอนสามารถที่จะนำกิจกรรมการเรียนการสอนเดิมมาใช้ได้ ซึ่งอาจจะต้องวิเคราะห์ถึงหลักการต่าง ๆ และกระบวนการจัดกิจกรรมเดิมที่มีอยู่ ให้มีความเหมาะสม และสอดคล้องกับหลักการของสะเต็ม ตามหลักการจัดกิจกรรม ดังนี้

2.1 การบูรณาการความรู้ STEM ครูผู้สอนควรพิจารณา ดังนี้ (1) ควรมีการ บูรณาการ ทั้ง 4 สาระ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมและ คณิตศาสตร์ ซึ่งอาจจะมีการ บูรณาการเพียง 2 สาระ หรือมากกว่าก็ได้ และ (2) การจัดกิจกรรมสะเต็ม ควรมีเนื้อหาที่เกี่ยวข้องและเหมาะสมกับที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหอย่างแท้จริง เพื่อให้ให้นักเรียนได้รับความรู้เพิ่มเติมขึ้นจากเดิม

2.2 กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม ครูผู้สอนควรให้นักเรียนได้ใช้กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมอย่างเป็นขั้นตอน ซึ่งจะมีการกำหนดปัญหา และความต้องการ เพื่อเป็นแนวทางในการแก้ปัญหาหรือสร้างสรรค์ชิ้นงาน เมื่อนักเรียนสร้างชิ้นงานเสร็จเรียบร้อยแล้ว จึงต้องไปในขั้นตอนการทดสอบ เพื่อปรับปรุงชิ้นงาน หรือพัฒนาชิ้นงานของตนเอง โดยครูผู้สอนจะต้องมีการพัฒนาหรือปรับปรุงวิธีการทดสอบให้มีความสอดคล้อง และเหมาะสมด้วย

2.3 ทักษะในศตวรรษที่ 21 ครูผู้สอนควรส่งเสริมให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้ไปใช้ประโยชน์ ในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตหรือสถานการณ์จริงที่อาจจะส่งผลต่อการดำรงชีวิตในอนาคต ดังนั้น ครูผู้สอนจึงควรออกแบบให้นักเรียนได้ฝึกทักษะ โดยเน้นเฉพาะทักษะที่มีความจำเป็นที่จะต้องใช้ในการประกอบอาชีพ และการดำเนินชีวิตประจำวัน ลงไปในการจัดกิจกรรมนั้นด้วย เพื่อจะได้เป็นการวัดความสามารถของทักษะนั้น ๆ ด้วย

2.4 ผู้กรรณรารว สร้างความท้าทาย และความสนใจครูผู้สอนควรที่จะออกแบบกิจกรรมที่มีเนื้อหาที่สอดคล้อง หรือสัมพันธ์กับเรื่องที่สอน โดยจะต้องมีการกำหนดปัญหา จากสถานการณ์ต่าง ๆ เพื่อสร้างความท้าทายให้นักเรียนเกิดความสนใจอยากที่จะเรียนรู้ และแก้ปัญหาด้วยตนเองจากการร่วมทำกิจกรรม เพื่อแก้ปัญหาจากการใช้ความรู้ ทักษะ กระบวนการต่าง ๆ ตามที่ครูผู้สอนได้ออกแบบไว้

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า แนวทางในการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา มีดังนี้ (1) ครูผู้สอนควรเน้นการบูรณาการข้ามกลุ่มสาระวิชา ได้แก่ วิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ โดยนำลักษณะเด่นของในแต่ละวิชามาผสมรวมกัน เพื่อจะได้เป็นการส่งเสริมให้นักเรียนนั้นนำทักษะความรู้ที่เป็นจุดเด่นของแต่ละวิชามาประยุกต์ใช้ได้ในด้านของการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจริงในชีวิตประจำวัน และการประกอบอาชีพได้อย่างดียิ่งขึ้น (2) ครูผู้สอนควรเชื่อมโยงสาระการเรียนรู้ของวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ โดยจะต้องมีการกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ให้มีความสอดคล้องเหมาะสม และสัมพันธ์กับเนื้อหาที่ต้องเรียน เพื่อให้ให้นักเรียนสามารถนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นจริง และมีความคิดที่จะสร้างสรรค์ชิ้นงาน หรือนวัตกรรมใหม่ ๆ ได้ (3) ครูผู้สอนควรเน้นให้นักเรียนได้มีการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 เช่น ทักษะการคิด ทักษะในการทำงานร่วมกับผู้อื่น ทักษะการวิเคราะห์ ทักษะการสังเกต ทักษะการทดลอง เป็นต้น โดยให้นักเรียนได้มีการฝึกฝนทักษะต่าง ๆ จากการจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษา (4) ครูผู้สอนควรที่จะมีวิธีในการกระตุ้นนักเรียน เพื่อให้เกิดการอยากเรียน โดยอาจจะใช้วิธีการต่างๆ เช่น การใช้คำถาม การสร้างความท้าทายให้กับนักเรียน หรือการเชื่อมโยงเรื่องราวต่างๆ ที่เกิดขึ้นจากสถานการณ์จริง เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น และมีความสนใจที่จะเรียน ซึ่งในการจัดกิจกรรมครูผู้สอนควรที่จะออกแบบกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่หลากหลาย ซึ่งอาจจะเป็นการนำเอากิจกรรมเดิมที่เคยนำไปใช้ในการสอนแล้วมาปรับปรุง ให้มีความเหมาะสมกับเนื้อหาที่จะสอน ซึ่งในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาควรที่จะต้องเน้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง สืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง เพื่อเป็นการส่งเสริมทักษะต่างๆ ได้อย่างมี

ประสิทธิภาพ อีกทั้งเป็นการเพิ่มเติมองค์ความรู้ใหม่ที่เกิดขึ้นจากการทำกิจกรรมอีกด้วยและ (5) ครูผู้สอนควรให้นักเรียนได้มีโอกาสในการแสดงความคิดเห็นได้

1.6 กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

กฤษลดา ชูสินคุณาวุฒิ (2557, น. 40) ได้มีการอธิบายโดยสรุป ขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นตอนกำหนดปัญหาหรือความต้องการ เป็นขั้นตอนที่จะต้องกำหนดปัญหา ซึ่งนักเรียนจะต้องวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นมาด้วยเทคนิควิธีการต่าง ๆ เช่น ผังก้างปลา (Fish Bone Diagram) การใช้ชุดคำถาม (5W1H) หรือ SWOT เป็นต้น

2. ขั้นรวบรวมข้อมูล เป็นขั้นตอนการรวบรวมข้อมูล เพื่อนำไปใช้แก้ปัญหา ซึ่งนักเรียนสามารถสืบค้นข้อมูลได้จากแหล่งข้อมูลที่มีความเชื่อถือได้ นำข้อมูลที่ได้จากการรวบรวมข้อมูลมาวิเคราะห์เพื่อหาแนวทางในการแก้ปัญหา ซึ่งอาจสรุปเป็นข้อมูล เพื่อใช้เป็นแนวทางวิธีการแก้ปัญหา (วิธีการอาจมีได้มากกว่า 1 วิธี)

3. ขั้นออกแบบและขั้นปฏิบัติการ เป็นขั้นตอนในการปฏิบัติการอย่างเป็นขั้นตอนในการออกแบบ และวางแผนตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ เพื่อสร้างให้เกิดเป็นชิ้นงานหรือวิธีการ นอกจากนี้นักเรียนยังสามารถใช้คอมพิวเตอร์เพื่อช่วยในการออกแบบ อาจจะใช้เป็นรูปภาพ เช่น ภาพร่าง 3 มิติ ภาพ Quick sketch เป็นต้น

4. ขั้นทดสอบ เป็นขั้นตอนที่ใช้เพื่อทดสอบ ตรวจสอบ ชิ้นงานว่าเป็นไปตามความต้องการที่ออกแบบวางแผนไว้หรือไม่ และวิธีการหรือขั้นตอนที่ใช้ในการออกแบบมีความสอดคล้องกันหรือไม่ มีข้อควรปรับปรุงอย่างไร ถ้าพบข้อผิดพลาด นักเรียนจะต้องดำเนินการแก้ไขข้อผิดพลาดด้วย

5. ขั้นปรับปรุงแก้ไข เป็นขั้นตอนที่นำผลงานมาปรับปรุงแก้ไข ในข้อผิดพลาดจากวิธีการหรือขั้นตอนที่ใช้ในการออกแบบมีความสอดคล้องกันหรือไม่ ควรปรับปรุงอย่างไร ถ้าพบชิ้นงานหรือวิธีการนั้นไม่เป็นไปตามที่ออกแบบ และวางแผนไว้ นักเรียนควรออกแบบชิ้นงานใหม่และเลือกวิธีการออกแบบและวางแผนใหม่

6. ขั้นประเมินผล เป็นขั้นตอนที่นำชิ้นงาน หรือวิธีการไปประเมินผลว่าชิ้นงาน และวิธีการออกแบบขั้นตอนนั้น สามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหา และตรงตามความต้องการหรือไม่

สะเต็มแห่งประเทศไทย (2558) ได้กล่าวถึง การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ได้ใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมประกอบด้วยองค์ประกอบ 6 ขั้นตอน ได้แก่

1. ระบุปัญหา (Problem Identification) เป็นการทำความเข้าใจปัญหา หรือความท้าทาย วิเคราะห์เงื่อนไข หรือข้อจำกัดของสถานการณ์ปัญหา เพื่อกำหนดขอบเขตของปัญหา ซึ่งจะนำไปสู่การสร้างชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา

2. รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related Information Search) เป็นการรวบรวมข้อมูล และแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการแก้ปัญหาและประเมินความเป็นไปได้ ข้อดีและข้อจำกัด

3. ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design) เป็นการประยุกต์ใช้ข้อมูล และแนวคิดที่เกี่ยวข้อง เพื่อการออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา โดยคำนึงถึงทรัพยากร ข้อจำกัด และเงื่อนไขตามสถานการณ์ที่กำหนด

4. วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and Development) เป็นการกำหนดลำดับขั้นตอนของการสร้างชิ้นงานหรือวิธีการ แล้วลงมือสร้างชิ้นงานหรือพัฒนาวิธีการเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา

5. ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Testing, Evaluation and Design Improvement) เป็นการทดสอบ และประเมินการใช้งานของชิ้นงาน หรือวิธีการ โดยผลที่ได้อาจนำมาใช้ในการปรับปรุง และพัฒนาให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสมที่สุด

6. นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Presentation) เป็นการนำเสนอแนวคิดและขั้นตอนการแก้ปัญหาของการสร้างชิ้นงาน หรือการพัฒนาวิธีการให้ผู้อื่นเข้าใจ และได้ข้อเสนอแนะเพื่อการพัฒนาต่อไป

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า การศึกษากระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา มีขั้นตอน 6 ขั้นตอน ประกอบด้วย (1) ขั้นระบุปัญหาหรือกำหนดปัญหา (2) ขั้นรวบรวมข้อมูล (3) ขั้นการออกแบบหรือวิธีในการแก้ปัญหาและการปฏิบัติ (4) ขั้นการทดลองและการดำเนินการแก้ปัญหา (5) ขั้นทดสอบปรับปรุงแก้ไขชิ้นงาน และ (6) ขั้นการนำเสนอชิ้นงานและประเมินผล

1.7 การวัดผลและประเมินผลการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

เมื่อนักเรียนได้เรียนรู้จากการทำกิจกรรมสะเต็ม เรียบร้อยแล้ว ครูผู้สอนควรที่จะมีวิธีการวัด และประเมินผล เพื่อให้ทราบถึงการพัฒนาการในด้านต่าง ๆ ของนักเรียนว่าเป็นอย่างไร มีการพัฒนาไปได้มาก หรือน้อยเพียงใด และครูผู้สอนจะต้องมีการปรับปรุงการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาอย่างไรจึงจะทำให้แก่นักเรียนนั้นมีการพัฒนาการไปได้อย่างสูงสุด โดยมีแนวทางในการวัดผลและประเมินผล การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ดังนี้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2557, น. 17) ได้อธิบายถึง การวัดผลและประเมินผลการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ซึ่งสรุปได้ดังนี้

1. การประเมินจากสภาพจริง (Authentic Assessment) เป็นการประเมินความสามารถของนักเรียน อาจจะได้มาจากการทำกิจกรรม ผลงานหรือชิ้นงานของนักเรียน ซึ่งสิ่งเหล่านี้จะทำให้ครูผู้สอนสามารถประเมินได้ถึงทักษะการคิดระดับสูง กระบวนการทำงาน การสื่อสาร เจตคติ และความสามารถในการแก้ปัญหา ครูผู้สอนจะต้องทำการประเมินหลายๆ ด้าน ซึ่งควรจะต้องใช้วิธีในการประเมินที่หลากหลาย

มีความเกี่ยวข้อง และเหมาะสมกับสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตจริงที่แตกต่างกัน และควรจะต้องประเมินอย่างต่อเนื่อง เพื่อที่จะทำให้ครูผู้สอนทราบถึงพัฒนาการ และความสามารถของนักเรียนได้ดียิ่งขึ้น รวมทั้งส่งเสริมให้นักเรียนพัฒนาตนเองได้ และสามารถนำไปใช้ในการดำเนินชีวิตได้

2 การวัดและประเมินผลด้านความสามารถ (Performance Assessment) การประเมินความสามารถของนักเรียน จากการแสดงออกจากระบบการทำงานต่าง ๆ ครูผู้สอนจะประเมินผลจากระบบการทำงาน กระบวนการคิดขั้นสูง และผลงาน ซึ่งจะต้องมอบหมายงานให้กับนักเรียนได้ทำ และกำหนดชิ้นงานให้กับนักเรียน นอกจากนี้ยังจะต้องมีการกำหนดวัตถุประสงค์ของงาน วิธีการทำงาน เกณฑ์การให้คะแนนที่ต้องมีความชัดเจน มีตัวอย่างเพื่อให้ให้นักเรียนได้ศึกษาสร้างสถานการณ์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริง และต้องมีการทดสอบโดยใช้แบบทดสอบข้อเขียน

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า การวัดประเมินผลการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เป็นการวัดการพัฒนาการในทักษะด้านต่าง ๆ ของนักเรียน ซึ่งการวัดประเมินผลของนักเรียนสามารถประเมินได้จากการประเมินจากสภาพจริง ซึ่งครูผู้สอนอาจจะประเมินได้จากทักษะการคิดระดับสูง กระบวนการทำงาน การสื่อสาร เจตคติ และความสามารถในการแก้ปัญหา ที่มีการนำมาใช้ในชีวิตประจำวัน และการวัดและประเมินผลด้านความสามารถ เป็นการประเมินความสามารถของนักเรียน จากการแสดงออกของกระบวนการทำงานต่าง ๆ ครูผู้สอน จะประเมินผลจากระบบการทำงาน กระบวนการคิดขั้นสูง และผลงาน โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนที่ชัดเจน

2. การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

2.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

Carter V.Good (1973, p. 103) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์การเรียน โดยสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นความรู้ทักษะที่ได้รับมาจากการเรียนการสอน โดยมีครูผู้สอนเป็นผู้วัดประเมินผลการเรียนรู้หรือให้คะแนนกับนักเรียนโดยใช้แบบทดสอบ

ศิริชัย กาญจนวสี (2552, น. 166) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยสรุปได้ว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นผลมาจากกระบวนการจัดการเรียนรู้ โดยมีการกำหนดแผนการเรียนรู้ไว้ล่วงหน้า ซึ่งมีแบบทดสอบเพื่อใช้ในการวัดการเรียนรู้ มีกิจกรรมที่มีครูผู้สอนได้จัดขึ้นให้กับนักเรียนเพื่อใช้ในการวัดทักษะความรู้ จากสิ่งที่นักเรียนได้เรียนหลังจากผ่านการเรียนรู้มาแล้ว หรือ เพื่อป้องกันความรู้อันที่นักเรียนได้รับจากสถานภาพการเรียนรู้ที่ผ่านมา

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นการวัดความรู้ ทักษะ และการพัฒนาทางด้านต่าง ๆ ของนักเรียน ซึ่งวัดหลังจากจบการเรียนการสอนและทำกิจกรรมการเรียนรู้เรียบร้อยแล้ว โดยมีแบบทดสอบซึ่งเป็นเครื่องมือที่ใช้เพื่อวัดการเรียนรู้ว่ามีการพัฒนามากขึ้นหรือไม่อย่างไร

2.2 องค์ประกอบของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

ประสาท เนิ่งเฉลิม (2558, น. 119-126) ได้อธิบายถึงการวัดและประเมินการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยสรุปได้ว่า การวัดและประเมินการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ เป็นแนวทางที่ใช้ในการประเมินการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งมีองค์ประกอบสำคัญหลักๆ 3 องค์ประกอบ ดังนี้

1. ด้านพุทธิพิสัย (Cognitive Domain) เป็นการวัดพฤติกรรมของนักเรียนในด้านต่างๆ ได้แก่

1.1 ด้านความรู้ เป็นการวัดในเรื่องของความจำจากเรื่องที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจำแนกออกเป็น 9 ประเภทได้แก่ (1) ความรู้เกี่ยวกับความจริง (2) ความรู้เกี่ยวกับมโนทัศน์ (3) ความรู้เกี่ยวกับหลักการและกฎวิทยาศาสตร์ (4) ความรู้ที่เป็นข้อตกลงร่วมกันของนักวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับ อักษรย่อเครื่องหมายต่าง ๆ เช่น H แทนความหมายของ ไฮโดรเจน (5) ความรู้ที่เกี่ยวข้องกับขั้นตอนของปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นเองในธรรมชาติ (6) ความรู้เกี่ยวกับเกณฑ์ในการแบ่งประเภทสิ่งของต่างๆ ในธรรมชาติ ที่มีกฎเกณฑ์เป็นมาตรฐาน (7) ความรู้เกี่ยวกับเทคนิคและวิธีการทางวิทยาศาสตร์ (8) ความรู้เกี่ยวข้องกับศัพท์ทางวิทยาศาสตร์ และ (9) ความรู้เกี่ยวข้องกับทฤษฎี

1.2 ความเข้าใจ เป็นการวัดพฤติกรรมของนักเรียน เพื่อให้เห็นถึงความรู้ความเข้าใจในการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ (1) ความเข้าใจในข้อเท็จจริงวิธีการกฎเกณฑ์หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง และ (2) ความเข้าใจที่เกี่ยวกับการแปลความหมายข้อเท็จจริงคำศัพท์มโนทัศน์หลักการและทฤษฎีที่อยู่ในรูปสัญลักษณ์หนึ่งไปเป็นสัญลักษณ์อื่นได้

1.3 ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นการวัดด้านพฤติกรรมของนักเรียนในการค้นคว้าและแก้ปัญหาด้วยกระบวนการวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และ เจตคติทางวิทยาศาสตร์

1.4 ด้านการนำความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ วัดพฤติกรรมนักเรียนโดยมีการนำความรู้ มโนทัศน์ หลักการ กฎ และทฤษฎี เพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่เกิดขึ้น แบ่งเป็น 3 ประเภท ได้แก่ (1) ปัญหา ที่เป็นเรื่องของวิทยาศาสตร์ในสาขาเดียวกัน (2) ปัญหาที่เป็นเรื่องของวิทยาศาสตร์ในสาขาอื่น และ (3) ปัญหาที่เป็นเรื่องของการนำวิทยาศาสตร์ไปประยุกต์ใช้

2. ด้านจิตพิสัย (Affective Domain) เป็นการวัดพฤติกรรมด้านความรู้สึก อารมณ์ และระดับการยอมรับหรือปฏิเสธ โดยมีแนวโน้มทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

2.1 เจตคติ เป็นพฤติกรรมที่มีความเกี่ยวข้องกับความรู้สึกในทางวิทยาศาสตร์ แบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ (1) เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ (2) เจตคติต่อกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และ (3) เจตคติเชิงวิทยาศาสตร์

2.2 ความพึงพอใจ เป็นการวัดพฤติกรรมของนักเรียนที่บ่งบอกถึงความพึงพอใจ จากประสบการณ์การเรียนรู้ ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ โดยมาจากการพูดการเขียนหรือการแสดงตอบสนองท่าทีที่มีความสนุกสนานเพลิดเพลิน

2.3 ความสนใจ เป็นพฤติกรรมของนักเรียน ที่แสดงออกในขณะร่วมทำกิจกรรมหรือมีความใส่ใจต่อการเปลี่ยนแปลงของวิทยาศาสตร์ที่มีความก้าวหน้าเพิ่มมากขึ้น

3. ด้านทักษะพิสัย (Psychomotor Domain) ประกอบไปด้วย 2 ทักษะ ดังนี้

3.1 ทักษะการใช้เครื่องมือปฏิบัติการทั่วไป เป็นการเน้นให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะการใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้องและคล่องแคล่ว

3.2 ทักษะการปฏิบัติการทดลองได้อย่างประณีตและปลอดภัย จะเป็นการพัฒนาทักษะนักเรียนให้นักเรียนมีความละเอียดรอบคอบ และมีความระมัดระวัง

นอกจากนี้การจัดการเรียนรู้จะต้องมีการประเมินการเรียนรู้ไปพร้อมกันด้วยจึงมีแนวทางในการประเมินการเรียนรู้ ตามขั้นตอนดังนี้

1. การสังเกต (Observation) เป็นการประเมินที่ครูครูผู้สอนจะต้องอาศัยการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน เพื่อวิเคราะห์รูปแบบการเรียนรู้การออกแบบและการพัฒนานวัตกรรมเพื่อใช้ในการสอนรวมทั้งการวัดประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียน เพื่อที่จะได้นำข้อมูลที่สังเกตมาวิเคราะห์และตีความจากสิ่งที่ได้สังเกตเห็น

2. การรายงานด้วยตนเอง (Self-report) เป็นการประเมินโดยที่ให้นักเรียนได้สะท้อนแนวคิดของตนออกมา ครูผู้สอนอาจจะใช้วิธีการ “การคิดออกเสียง (Think aloud)” ซึ่งเป็นการคิดและได้มีการบันทึกข้อมูลออกมา โดยที่สามารถสื่อสารให้กับบุคคลอื่นได้ ซึ่งการรายงานตนเองจะต้องสามารถตรวจสอบได้หรือการแลกเปลี่ยนการเรียนรู้จากการประเมินร่วมกันกับเพื่อนในชั้นเรียน

3. การสัมภาษณ์ (Interview) เป็นการศึกษาพฤติกรรมของนักเรียนรายการสนทนา สัมภาษณ์เป็นรายบุคคลหรือเป็นกลุ่ม เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนอยากมีส่วนร่วมในการเรียนทางวิทยาศาสตร์ เช่น อยากถาม อยากอธิบาย อยากพูดคุยกับครูผู้สอน

4. การสอบถาม (Questionnaires) เป็นการศึกษาพฤติกรรมของนักเรียนที่มีจำนวนมาก เพื่อวิเคราะห์สภาพการจัดการเรียนรู้การออกแบบการเรียนรู้ หรือเพื่อศึกษาพฤติกรรมของนักเรียนหลังจากการใช้นวัตกรรมทางการศึกษาไปแล้ว ว่าเป็นอย่างไร เช่นการสอบถามความพึงพอใจที่มีการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ การสอบถามเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ เป็นต้น

5. การทดสอบ (Testing) เป็นการวัดประเมินออกมาในเชิงปริมาณ โดยวัดจากความรู้ความเข้าใจ และความถนัด โดยอาศัยแบบทดสอบ ที่เป็นเครื่องมือที่สร้างขึ้นมาเพื่อใช้ในการวัด ซึ่งแบบทดสอบจะต้องมีมาตรฐาน ผ่านการวิเคราะห์เนื้อหาและกระบวนการต่าง ๆ มาแล้ว เช่นแบบทดสอบเพื่อวัดการคิดวิเคราะห์ แบบทดสอบเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นต้น

การประเมินการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ จะช่วยทำให้ครูผู้สอนสามารถออกแบบการจัดการเรียนรู้ได้อย่างเหมาะสม และประเมินพัฒนาการของนักเรียนระหว่างเรียนหรือหลังเรียน เพื่อให้ครูผู้สอน และนักเรียนมีศักยภาพดีขึ้น

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ เป็นแนวทางที่ใช้ในการประเมินการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ ประกอบไปด้วย 3 องค์ประกอบหลัก ได้แก่ (1) ด้านพุทธิพิสัย เป็นการวัดพฤติกรรมของนักเรียนในด้านความรู้ ด้านความเข้าใจ ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และด้านการนำความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ (2) ด้านจิตพิสัย เป็นการวัดพฤติกรรมด้านความรู้สึก อารมณ์ เจตคติ ความพึงพอใจ และความสนใจ (3) ด้านทักษะพิสัย ประกอบไปด้วย 2 ทักษะ คือ ทักษะการใช้เครื่องมือปฏิบัติการทั่วไป และทักษะการปฏิบัติการทดลองได้อย่างประณีตและปลอดภัย การจัดการเรียนรู้จะต้องมีแนวทางในการประเมินการเรียนรู้ตามขั้นตอน ประกอบด้วย การสังเกต การรายงานด้วยตนเอง การสัมภาษณ์ การสอบถาม และการทดสอบ

2.3 การสร้างแบบทดสอบเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์นั้น ครูผู้สอนสามารถวัดได้จากพฤติกรรมทางด้านพุทธิพิสัยด้วยการใช้แบบทดสอบเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ตามทฤษฎีของ Bloom (1956) พุทธิพิสัยจากการสังเคราะห์วัตถุประสงค์การเรียนรู้ เป็น 6 ระดับได้แก่ ความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า เพื่อให้ได้แบบทดสอบที่สอดคล้องตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และต่อมา ได้มีการแก้ระดับพฤติกรรมพุทธิพิสัย แอนเดอร์สัน และครอว์ทอลล์ (Anderson and Krathwohl, 2001) ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงคำที่ใช้ในแต่ละระดับพฤติกรรมให้เป็นคำกริยา รวมทั้งยังจัดเรียงมิติพุทธิพิสัย ออกเป็น 2 มิติ คือ (ณัฐภรณ์ หลาวทอง, 2559, น. 38)

1. มิติด้านกระบวนการพุทธิพิสัย (Cognitive Knowledge Dimension) ประกอบด้วย (1) จำ (Remember) เป็นการจดจำข้อมูลสารสนเทศที่เกิดจากความจำระยะยาว มีคำบ่งชี้ คือ ระบุ บอก จดจำ ระลึก (2) เข้าใจ (Understand) เป็นการสร้างความหมายจากข้อความ โดยการบรรยาย เขียน หรือ วาดภาพเพื่อสื่อสาร มีคำบ่งชี้ คือ แปลความหมาย ยกตัวอย่าง จัดประเภท ให้ข้อสรุป อ้างอิงถึง เปรียบเทียบ อธิบาย (3) ประยุกต์ใช้ (Apply) เป็นการนำความรู้ไปใช้ในสถานการณ์เฉพาะ มีคำบ่งชี้ คือ ปฏิบัติการ ประยุกต์ ดำเนินการ (4) วิเคราะห์ (Analysis) เป็นการจำแนกสิ่งต่าง ๆ ให้เป็นองค์ประกอบย่อย ๆ และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบเหล่านั้น มีคำบ่งชี้ คือ บอกความแตกต่าง จำแนก จัดระบบ (5) ประเมิน (Evaluate) เป็นการตัดสินสิ่งต่าง ๆ โดยใช้เกณฑ์ หรือมาตรฐาน มีคำบ่งชี้ คือ ตรวจสอบ วิพากษ์วิจารณ์ ตัดสิน และ (6) สร้างสรรค์ (Create) เป็นการสร้างสิ่งต่าง ๆ ให้เป็นรูปแบบใหม่ หรือ

โครงสร้างใหม่โดยการนำองค์ประกอบพื้นฐานต่าง ๆ มารวมกัน เพื่อทำหน้าที่ใหม่ หรือมีการจัดเรียงเพื่อเป็นสิ่งใหม่ มีคำบ่งชี้ คือ ตั้งสมมุติฐาน วางแผน สร้าง ผลิต การออกแบบ

2. มิติของระดับความรู้ (Knowledge Dimension) ประกอบไปด้วย (1) ความจริง (fact) คำอธิบาย เป็นความรู้เบื้องต้นหรือหลักความรู้พื้นฐานที่นักเรียนควรมีความรู้ เกี่ยวกับเรื่องใดเรื่องหนึ่ง เช่น คำศัพท์ ความรู้เฉพาะ รายละเอียด ในองค์ประกอบความรู้ย่อย (2) มโนทัศน์ (concept) เป็นความสัมพันธ์ระหว่างความรู้พื้นฐานต่าง ๆ ในโครงสร้างที่ใหญ่ขึ้น และแสดงถึงการทำงานความเชื่อมโยงระหว่างความรู้พื้นฐานย่อย ๆ เหล่านั้น เช่น การจัดประเภทหมวดหมู่ หลักการ ทัวไป ทฤษฎี โครงสร้างความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิด (3) การดำเนินการ (procedure) เป็นวิธีการในการค้นหาคำตอบ ทักษะกระบวนการเทคนิควิธีที่ใช้ในการได้มา ซึ่งคำตอบหรือข้อความรู้ ความรู้เกี่ยวกับเกณฑ์ในการบอกระดับความเหมาะสมของกระบวนการ (4) อภิปัญญา (Metacognitive) เป็นความรู้เกี่ยวกับพุทธิปัญญา มีความตระหนักในการคิดของตนเอง เช่น ความรู้เกี่ยวกับการแสวงหาความรู้ ความรู้เกี่ยวกับเงื่อนไขและบริบทที่เหมาะสม ความรู้เกี่ยวกับตนเอง แบบทดสอบ ถือเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หลังจากที่ได้มีการเรียนรู้และทำกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่องไฟฟ้า ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 แล้ว โดยมีขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบดังนี้

2.1 กำหนดจุดมุ่งหมายหรือวัตถุประสงค์ของการเรียนการสอน เพื่อให้สามารถแปลเป็นพฤติกรรมที่สังเกตได้หรือเรียกว่า การทำวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

2.2 ออกแบบการทดสอบและเตรียมตารางวิเคราะห์แบบสอบ โดยที่ครูผู้สอนควรวางแผนในการจัดการเรียนรู้ว่าจะต้องทดสอบกี่ครั้ง เวลาใด ซึ่งการออกแบบการทดสอบจะต้องมีการวัดประเมินให้ครอบคลุมกับวัตถุประสงค์ในการเรียน และเตรียมวิเคราะห์หลักสูตรหรือตารางผังข้อสอบ (Table of specification) หรือแบบพิมพ์เขียว (Test blueprint) เพื่อเป็นกรอบในการสร้างข้อสอบ

2.3 สร้างข้อสอบให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์และตารางวิเคราะห์แบบทดสอบ การสร้างแบบทดสอบควรที่จะสร้างข้อสอบให้มากกว่าที่ต้องการ เพื่อนำมาใช้ในการเลือกข้อสอบต่อไป

2.4 การคัดเลือกข้อสอบ จะต้องคำนึงถึงเนื้อหาเรื่องที่เรียน ความสอดคล้องของวัตถุประสงค์ ความถูกต้อง หลักในการเขียนและการใช้ภาษา ความเหมาะสมของตัวลง ความถูกต้องของตัวเลือก เพื่อให้ได้ข้อสอบตามปริมาณจำนวนข้อสอบที่ต้องการ ตามที่กำหนดไว้ในตารางการวิเคราะห์ข้อสอบ

2.5 จัดเรียงข้อสอบเข้าสู่แบบสอบ ผู้สร้างแบบทดสอบควรนำส่วนที่มีรายละเอียดเกี่ยวกับชื่อวิชา หรือชื่อแบบสอบ คำชี้แจงที่ปรากฏข้อมูล เกี่ยวกับส่วนประกอบในแต่ละตอนของข้อสอบ วิธีการตอบ เวลาที่ใช้ในการสอบ กฎกติกาที่ผู้รับการทดสอบควรทราบ และกระทำในระหว่าง การทดสอบ สำหรับส่วนเนื้อหา ประกอบด้วย ตัวข้อสอบซึ่งประกอบด้วย คำถาม ตัวเลือก และกระดาษคำตอบ

2.6 ทบทวนและประเมินข้อสอบก่อน นำไปใช้ตามกรอบในการประเมิน คือ ความสมดุล (Balance) ความสอดคล้อง (Relevance) ความชัดเจน (Conciseness) ความสมเหตุสมผล (Soundness) ความเป็นอิสระ (Independence) การจัดเรียง (Arrangement) ลำดับตัวเลข (Numbering) คำชี้แจง (Direction) การเว้นระยะ (Spacing) การพิมพ์ (Typing)

2.7 การบริหารการทดสอบและการตรวจให้คะแนน ซึ่งมีการดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้ (1) เตรียมแบบสอบให้มีมากกว่าจำนวนผู้รับการทดสอบอย่างน้อยร้อยละ 5 ของจำนวนผู้รับการทดสอบทั้งหมด (2) ลดการแทรกแซงระหว่างการบริหารการทดสอบให้น้อยที่สุด (3) เตรียมสถานที่ แสงสว่าง อุณหภูมิ ความเงียบ อย่างเหมาะสม (4) เว้นระยะห่างระหว่างผู้รับการทดสอบให้เหมาะสม เพื่อป้องกันการลอกข้อสอบ (5) ตรวจสอบไม่ให้ผู้รับการทดสอบนำอุปกรณ์การสื่อสารหรืออุปกรณ์ที่ไม่จำเป็นเข้ามาในห้องสอบ (6) คำชี้แจงควรมีความชัดเจนเพียงพอ ที่จะให้ข้อมูลผู้รับการทดสอบทั้งหมด และต้องแจ้งให้ผู้รับการทดสอบทราบทางวาจาด้วย (7) คุมสอบด้วยกระบวนการที่เป็นมาตรฐาน มีการจับเวลาและปฏิบัติตามหลักการ บริหารการทดสอบที่กำหนดไว้ (8) การให้คะแนน ควรเฉลี่ยให้ถูกต้องและเจาะในกระดาษที่จัดเตรียมไว้ และ (9) การตรวจข้อสอบด้วยคอมพิวเตอร์ ควรตรวจสอบกระดาษคำตอบของนักเรียนแต่ละข้อไม่กากบาทหรือฝนรหัสเกิน 1 ตัวเลือก

2.8 วิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบ สามารถทำในโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลในการทดสอบ โดยวิเคราะห์จากข้อมูลสถิติบรรยายเบื้องต้น ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด และวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบ ได้แก่ ความยาก อำนาจจำแนก หากข้อสอบมีตัวลวง จึงต้องตรวจสอบประสิทธิภาพตัวลวง ความเที่ยง ความตรงของแบบทดสอบ

2.9 ปรับปรุงข้อสอบ เมื่อวิเคราะห์คุณภาพของข้อสอบแล้ว หากมีข้อผิดพลาดในข้อสอบ ต้องดำเนินการปรับปรุงแก้ไขแบบทดสอบ เพื่อนำมาใช้ในครั้งต่อไป

การวัดพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัยในวิชาวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ความรู้ความจำ ความเข้าใจ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ ซึ่งในการสร้างแบบทดสอบเพื่อนำมาใช้ในการวัดความรู้ด้านพุทธิพิสัยนั้น จึงจำเป็นต้องให้สร้างแบบทดสอบให้ครอบคลุมและเที่ยงตรง ตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้ โดยมีขั้นตอนในการวางแผนออกแบบแบบทดสอบด้านพุทธิพิสัย ตามขั้นตอน ดังนี้ (สมคิด พรหมจ้อย, 2560, น. 19)

1. การกำหนดจุดมุ่งหมายของการสร้างแบบทดสอบ เป็นตัวกำหนดจุดมุ่งหมายถึงความเหมาะสม ที่จะนำแบบทดสอบไปใช้ในการวัดผลการเรียนรู้ โดยที่เนื้อหาของข้อสอบจำเป็นที่จะต้องมุ่งไปที่ การค้นหาจุดอ่อนและจุดแข็งของนักเรียนแต่ละคนเพื่อนำมาปรับปรุงในการจัดการเรียนรู้

2. การกำหนดลักษณะของข้อสอบ ควรมีข้อคำนึง ดังนี้ (1) การเลือกแบบข้อสอบ ให้มีความเหมาะสมกับเนื้อหาวิชา ความเหมาะสมกับสภาพการสร้างแบบทดสอบ ความเหมาะสมกับระบบตรวจข้อสอบ และความเหมาะสมในการดำเนินการสอบ (2) การกำหนดด้วยความยาวของข้อสอบ และการ

กำหนดช่วงเวลาที่ใช้ในการสอบ (3) กำหนดจำนวนข้อที่ใช้ในการทดสอบ ผู้สร้างแบบทดสอบควรจะต้องสร้างจำนวนข้อของแบบทดสอบให้มากกว่าที่จะสร้างฉบับจริง เนื่องจากหากนำไปวิเคราะห์แล้ว พบว่ามีข้อสอบอยู่จำนวนหนึ่ง ที่ใช้ไม่ได้และต้องตัดทิ้ง ดังนั้นจึงควรสร้างข้อสอบเผื่อไว้ประมาณ 20 -30% (4) กำหนดความยากของข้อสอบ โดยจะต้องขึ้นอยู่กับจุดมุ่งหมายของการทดสอบเป็นสำคัญ (5) กำหนดวิธีการดำเนินการสอบ เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบจะต้องกำหนดวิธีการดำเนินการสอบไว้เพื่อให้ผู้เข้าสอบสามารถทำได้ถูกต้องโดยจะต้องมีการชี้แจงของแบบทดสอบ เวลา จำนวนข้อและลักษณะของกระดาษคำตอบ เป็นต้น

3. การกำหนดเนื้อหาของข้อสอบจำเป็นที่จะต้องมี เนื้อหาวิชาคู่กับวัตถุประสงค์ที่มุ่งหวังและการให้น้ำหนักความสำคัญ ของหัวข้อจากความสำคัญมาก สำคัญน้อยแตกต่างกัน

4. การจัดทำแผนผังการสร้างข้อสอบ เป็นการกำหนดว่าแบบทดสอบที่ต้องใช้ ควรมีจำนวนข้อเพื่อใช้วัดเนื้อหา วัตถุประสงค์และพฤติกรรมใดบ้าง อย่างละกี่ข้อ และมีการใช้ข้อสอบประเภทใดบ้าง

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าการวัดพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัยของนักเรียน ตามทฤษฎีของ Bloom นั้น มีการแบ่งพฤติกรรมออกเป็น 6 ระดับ ได้แก่ ความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์และการประเมินค่า ต่อมา แอนเดอร์สัน และครอว์ทอลล์ ได้มีการเรียงจัดมิติพุทธิพิสัยออกเป็น 2 มิติ คือ มิติด้านกระบวนการพุทธิพิสัย (Cognitive Knowledge Dimension) ประกอบด้วยจำ (Remember) เข้าใจ (Understand) ประยุกต์ใช้ (Apply) วิเคราะห์ (Analysis) ประเมิน (Evaluate) สร้างสรรค์ (Create) และมิติของระดับความรู้ (Knowledge Dimension) ประกอบไปด้วย ความจริง (Fact) มโนทัศน์ (Concept) การดำเนินการ (Procedure) และอภิปัญญา (Metacognitive) ซึ่งแบบทดสอบ ถือเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หลังจากที่ได้มีการเรียนรู้และทำกิจกรรม สะเต็มศึกษา โดยมีขั้นตอน ครอบคลุม การกำหนดวัตถุประสงค์ในการเรียนการสอนหรือจุดมุ่งหมายในการสร้างแบบทดสอบ ทำแผนผังออกแบบการทดสอบและเตรียมวิเคราะห์แบบทดสอบ (Table blueprint) กำหนดเนื้อหาของข้อสอบให้มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ คัดเลือกข้อสอบ และกำหนดลักษณะของข้อสอบ จัดเรียงข้อสอบ ทบทวน ตรวจสอบและทำการประเมินคุณภาพข้อสอบก่อนนำไปใช้จริง บริหารการทดสอบและการตรวจเพื่อให้คะแนน วิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบ และหากข้อสอบมีความบกพร่อง ควรทำการปรับปรุงแก้ไขก่อนนำไปใช้

3. การวัดความคิดสร้างสรรค์วิชาวิทยาศาสตร์

3.1 ความหมายของความคิดสร้างสรรค์

จากการศึกษาความหมายของความคิดสร้างสรรค์ มีนักการศึกษาได้อธิบายได้ ดังนี้ Guilford (1967 อ้างถึงใน สุวิทย์ มูลคำ, 2559, น. 85) ได้กล่าวถึง ความหมายของการคิดสร้างสรรค์ว่า เป็นการคิดแบบเอกลัคน์ ที่มุ่งเน้นความสามารถ ในการผลิตความคิดทั้งในเชิงปริมาณ และคุณภาพ นับว่าเป็นกระบวนการนำไปสู่การประดิษฐ์สิ่งแปลกใหม่ รวมถึงการค้นพบการแก้ปัญหา

Torrance (1962 อ้างถึงใน สุวิทย์ มูลคำ, 2559, น. 85) ได้กล่าวถึง ความหมายของการคิดสร้างสรรค์ว่า เป็นกระบวนการบูรณาการ ประสบการณ์ทั้งหมดที่ผ่านมา เพื่อสร้างรูปแบบใหม่ ความคิดใหม่ หรือผลผลิตใหม่ที่แตกต่างไปจากเดิม

Piltz and Sund (1969, p. 4) ได้กล่าวถึง ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ ว่าเป็นแนวทางในการคิดและการกระทำ โดยอาศัยหลักการและกระบวนการต่าง ๆ เพื่อใช้ในการแก้ปัญหา ซึ่งจะเน้นจากความคิดริเริ่ม ไปจนถึงการเริ่มพัฒนาความคิด เพื่อให้ได้ผลผลิตของความคิดสร้างสรรค์ เน้นความคิดใหม่ๆ และความมีศิลปะเข้ามารวมใช้ด้วยกัน

Earp (1974, pp. 178-179) ได้อธิบายความหมายของความคิดสร้างสรรค์โดยสรุปได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์จะเน้นไปที่หลักกระบวนการ (process) และผลผลิต (product) ความคิดสร้างสรรค์ของแต่ละคนจะมีความแตกต่างกันไปตามวิถีแนวความคิดสร้างสรรค์ของแต่ละคน จนเกิดเป็นกระบวนการและผลผลิต สิ่งๆ ที่คิดใหม่ๆ ที่มีลักษณะ หรือมีเอกลักษณ์เฉพาะตัว

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (2556, น. 4) ได้อธิบายความหมายของความคิดสร้างสรรค์ โดยสรุปว่า เป็นการริเริ่มสร้างสรรค์ สิ่งใหม่ที่มีความแตกต่างไปจากเดิม เพื่อให้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้

นวลจิตต์ เขาวงศ์พิงศ์ (2560, น. 6) ได้อธิบายความหมายของความคิดสร้างสรรค์ โดยสรุปว่า การแก้ปัญหาเป็นตัวกระตุ้นทำให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ และกระบวนการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของแต่ละคน โดยมีการเชื่อมโยงการคิดต่าง ๆ เข้ามารวมด้วยกัน เพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหา หรืออาจสร้างสรรค์เป็นสิ่งประดิษฐ์ ที่มีคุณค่าขึ้นมาได้

ชัยรัตน์ สุทธิรัตน์ (2561, น. 86) ได้กล่าวถึงความหมายของความคิดสร้างสรรค์ว่า เป็นการคิดแบบเอกลัคน์ที่บูรณาการจากประสบการณ์ ที่บูรณาการประสบการณ์ที่มีมาแล้ว สร้างรูปแบบความคิดใหม่หรือผลผลิตที่แตกต่างไปจากเดิม เพื่อแก้ปัญหาเรื่องใดเรื่องหนึ่ง

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์ คือการบูรณาการองค์ความรู้ต่าง ๆ จากวิชาความรู้ และจากประสบการณ์ต่าง ๆ มาแก้ปัญหา สร้างสรรค์หรือพัฒนาชิ้นงานใหม่ที่มีความแปลกใหม่ เกิดเป็นชิ้นงานที่มีประโยชน์ สามารถนำมาใช้ได้ มีคุณภาพ และมีประสิทธิภาพที่ดี

3.2 องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์

ในงานวิจัยนี้ได้ใช้ทฤษฎีโครงสร้างทางสติปัญญาของกิลฟอร์ด โดยมีองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ ดังนี้

Guilford (อ้างถึงใน สุวิทย์ มูลคำ, 2559, น. 19) ได้อธิบายความคิดสร้างสรรค์จากความสามารถทางสมองที่เกิดขึ้น อย่างหลากหลาย ซึ่งมีลักษณะการคิดแบบเอกลักษ์ ดังนี้

1. ความคิดคล่องแคล่ว (Fluency) เป็นความสามารถในการตอบเพื่อให้ได้คำตอบมากที่สุด ในเวลาที่กำหนด และคำตอบมีความชัดเจนถูกต้อง เน้นคำตอบให้มีมากที่สุดโดยการนับคะแนนจะนับคะแนนจากคำตอบที่ไม่ซ้ำกัน

2. ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) เป็นความคิดที่จะมีลักษณะเน้นคำตอบที่เป็นประเภทใหญ่ ๆ คำตอบมีการจัดหมวดหมู่มีหลักเกณฑ์ ซึ่งถ้าหากในแต่ละคำตอบของแต่ละความคิดไม่มีทิศทางที่ซ้ำกัน แสดงว่านักเรียนเป็นผู้มีความคิดยืดหยุ่น

3. ความคิดริเริ่ม (Originality) เป็นความคิดที่มีความแปลกใหม่ ต่างจากความคิดเดิมที่เคยมีอยู่ หรืออาจจะเกิดจากการนำความรู้ที่มีอยู่มาดัดแปลงปรับปรุง เพื่อให้เกิดเป็นสิ่งใหม่ขึ้น

4. ความคิดละเอียดลออ (Elaboration) เป็นความคิดที่สามารถบอกถึงรายละเอียด ในสิ่งที่ผู้อื่นมองไม่เห็น

จันทรา ด้านคงรักษ์ (2561, น. 4) ได้อธิบายองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ จากโครงสร้างทฤษฎีของกิลฟอร์ด (Guilford) ว่า เป็นการคิดที่ซับซ้อน หลากหลายแนวทาง หลายทิศทาง ประกอบด้วยดังนี้

1. ความคิดริเริ่ม (Originality) หมายถึง ความคิดที่แปลกใหม่ แตกต่างจากบุคคลอื่น อาจเกิดจากการดัดแปลงจากความคิดเดิมที่มีอยู่ นำมาพัฒนาให้เกิดเป็นสิ่งที่ใหม่ ที่เกิดประโยชน์ต่อตนเองและสังคม

2. ความคิดคล่องแคล่ว (Fluency) หมายถึง ความคิดที่คล่องตัว ต่อการคิดตอบสนองต่อสิ่งเร้าได้ เพื่อให้ได้ปริมาณมากที่สุดเท่าที่จะทำได้ หรือการคิดหาคำตอบอย่างรวดเร็วภายในเวลาที่กำหนด แบ่งเป็น 4 ประเภท ดังนี้

- 2.1 ความคิดคล่องด้านถ้อยคำ (Word Fluency) เป็นความสามารถในการใช้ถ้อยคำอย่างคล่องแคล่ว

2.2 ความคิดคล่องเรื่องการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ (Associational Fluency) เป็นความสามารถในการคิดเพื่อหาถ้อยคำที่เหมือนและแตกต่างกัน เพื่อให้ได้คำตอบมากที่สุด ในเวลาที่จำกัด

2.3 ความคิดคล่องแคล่วด้านการแสดงออก (Expressional Fluency) เป็นความสามารถในการใช้วลี ประโยค โดยสามารถนำมาเรียงกันได้อย่างรวดเร็ว

2.4 ความคิดคล่องแคล่วในการคิด (Ideal Fluency) เป็นความสามารถในการคิด ถึงสิ่งที่ต้องการในเวลาที่กำหนด

3. ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) หมายถึง ความสามารถในการคิดคำตอบ ได้หลากหลายแนวทาง เป็นความสามารถในการปรับความคิดจากในสถานการณ์ต่าง ๆ โดยแบ่งเป็น 2 ประเภท ดังนี้

3.1 ความคิดยืดหยุ่นที่เกิดขึ้นทันที (Spontaneous Flexibility) เป็นความสามารถที่คิดได้หลายประเภท อย่างอิสระ ซึ่งผู้ที่มีความคิดยืดหยุ่นจะสามารถตอบคำถามได้หลายคำตอบ ส่วนผู้ที่ไม่มีความคิดยืดหยุ่นจะตอบคำถามได้เพียง 1 คำถาม หรือตอบคำถามได้น้อย

3.2 ความคิดยืดหยุ่นทางการดัดแปลง (Adaptive Flexibility) เป็นความสามารถในการคิดที่ได้มาจากการดัดแปลง จากความรู้และประสบการณ์ที่มีอยู่มาใช้ให้เกิดประโยชน์ ซึ่งผู้ที่มีความคิดยืดหยุ่นจะนำความรู้และประสบการณ์รอบ ๆ ตัว มาดัดแปลงโดยไม่ซ้ำกัน

4. ความคิดละเอียดลออ (Elaboration) เป็นการคิดถึงรายละเอียดเพื่อขยายความคิดหลัก ให้มีความสมบูรณ์มากขึ้น ซึ่งความคิดละเอียดลออถือเป็นความคิดที่จำเป็นในการสร้างผลงานให้แปลกใหม่

ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ (2561, น. 83) ได้อธิบายองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ จากโครงสร้างทฤษฎีของกิลฟอร์ด (Guilford) ว่า เป็นความคิดทางสมอง ที่กว้างหลายทิศทาง หรือเรียกการคิดนี้ว่าการคิดแบบเอกนัย แบ่งออกเป็น 4 ประการ คือ

1. ความคิดริเริ่ม (Originality) หมายถึง ลักษณะการคิดที่แปลกใหม่ แตกต่างจากความคุ้นเคยที่มีอยู่ อาจแสดงออกในรูปลักษณะของผลผลิต หรือกระบวนการคิดซึ่งจะช่วยให้เห็นถึงความสัมพันธ์ที่มีความแตกต่างไปจากเดิม

2. ความคล่องแคล่วในการคิด (Fluency) หมายถึง เป็นความสามารถในการคิดแตกต่างหลากหลายทิศทาง ภายใต้เวลาที่จำกัด ถือเป็นความคิดเบื้องต้นที่นำไปสู่การคิดที่ทำให้มีคุณภาพ เพื่อสามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3. ความยืดหยุ่นในด้านการคิด (Flexibility) หมายถึง การคิดที่ไม่อยู่ภายใต้กฎเกณฑ์หรือความเคยชิน ซึ่งจะช่วยให้มองเห็นสิ่งต่าง ๆ หลากหลายนุ่มนวล จึงถือเป็นการสนับสนุนความคิดคล่องแคล่ว ให้มีการพัฒนาการคิดให้มีการแตกแขนงมากขึ้น ไม่ซ้ำกัน เพื่อนำไปสู่การคิดที่มีคุณภาพ และเกิดผลผลิตที่สร้างสรรค์ขึ้น

4. ความละเอียดลออในการคิด (Elaboration) หมายถึง การคิดตกแตงในรายละเอียด เพื่อขยายความคิดหลักให้สมบูรณ์ขึ้น ซึ่งความละเอียดลออในการคิด จะมีความสัมพันธ์สอดคล้องกับการสังเกต ผู้ที่มีความสังเกตได้ดีจะสามารถมองเห็นถึงรายละเอียดเล็ก ๆ น้อย ๆ ได้อย่างลึกซึ้ง

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์ตามทฤษฎีของ กิลฟอร์ด มีองค์ประกอบ 4 ประเภท ได้แก่ (1) ความคิดริเริ่ม เป็นความคิดที่แปลกใหม่ มีความแตกต่างไปจากความคิดเดิมที่มีอยู่ (2) ความคิดคล่องแคล่ว เป็นการคิดหาคำตอบเพื่อให้ได้ปริมาณของคำตอบที่มากที่สุดในเวลาที่กำหนด (3) ความยืดหยุ่นในด้านการคิด เป็นความสามารถในการคิดจัดประเภท จัดกลุ่ม จัดหมวดหมู่ ตามเกณฑ์ที่กำหนด โดยทำให้มองเห็นถึงความคิด ที่หลากหลายแนวทาง และ(4) ความละเอียดลออในการคิด เป็นการคิดที่จะ ทำให้มองเห็นถึงรายละเอียดของหัวข้อหลัก เพื่อขยายหัวข้อหลักให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

3.3 แนวการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์

Williams (1980, p. 165) ได้อธิบายถึง แนวทางการจัดการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาการคิดสร้างสรรค์นั้น มีรูปแบบการจัดกิจกรรมเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ โดยแบ่งออกเป็น 3 มิติ ได้แก่ (1) มิติด้านเนื้อหาวิชา (Subject Matter Content) (2) มิติด้านพฤติกรรมการสอนของครู (Teacher Behavior) และ (3) มิติด้านพฤติกรรมการเรียนของนักเรียน (Pupil Behavior)

1. มิติด้านเนื้อหาวิชา (Subject Matter Content) เป็นการนำเนื้อหา ทุกกลุ่มสาระมาใช้ในการสอนเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยได้นำวิธีการสอนจาก วิลเลียม นักจิตวิทยาชาวอเมริกัน ที่ได้เสนอรูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ 18 ลักษณะ โดยสรุปได้ ดังนี้

1.1 การพิจารณาข้อขัดแย้ง (Paradox) เป็นการสอนที่มีการเน้นเกี่ยวกับความคิดเห็น ความเชื่อต่าง ๆ ที่มีความขัดแย้งกันและการหาเหตุผลเพื่อนำมาใช้ในการสนับสนุนความคิดที่ขัดแย้งนั้น โดยครูผู้สอนควรฝึกให้นักเรียนได้ฝึกฝนการคิดที่ต่างไปจากเดิม โดยการใช้วิธีกำหนดหรือให้นักเรียนได้เลือกข้อความคิดที่เกิดความขัดแย้ง และให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นถึงประเด็นข้อความคิดนั้น ๆ

1.2 การพิจารณาคูณลักษณะนั้น ๆ (Attribute) เป็นการเน้นการคิดพินิจ วิเคราะห์จากลักษณะต่าง ๆ ที่ปรากฏให้มีมุมมองที่แปลกแตกต่างไปจากเดิม ครูผู้สอนควรใช้วิธีการสอนที่ให้นักเรียนได้ฝึกฝนการคิดที่แปลกแตกต่างไปจากเดิม

1.3 การอุปมาอุปมัย (Analogies) เป็นวิธีการสอนที่เน้นฝึกให้นักเรียนได้รู้จักการเปรียบเทียบลักษณะต่าง ๆ ที่เหมือนและต่างกันจากสิ่งของและสถานการณ์ที่ต่างกัน

1.4 การพิจารณาสิ่งที่คาดเคลื่อน (Discrepancies) เป็นวิธีการสอนที่เน้นให้นักเรียนได้ฝึกฝนการบอกสิ่งที่ผิดพลาด คลาดเคลื่อน ไม่สมบูรณ์ หรือการให้นักเรียนบอกถึงความผิดปกติที่ต่างไปจากความเป็นจริง

1.5 การใช้คำถามยั่ว (Provocative Question) เป็นวิธีการสอนที่มีลักษณะยั่วให้นักเรียนตอบคำถาม หรือยั่วให้นักเรียนค้นคว้าหาคำตอบด้วยตัวของนักเรียน โดยใช้คำถามที่มีลักษณะเป็นปลายเปิด เพื่อให้ นักเรียนสามารถตอบคำตอบได้มากกว่าหนึ่งคำตอบ

1.6 การเปลี่ยนแปลง (Example of change) เป็นวิธีการสอนที่เน้นการฝึกให้นักเรียน ได้รู้จักปรับปรุง ดัดแปลงสิ่งของต่าง ๆ ให้มีความแปลกแตกต่างไปจากเดิม โดยใช้คำถามถึงสิ่งที่เป็นไปได้และเป็นไปไม่ได้ แล้วให้นักเรียนคิดหาคำตอบจากสิ่งที่ไม่เคยมีมาก่อน

1.7 การเปลี่ยนแปลงความเคยชิน (Example of habit) เป็นวิธีการที่เน้นฝึกฝนให้นักเรียน มีความคิดที่ยืดหยุ่น สามารถปรับตัวให้เข้ากับสถานการณ์ใหม่ ที่เกิดการเปลี่ยนแปลงขึ้น โดยครูผู้สอนควรจะใช้สถานการณ์ให้ช่วยในการปรับตัวได้ดีขึ้น

1.8 การสร้างสิ่งใหม่จากโครงสร้างเดิม (An organized random search) เป็นการฝึกฝนให้นักเรียนสร้างใหม่ กฎเกณฑ์ใหม่ ให้มีความแตกต่างออกไปแต่ยังคงเค้าโครงเดิมไว้ โดยครูผู้สอนจะใช้วิธีการมอบงานให้กับนักเรียนนำไปคิดพลิกแพลง อย่างสร้างสรรค์

1.9 การใช้ทักษะในการค้นคว้า (The skill of search) เป็นการฝึกฝนให้นักเรียนได้มีการค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ วิธีทางประวัติศาสตร์ และวิธีการบรรยาย เป็นต้น ซึ่งครูผู้สอนจะใช้วิธีการออกแบบชิ้นงาน ให้นักเรียนได้ฝึกค้นคว้า และทดลองด้วยตนเอง

1.10 ความมุ่งมั่นในการค้นหาคำตอบจากสภาวะกำกวม (Tolerance for ambiguity) เป็นการฝึกฝนให้นักเรียนค้นหาคำตอบจากสถานการณ์ที่คลุมเครือ โดยครูผู้สอนควรจัดการเรียนการสอนหรือกิจกรรมที่หลากหลายจากเหตุการณ์หรือสถานการณ์ที่มีความคลุมเครือและซับซ้อน

1.11 การแสดงออกหรือการหยั่งรู้ (Intuitive Expression) เป็นการฝึกฝนให้นักเรียนได้แสดงความรู้สึกจากจินตนาการ และการรับรู้ โดยครูผู้สอนควรใช้วิธีการกำหนดสถานการณ์เพื่อให้นักเรียนได้แสดงออก ซึ่งอาจจะให้นักเรียนบอกเล่าเพื่อบอกความรู้สึกของตนเอง ที่มาจากการหยั่งรู้

1.12 การปรับตัวเพื่อพัฒนาตน (Adjustment of development) เป็นการฝึกฝนให้นักเรียนได้คิดถึงข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นกับตนเอง แล้วนำข้อผิดพลาดนั้นมาพัฒนาให้ดีขึ้น ซึ่งครูผู้สอนควรให้นักเรียนได้เรียนรู้จากสถานการณ์ที่เกิดความผิดพลาดล้มเหลวที่เคยพบเจอจากชีวิตจริง แล้วให้นักเรียนได้นำประโยชน์จากความผิดพลาดของสถานการณ์นั้น เป็นแนวทางนำไปสู่ความสำเร็จ

1.13 การศึกษาคุณลักษณะบุคคลและกระบวนการคิดสร้างสรรค์ (Study Creative People and Process) เป็นการฝึกฝนให้นักเรียนได้เรียนรู้ ได้ศึกษาประวัติและลักษณะของบุคคลที่นำพาตัวเองไปสู่ความสำเร็จด้วยความคิดสร้างสรรค์จากผลงานของบุคคลนั้นๆ ครูผู้สอนควรใช้วิธีการสอนโดยการให้นักเรียนได้ศึกษาและค้นคว้าประวัติของบุคคลที่มีชื่อเสียง ที่เป็นผู้สร้างสรรค์ชิ้นงานต่าง ๆ ขึ้นมา

1.14 การประเมินสถานการณ์ (Evaluation Situation) เป็นการฝึกฝนให้นักเรียนทราบถึงผลที่เกิดขึ้น และมีความหมายที่เกี่ยวข้องกัน โดยครูผู้สอนจะใช้วิธีการกระตุ้นด้วยคำถาม ถึงสิ่งที่เกิดขึ้นมานั้นจะเป็นอย่างไร

1.15 การพัฒนาทักษะการอ่านอย่างสร้างสรรค์ (Creative Reading) เป็นการฝึกฝนให้นักเรียนได้แสดงความรู้สึกต่อเรื่องที่ได้อ่าน โดยครูผู้สอนควรจะใช้วิธีการให้นักเรียนได้ฝึกอ่านเนื้อเรื่อง และแสดงความคิดเห็นต่อเรื่องที่อ่าน

1.16 การพัฒนาทักษะการฟังอย่างสร้างสรรค์ (Creative Listening) เป็นการฝึกฝนให้นักเรียน เรียนรู้และจับใจความจากเรื่องที่อ่าน เพื่อให้เกิดความรู้สึก ความคิดต่อเรื่องที่อ่าน โดยครูผู้สอนได้ฟังเรื่องราวต่าง ๆ จากสื่อ วิทยุ โทรทัศน์ และเมื่อฟังเสร็จแล้วจะให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นต่อเรื่องที่ฟัง

1.17 การพัฒนาทักษะการเขียนอย่างสร้างสรรค์ (Creative Writing) เป็นการฝึกฝนให้นักเรียนได้แสดงความคิด ความรู้สึกและจินตนาการด้วยการเขียน โดยครูผู้สอนควรให้ผู้เขียนได้แสดงความคิดอย่างสร้างสรรค์

1.18 การพัฒนาทักษะการมองเห็นภาพในมิติต่าง ๆ (Visualization Skill) เป็นการฝึกฝนให้นักเรียน ได้แสดงความคิดในมุมมองที่แปลกใหม่ โดยครูผู้สอนควรใช้วิธีการให้นักเรียนฝึกการต่อเติมภาพจากรูปที่กำหนดให้ จนเกิดรูปลักษณะที่มีความหมาย

2. มิติด้านพฤติกรรมการสอนของครู (Teacher Behavior) ได้เน้นพฤติกรรมการสอนของครูต้องอาศัยกลยุทธ์และวิธีการสอนที่หลากหลาย

3. มิติด้านพฤติกรรมการเรียนของนักเรียน (Pupil Behavior) การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน ตามแนวคิดของวิลเลียม โดยสรุปได้ดังนี้

3.1 พฤติกรรมด้านการคิด ซึ่งมี 4 ด้าน ได้แก่ ความคิดคล่อง (Fluent Thinking) ความคิดยืดหยุ่น (Flexible Thinking) ความคิดริเริ่ม (Original Thinking) และความคิดละเอียดลออ (Elaborative Thinking)

3.2 พฤติกรรมด้านความรู้สึก จะประกอบด้วย ความอยากรู้อยากเห็น (Curiosity) ความพร้อมที่จะเสี่ยง (Risk-taking) ความพอใจในสิ่งที่ทำสิ่งที่ยับยั้ง (Complexity) การจินตนาการ (Imagination)

สุวิทย์ มูลคำ (2559, น. 30) ได้อธิบายถึงแนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน ครูผู้สอน โดยคำนึงถึง ดังนี้

1. กระบวนการคิด เป็นการสอนที่เพิ่มทักษะการคิดต่าง ๆ เช่น การคิดสิ่งแปลกใหม่ การคิดที่หลากหลาย การคิดยืดหยุ่น ความคิดเห็นที่แตกต่างและการประเมินผล เป็นต้น

2. ผลผลิต เป็นตัวที่ทำให้เห็นถึงความคิดที่หลากหลาย จากประสิทธิภาพในการคิด การนำความรู้ไปใช้ โดยครูผู้สอนจะต้องพิจารณาเกณฑ์ของผลผลิตนั้นว่าเป็นอย่างไร และควรเน้นให้นักเรียนรู้จักการทำงานของตนเองอย่างมีเหตุผล และสามารถนำไปใช้ได้ในชีวิตจริง

3. องค์ความรู้พื้นฐาน เป็นการเปิดให้นักเรียนได้รับรู้จากสื่อและทักษะต่างๆ ซึ่งอาจจะมาจากการสัมผัสหรือจากประสบการณ์ที่หลากหลาย มีแหล่งข้อมูลที่ต่างจากหนังสือ นักเรียนสามารถทดสอบได้ด้วยตนเอง และสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง

4. สิ่งที่ทำทลาย มอบหมาย หรือกำหนดงานที่มีความสร้างสรรค์ และมีมาตรฐานให้นักเรียนได้ลงมือกระทำ

5. บรรยากาศในชั้นเรียน ครูผู้สอนควรให้นักเรียนรู้สึกมีอิสระ เกิดความยุติธรรมและควรให้นักเรียนได้เรียนรู้จากข้อผิดพลาดต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น

6. ตัวเด็ก ครูผู้สอนควรมีการสนับสนุนให้นักเรียน มีความเชื่อมั่นในตนเอง เคารพตนเอง และมีความใฝ่รู้

7. การใช้คำถาม โดยครูผู้สอนควรใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนคิด

8. การประเมิน ควรส่งเสริมให้นักเรียนประเมินการเรียนรู้ด้วยตนเองและร่วมกับครูผู้สอน และหลีกเลี่ยงการประเมินที่ซ้ำซาก และเป็นทางการ

9. การสอนและการจัดหลักสูตร ครูผู้สอนควรจัดการเรียนการสอนที่มีการบูรณาการกับวิชาการต่าง ๆ ในลักษณะที่ให้นักเรียนได้เรียนรู้ในสิ่งที่ไม่มีความตายตัว ซึ่งครูผู้สอนควรให้การช่วยเหลือนักเรียน

10. การจัดระบบในชั้นเรียน ควรจัดให้มีความยืดหยุ่นตามความต้องการ และความสามารถของนักเรียน และควรจัดบรรยากาศของห้องเรียนให้แตกต่างตามเวลา และสถานที่

นวลจิตต์ เขาวีรดิพงษ์ (2560, น. 9-35) ได้อธิบายถึงแนวการจัดการเรียนรู้ โดยมีการกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ การใช้เทคนิคระดมสมอง (Brainstorming) วิธีซินเนคติกส์ การทำโครงงานวิทยาศาสตร์ และการสอนให้ทำอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ โดยเสนอแนวทางไว้ ดังนี้ (1) จัดกิจกรรมให้เกิดความน่าสนใจ โดยใช้กิจกรรมหรืออุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น อุปกรณ์จำลอง และสื่อ (2) จัดกิจกรรมระดมสมอง (3) จัดกิจกรรมเพื่อให้นักเรียนลงมือปฏิบัติได้จริง (4) จัดกิจกรรมเพื่อให้นักเรียนเกิดแรงจูงใจ โดยจัดกิจกรรมจากกิจกรรมง่ายไปสู่กิจกรรมยาก (5) จัดกิจกรรมที่ส่งเสริมนักเรียนเป็นรายบุคคล

จันทรา ด่านคงรักษ์ (2561, น. 24) ได้อธิบายถึงวิธีการสอนเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ โดยที่ครูผู้สอนได้ออกแบบกิจกรรม เพื่อให้นักเรียนสามารถฝึกฝนทักษะการคิดสร้างสรรค์จากกิจกรรมที่ออกแบบไว้ ตามวิธีการสอนดังนี้

1. วิธีการสอนแบบกลุ่มสัมพันธ์ เป็นการสอนที่เน้นการให้สมาชิกทุกคนในกลุ่มมีปฏิสัมพันธ์กัน และสมาชิกในแต่ละคนจะมีหน้าที่ ในการทำกิจกรรมร่วมกัน
2. วิธีการสอนแบบบทบาทสมมติ เป็นการสอนที่จะต้องจำลองสถานการณ์ขึ้นจากเหตุการณ์จริง โดยครูผู้สอนให้นักเรียนได้มีส่วนในการแสดงออก แสดงความคิด และแสดงท่าทาง เพื่อให้ นักเรียนสามารถเข้าใจในสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริง ตามที่ครูผู้สอนได้กำหนดไว้ และครูผู้สอนก็ควรที่จะสร้าง สถานการณ์ที่มีความซับซ้อน มีปัญหาขึ้น เพื่อให้นักเรียนได้ฝึกฝนทักษะการแก้ปัญหาขึ้นด้วย
3. วิธีการสอนแบบกรณีศึกษา เป็นการสอนโดยมีการยกประเด็นตัวอย่างขึ้น เพื่อให้นักเรียน ได้ใช้ความคิดเพื่อหาแนวทางแก้ปัญหาที่หลากหลายแนวทาง ซึ่งครูผู้สอนควรมีการนำเอาแบบฝึกทักษะการ คิดสร้างสรรค์ เข้าไปใช้ร่วมด้วย ซึ่งการสอนด้วยวิธีนี้จะช่วยให้นักเรียน ได้รู้จักการคิดและตัดสินใจเพื่อหา แนวทางในการพัฒนาประเด็นปัญหาที่เกิดขึ้น จากกรณีศึกษาที่ครูผู้สอนกำหนดขึ้น
4. วิธีการสอนแบบพยากรณ์ เป็นการสอนที่ครูผู้สอนกำหนด หรือสร้างสถานการณ์ จำลอง จากสื่อต่าง ๆ ข่าวสารที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน นำมาให้นักเรียนได้ฝึกทักษะในการประมาณการถึง แนวโน้มที่จะเกิดขึ้น วิเคราะห์หรือพยากรณ์ถึงสิ่งที่จะเกิดขึ้นต่อไปในอนาคต โดยควรจะต้องการนำเอา แบบฝึกทักษะการคิดสร้างสรรค์ มาใช้เพื่อฝึกฝนนักเรียนให้ได้คิด โดยแบบฝึกจะต้องมีความเกี่ยวข้องกับ เรื่องที่นำมาใช้ในการสอน
5. วิธีการสอนที่เน้นกระบวนการ เป็นกระบวนการสอนที่เน้นให้นักเรียนได้ฝึกทักษะการ คิดสร้างสรรค์ทั้ง 4 ด้านคือ ด้านความคิดริเริ่ม ด้านความคิดคล่องแคล่ว ด้านความคิดยืดหยุ่น และด้าน ความคิดละเอียดลออ โดยใช้กระบวนการ 9 ประการ ดังนี้ กระบวนการสร้างความตระหนัก กระบวนการ สร้างค่านิยม กระบวนการสร้างเจตคติ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ กระบวนการเรียนภาษา กระบวนการ เรียนรู้ ความเข้าใจ กระบวนการกลุ่ม กระบวนการปฏิบัติ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียน เกิดความคิดสร้างสรรค์ เพื่อพัฒนาผลงานหรือชิ้นงานได้
6. วิธีการสอนโครงการ เป็นการสอนโดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อให้นักเรียนโดยกระตุ้นให้ นักเรียนเกิดความคิดริเริ่มก่อนที่จะทำโครงการ ซึ่งในขณะที่กำลังทำโครงการอยู่นั้น นักเรียนก็จะเกิด ความคิดสร้างสรรค์ ครบทั้ง 4 ด้าน ได้แก่ ความคิดริเริ่ม ความคิดคล่องแคล่ว ความคิดยืดหยุ่น และ ความคิดละเอียดลออ
7. วิธีการสอนตามวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT เป็นวิธีการส่งเสริมความถนัดของนักเรียน ครูผู้สอนสามารถแทรกการฝึกทักษะการคิดสร้างสรรค์ลงไปด้วย เพื่อที่นักเรียนจะเกิดความคิดสร้างสรรค์ให้ มากขึ้นได้ ซึ่งแบ่งออกเป็น 4 ส่วน ดังนี้
 - ส่วนที่ 1 การบูรณาการให้เป็นของตนเอง
 - ส่วนที่ 2 การสร้างความคิดรวบยอด
 - ส่วนที่ 3 การปฏิบัติการเรียนรู้ตามลักษณะเฉพาะตัว

ส่วนที่ 4 การบูรณาการ การประยุกต์ใช้กับประสบการณ์ของตน

จากการศึกษาแนวคิดของนักวิชาการการศึกษา จึงสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์นั้น ครูผู้สอนสามารถจัดการเรียนการสอนได้หลายวิธี ซึ่งอาศัยเทคนิคการสอนที่หลากหลาย โดยที่ไม่เน้นการจัดการเรียนรู้ที่มีความซ้ำซาก จำเจ เน้นการท่องจำ แต่จะเป็นการจัดการเรียนรู้หรือจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ที่มีการนำเทคนิคและวิธีการสอนแบบต่าง ๆ เข้ามาแทรกลงไป เนื้อหาของบทเรียนนั้น ๆ อย่างเหมาะสม และสอดคล้องกับเนื้อหาที่เรียน นอกจากนี้ครูผู้สอนสามารถใช้แบบฝึกทักษะการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ เพื่อเป็นการพัฒนาความสามารถของนักเรียน อีกทั้งยังเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนไม่รู้สึกรู้สีกเบื่อหน่าย ไม่รู้สึกอึดอัด เพราะนักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ สืบค้น ข้อมูลต่าง ๆ ด้วยตนเอง จนเกิดเป็นองค์ความรู้ที่ถาวรติดตัวของนักเรียนไป และสามารถนำไปใช้ได้ในชีวิตประจำวัน

3.4 การวัดประเมินความคิดสร้างสรรค์

ทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์ (2560, น. 34-52) ได้อธิบาย แนวทางในการวัดประเมินความคิดสร้างสรรค์ 3 แนวทาง ซึ่งสรุปได้ดังนี้

1. ประเมินความคิดสร้างสรรค์อยู่ในการเรียนการสอนปกติและงานการจัดกิจกรรมเป็นการประเมินจากการทำงาน การลงมือทำโครงการ การประเมินด้วยวิธีนี้จะประเมินตามสภาพจริง ไปพร้อมกับการสอนหรือการทำกิจกรรม ซึ่งนักเรียนสามารถแสดงออกถึงความสามารถ ในการคิดสร้างสรรค์ได้ การประเมินแบบนี้จะให้นักเรียนมีความสุขสนุกสนาน และมีการพัฒนาการคิดสร้างสรรค์นั้นไปพร้อมกับการลงมือทำกิจกรรมด้วย

2. ประเมินการคิดสร้างสรรค์โดยใช้เครื่องมือหรือแบบทดสอบประเมินการคิดสร้างสรรค์ โดยเฉพาะ

- 2.1 หลักการและขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถทางการคิดสร้างสรรค์ การคิดสร้างสรรค์โดยใช้เครื่องมือหรือแบบทดสอบประเมินการคิดสร้างสรรค์โดยเฉพาะนั้น มีหลักการและขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบเพื่อวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ คือ นักเรียน จะต้องมีความรู้ตามแนวความคิดและทฤษฎี การคิดสร้างสรรค์ เพื่อนำมาใช้เป็นกรอบนิยามปฏิบัติการหรือองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ แล้วนำมากำหนดตัวชี้วัด เพื่อเป็นตัวบ่งชี้โครงสร้างและองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ และกำหนดลักษณะพฤติกรรม หรือตัวชี้วัดของความคิดสร้างสรรค์

- 2.2 การพัฒนาแบบทดสอบความสามารถทางการคิดสร้างสรรค์ มีขั้นตอนดังนี้

- 2.2.1 กำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้างแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ โดยผู้สร้าง แบบทดสอบจะต้องมีการพิจารณา ถึงจุดมุ่งหมายว่าจะนำแบบทดสอบเพื่อวัดความคิดสร้างสรรค์ไปใช้วัดความคิดสร้างสรรค์แบบใด (แบบความคิดสร้างสรรค์ทั่วไป หรือแบบความคิดสร้างสรรค์แบบเฉพาะทาง (Aspect-specific) เช่น ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ภาษาไทย และศิลปะ เป็นต้น

2.2.2 กำหนดกรอบของการทดสอบและนิยามปฏิบัติการของความคิดสร้างสรรค์ โดยผู้สร้างแบบทดสอบควรจะต้องศึกษาแนวคิดทฤษฎีที่มีความสอดคล้องกับความคิดสร้างสรรค์ ตามจุดมุ่งหมายที่ต้องการ

2.2.3 กำหนดเค้าโครงของแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ โดยการสร้างผังข้อสอบ (Table of specification) เพื่อให้แบบทดสอบมีความครอบคลุมองค์ประกอบและโครงสร้างของเนื้อหาที่ต้องการวัด และการกำหนดเนื้อหาในแต่ละส่วนว่ามีน้ำหนักของสำคัญของเนื้อหาว่ามีความสำคัญมากหรือน้อยเพียงใด

2.2.4 กำหนดเกณฑ์การให้คะแนน โดยใช้เป็นเกณฑ์ประเมินคุณภาพ (Rubric) เพื่อให้การให้คะแนนมีความหมายและชัดเจนยิ่งขึ้น ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 เกณฑ์การประเมินคุณภาพ (Rubric) สมรรถนะที่ 2 ในด้านความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน
ในชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

พฤติกรรมบ่งชี้	ดีเยี่ยม (3)	ดี (2)	พอใช้/ผ่านเกณฑ์ ขั้นต่ำ (1)	ปรับปรุง (0)
คิดอย่างสร้างสรรค์เพื่อนำไปสู่	คิดคล่อง คิดหลากหลาย	คิดคล่อง คิดหลากหลาย	คิดคล่อง คิดหลากหลาย	คิดคล่อง คิดหลากหลาย
การประยุกต์สร้างสิ่งใหม่ ในทางบวก	หลาย คิดริเริ่ม	หลาย คิดริเริ่ม	หลาย คิดในทางบวก และประยุกต์	หลาย คิดในทางบวก และประยุกต์
สิ่งใหม่ ในทางบวก	แปลกใหม่ คิดในทางบวก และ	แปลกใหม่ คิดในทางบวก และ	สร้างสิ่งใหม่เกี่ยวกับตนเองและสังคมได้อย่าง	สร้างในสิ่งใหม่
เกี่ยวกับตนเองและสังคมได้อย่างเหมาะสม	ประยุกต์สร้างสิ่งใหม่เกี่ยวกับตนเองและสังคม	ประยุกต์สร้างสิ่งใหม่เกี่ยวกับตนเองหรือสังคม	กับตนเองและสังคม	ไม่ได้

2.2.5 กำหนดรูปแบบของการเรียนข้อสอบทั้งในส่วนคำถามและคำตอบ และวิธีการตรวจให้คะแนน ตามผังข้อสอบที่ได้กำหนดไว้จนครบตามองค์ประกอบ พร้อมทั้งตรวจสอบความถูกต้องและชัดเจนของข้อสอบโดยผู้สร้างข้อสอบเอง และนำข้อสอบที่ได้ไปให้ผู้เชี่ยวชาญได้ทำการตรวจสอบ เพื่อหาคุณภาพด้านความเที่ยงตรงของเนื้อหา

2.2.6 นำแบบทดสอบ เพื่อนำไปตรวจสอบคุณภาพของข้อทดสอบเป็นรายข้อและทั้งฉบับ

2.2.7 นำแบบทดสอบไปใช้จริง

2.3 การวัดความคิดสร้างสรรค์ตามแนวคิดของ กิลฟอร์ด (Guilford) มีการนำองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งได้แก่ การคิดคล่องแคล่ว การคิดยืดหยุ่น การคิดริเริ่ม การคิดละเอียดลออ เพื่อนำมาใช้วางแผนการสร้างชิ้นงานของแต่ละบุคคล โดยมีการกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนตามองค์ประกอบทั้ง 4 ด้าน ดังนี้

2.3.1 การคิดคล่องแคล่ว มีเกณฑ์การให้คะแนน โดยพิจารณาจากคำตอบที่มีความเป็นไปได้ จากข้อคำถามที่กำหนดให้ คะแนนคำตอบข้อละ 1 คะแนน ซึ่งคะแนนจะมากหรือน้อยจะขึ้นอยู่กับปริมาณของงานที่ผู้เขียนข้อสอบได้กำหนดไว้ โดยที่ปริมาณของคำตอบนั้นต้องไม่ซ้ำกัน ตามตัวอย่าง ดังนี้

ตอบ 5 รูปได้ 5 คะแนน

ตอบ 4 รูปได้ 4 คะแนน

ตอบ 3 รูปได้ 3 คะแนน

ตอบ 2 รูปได้ 2 คะแนน

ตอบ 1 รูปได้ 1 คะแนน

ไม่ตอบ รูปได้ 0 คะแนน

2.3.2 การคิดยืดหยุ่น มีเกณฑ์การให้คะแนน โดยพิจารณาจากคำตอบที่มีความเป็นไปได้ จากข้อคำถาม ที่มีลักษณะจัดกลุ่ม จัดประเภทของคำตอบจากนักเรียนแต่ละคน ตามเงื่อนไขที่กำหนด ซึ่งมีการให้คะแนนคำตอบเป็นกลุ่มหรือประเภทละ 1 คะแนน ซึ่งคะแนนสูงสุดจะขึ้นอยู่กับปริมาณงานของนักเรียนที่ตอบมา ตามตัวอย่าง ดังนี้

ตอบ 5 กลุ่ม/ประเภท ได้ 5 คะแนน

ตอบ 4 กลุ่ม/ประเภท ได้ 4 คะแนน

ตอบ 3 กลุ่ม/ประเภท ได้ 3 คะแนน

ตอบ 2 กลุ่ม/ประเภท ได้ 2 คะแนน

ตอบ 1 กลุ่ม/ประเภท ได้ 1 คะแนน

ไม่ตอบ กลุ่ม/ประเภท ได้ 0 คะแนน

2.3.3 การคิดริเริ่ม มีเกณฑ์การให้คะแนน จากความถี่ของนักเรียนทั้งหมด ที่มีความแปลกใหม่ไม่ซ้ำแบบใคร หากคำตอบของนักเรียนมีการตอบซ้ำกันมาก ๆ ก็จะได้คะแนนแต่ถ้าหากคำตอบซ้ำกับผู้อื่นน้อยหรือ ไม่ซ้ำเลย ตามตัวอย่าง ดังนี้

คำตอบซ้ำร้อยละ 12 ขึ้นไป ให้ 0 คะแนน

คำตอบซ้ำร้อยละ 6-11 ให้ 1 คะแนน

คำตอบซ้ำร้อยละ 3-5 ให้ 2 คะแนน

คำตอบซ้ำร้อยละ 2 ให้ 3 คะแนน

คำตอบซ้ำร้อยละ 1	ให้ 4 คะแนน
คำตอบไม่ซ้ำใครเลย	ให้ 5 คะแนน
ไม่ตอบเลย	ให้ 0 คะแนน

2.3.4 การคิดละเอียดลออ มีเกณฑ์การให้คะแนน จากการพิจารณาการตอบคำถามของนักเรียน ตามเงื่อนไขที่กำหนด โดยในการตอบคำถามจะต้องดูรายละเอียดของการตอบคำถามหรือผลงาน ที่มีความต่างกันในการตอบของ นักเรียนแต่ละคน ตามวิธีคิดที่ต่างกัน จากเงื่อนไขที่กำหนดให้ ซึ่งคะแนนมากที่สุดจะขึ้นอยู่กับปริมาณของนักเรียนที่ตอบคำถามมา ตามตัวอย่าง ดังนี้

ผลงาน / คำตอบมีรายละเอียดระดับมากที่สุด	ได้ 5 คะแนน
ผลงาน / คำตอบมีรายละเอียดระดับมาก	ได้ 4 คะแนน
ผลงาน / คำตอบมีรายละเอียดระดับปานกลาง	ได้ 3 คะแนน
ผลงาน / คำตอบมีรายละเอียดระดับน้อย	ได้ 2 คะแนน
ผลงาน / คำตอบมีรายละเอียดระดับน้อยมากที่สุด	ได้ 1 คะแนน
ไม่ตอบเลย	ได้ 0 คะแนน

2.4 อนุกรมวิธานของการออกแบบความคิดสร้างสรรค์ (Taxonomy of Creative Design) เป็นการพิจารณาของระดับการเปลี่ยนแปลงในส่วนของรูปแบบและเนื้อหา ซึ่งสามารถนำไปใช้ในการสร้างสรรค์หรือการประเมินถึงความแปลกใหม่ จากผลงานหรือผลิตภัณฑ์ที่ได้สร้างสรรค์ขึ้นมา นั้น ลอกเลียนแบบผลงาน หรือการทำงานของผู้อื่นหรือไม่ นอกจากนี้รูปแบบของการทำงานอาจจะเป็นงานเดี่ยวหรือรวมผลงานอื่น หรือ เป็นการตัดแปลงชิ้นงานหรือผลงานจากงานเดิมที่มีอยู่ระดับของการคิดสร้างสรรค์ตามแนวคิดของ Peter Nilson (2012) มี 5 ระดับ ดังนี้

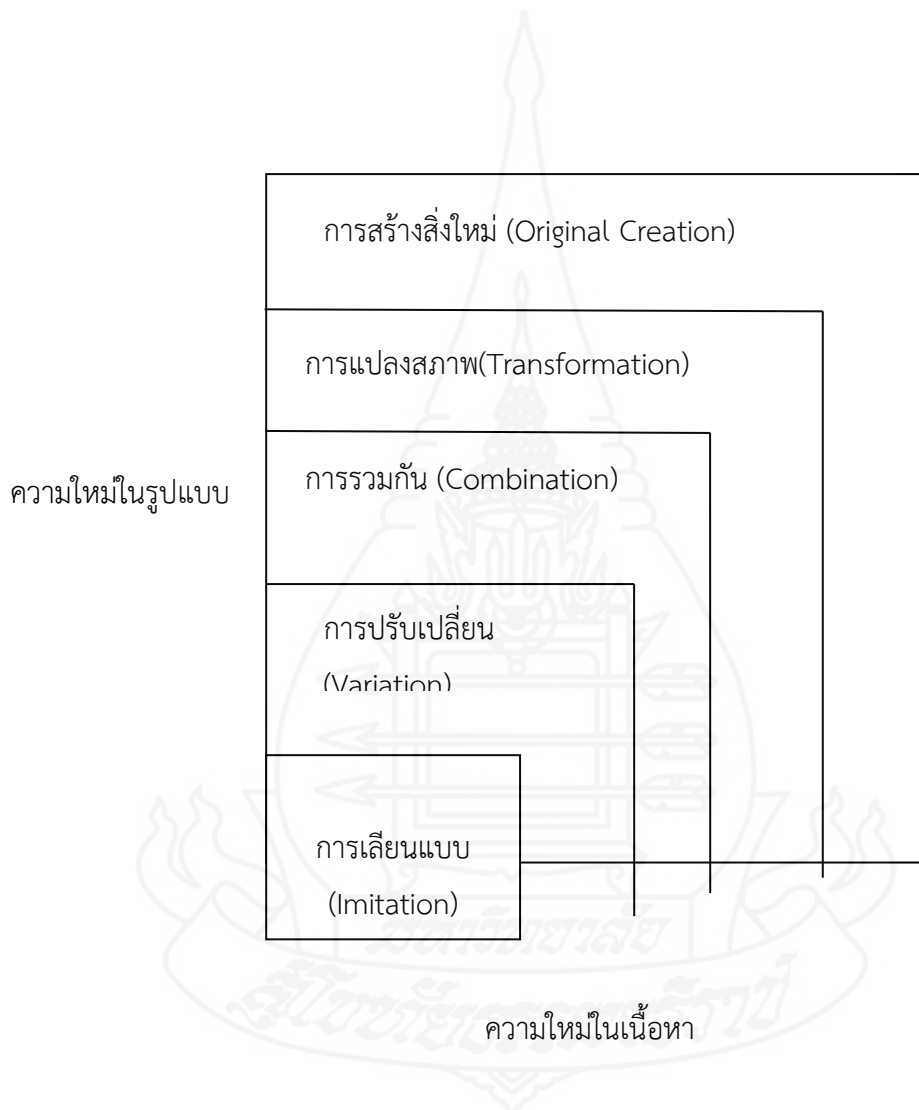
2.4.1 การเลียนแบบ (Imitation) เป็นการสร้างสิ่งเดียวกันหรือแทบจะเป็นแบบเดียวกันกับบางสิ่งบางอย่างที่มีอยู่มาก่อนแล้ว

2.4.2 การปรับเปลี่ยน (Variation) เป็นการเปลี่ยนแปลงบางสิ่งบางอย่างเพียงเล็กน้อยจากสิ่งเดิมที่มีอยู่แล้ว

2.4.3 การรวมกัน (Combination) เป็นการนำส่วนต่าง ๆ ของสิ่งของหลายสิ่งมารวมกันแล้วเป็นสิ่งใหม่

2.4.4 การแปลงสภาพ (Transformation) เป็นการแปลงสภาพของบางสิ่งบางอย่างในบริบทใหม่

2.4.5 การสร้างสิ่งใหม่ (Original Creation) เป็นการสร้างสรรค์ที่ได้ผลงานออกมาที่มองไม่เห็นถึงความคิด และผลงานในสิ่งที่มีอยู่ก่อน ให้เป็นสิ่งที่แปลกใหม่และมีคุณภาพ



ภาพที่ 2.1 อนุกรมวิธานของการออกแบบความคิดสร้างสรรค์ (Taxonomy of Creative Design)

ของปีเตอร์ เนลสัน Peter Nilson (2012) (อ้างถึงใน ทวีศักดิ์ จินตานุรักษ์ (2560, น. 49)

3. ประเมินการคิดสร้างสรรค์จากการบูรณาการตัวชี้วัดของการคิดสร้างสรรค์ ร่วมกับการประเมินผลในวิชาอื่น หรือประเมินการคิดสร้างสรรค์เฉพาะวิชา เป็นการประเมินความคิดสร้างสรรค์ โดยสามารถนำเอาการประเมินในแต่ละวิชาที่มีการบูรณาการกันมาประเมินได้เลย โดยที่ไม่ต้องแยกการ

ประเมินความคิดสร้างสรรค์ออกมาเฉพาะ ซึ่งจะทำให้วิชาที่นำมาบูรณาการรวมเข้าด้วยกันนั้นมีความสอดคล้องกันกับการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการขึ้น ในการประเมินจะต้องมีตัวชี้วัดและวัตถุประสงค์การประเมินพฤติกรรม ด้านการคิดสร้างสรรค์ ที่กำหนดไว้ในวัตถุประสงค์ของแต่ละวิชา ซึ่งประเมินจากชิ้นงานหรือผลงานของนักเรียน จากการทำงานกลุ่มและการนำเสนอ ในส่วนของแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์เฉพาะวิชาด้วย เช่น ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์ทางภาษาไทย เป็นต้น

นอกจากนี้เกณฑ์การให้คะแนน จะมีการพิจารณาจากองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ 3 ด้าน ได้แก่ ความคล่องของการคิด ความยืดหยุ่นของการคิด และการคิดริเริ่ม จากตัวอย่าง ดังนี้ คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์แต่ละข้อของนักเรียน ในแต่ละคน มาจากการนำเอาผลบวกของคะแนนทั้ง 3 ด้าน เป็นต้น

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า แนวทางในการประเมินความคิดสร้างสรรค์ จะประกอบไปด้วย 3 แนวทาง ได้แก่ การประเมินการคิดสร้างสรรค์อยู่ในการเรียนการสอนปกติ และการจัดกิจกรรม การประเมินการคิดสร้างสรรค์โดยใช้เครื่องมือหรือแบบทดสอบประเมินการคิดสร้างสรรค์โดยเฉพาะ และการประเมินการคิดสร้างสรรค์จากการบูรณาการตัวชี้วัดของการคิดสร้างสรรค์ ร่วมกับการประเมินผลในวิชาอื่นหรือประเมินการคิดสร้างสรรค์เฉพาะวิชา ซึ่งการประเมินนี้จะต้องมีหลักการและขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ การพัฒนาแบบทดสอบวัดความสามารถด้านความคิดสร้างสรรค์มีขั้นตอนสำคัญ คือ (1) กำหนดจุดมุ่งหมายของแบบทดสอบว่าจะใช้เพื่อวัดอะไร (2) กำหนดกรอบการทดสอบและนิยามเชิงปฏิบัติของการคิดสร้างสรรค์จากทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง (3) สร้างผังข้อสอบ (Table of specification) เพื่อให้ครอบคลุมเนื้อหาและองค์ประกอบที่ต้องการวัด (4) กำหนดเกณฑ์การให้คะแนน ซึ่งกำหนดเกณฑ์การประเมินคุณภาพ (Rubric) เพื่อให้การวัด ประเมินนั้นมีความชัดเจนมากขึ้น (5) กำหนดรูปแบบของการเขียนข้อสอบตัวคำถามและคำตอบและวิธีการตรวจให้คะแนนและนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพด้านความเที่ยงตรงตามเนื้อหา (6) นำแบบทดสอบไปทดลองตรวจสอบคุณภาพเป็นรายข้อและทั้งฉบับ และ (7) นำแบบทดสอบไปใช้จริง นอกจากนี้การวัดประเมินผลด้านความคิดสร้างสรรค์นั้นยังมีการกำหนดเกณฑ์การประเมินความคิดสร้างสรรค์จะมีการประเมินตามองค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์ครบทั้ง 4 ด้านคือ ด้านความคิดคล่องแคล่ว ด้านความคิดยืดหยุ่น ความริเริ่ม และด้านความคิดละเอียดลออ

4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

4.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในประเทศ

พรสวรรค์ สองแคว (2559) ได้ศึกษาการพัฒนาหน่วยการเรียนรู้เรื่อง “รู้รักษ์หิน ถิ่นแม่ฮ่องสอน” ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา

ปีที่ 6 ซึ่งผลจากการวิจัยพบว่า นักเรียนมีการสืบค้นข้อมูล อธิบายผลการทดสอบ และวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นโดยนำความรู้ความเข้าใจ ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ การงานอาชีพ และเทคโนโลยี มาช่วยในการสร้างชิ้นงานตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม และเมื่อนักเรียนได้เรียนรู้เรื่อง “รู้รักษ์หิน ถิ่นแม่ฮ่องสอน” ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีคะแนนการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยที่คะแนนการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 15.08 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 3.64 ($\bar{X} = 15.08, S.D. = 3.64$) และคะแนนการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์หลังเรียนมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 16.38 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 3.75 ($\bar{X} = 16.38, S.D. = 3.75$)

ช่อทิพย์ มารัตนะ (2560) ได้ศึกษาผลการการเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้วัสดุและสมบัติของวัสดุของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จากการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา ซึ่งผลจากการวิจัยพบว่า มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยที่ผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียน มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 14.31 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 3.28 ($\bar{X} = 14.31, S.D. = 3.28$) หลังเรียน มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 22.54 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 2.03 ($\bar{X} = 22.54, S.D. = 2.03$) และนอกจากนี้ยังมีคุณภาพของชิ้นงาน หน่วยการเรียนรู้วัสดุและสมบัติของวัสดุของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จากการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา มีค่าคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 16.21 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.45 คุณภาพของชิ้นงานอยู่ในระดับดีมาก

เสาวคนธ์ สกกุลศรี (2560) ได้ศึกษาการจัดการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งผลจากการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่องไฟฟ้ามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ มีความคิดสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อาทิตยา ภูมิกอนสาร (2560) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้แนวคิดสะเต็ม ซึ่งผลในการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง เสียงและการได้ยิน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์เรื่องเสียงและการได้ยิน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 มีคะแนนเฉลี่ยชิ้นงาน 22.44 อยู่ในเกณฑ์ดี

4.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในต่างประเทศ

ดิลเบิร์ต อาคะ,เนสเซ่ แตร์ทิมิช และ อะเด็ม แทสดีมิช (Dilber Acar, Nese Tertemiz and Adem Tasdemir, 2018) ได้ทำการศึกษาผลจากการฝึกฝนนักเรียนโดยใช้วิธีการสอนแบบ STEM ที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ในวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ แสดงให้เห็นถึงมุมมองที่มีความเกี่ยวข้อง กับการฝึกฝนนักเรียนโดยใช้วิธีการสอนแบบ STEM

ซึ่งประกอบไปด้วยนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ในการวิจัยครั้งนี้เป็นการทดลองแบบลอง โดยมีการให้นักเรียนได้ทำการสอบก่อนเรียนและหลังเรียน โดยมีการใช้เทคนิคในการสัมภาษณ์ คือนักเรียนเพื่อเก็บข้อมูลด้วยนอกจากนี้ยังมีการใช้เครื่องมือคือ แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์และมีการใช้แบบสัมภาษณ์เข้ามาใช้ ด้วย ซึ่งจากผลการวิจัยพบว่า การฝึกฝนนักเรียนโดยใช้วิธีการสอนแบบ STEM นั้นมีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ หลังเรียนเพิ่มมากขึ้น และอาจส่งผลต่อการพิจารณาเลือกใช้ ความรู้จาก STEM มาประยุกต์ใช้สำหรับการเลือกอาชีพในอนาคตของนักเรียนได้

ยูการ์ ซารี , มิสร่า อลิสซี และโอเมอร์ ฟารุก เซน (Ugur Sari, Misra Alici and Omer Faruk Sen, 2018) ได้ทำการศึกษาผลของการสอนแบบ สะเต็ม (STEM) ต่อทัศนคติการเข้าใจในอาชีพและความสนใจในอาชีพ และความคิดเห็นของนักเรียนจากสภาพแวดล้อมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) การวิจัยในครั้งนี้ได้ใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ของโรงเรียนในเมืองอังการา จำนวน 22 คนแบ่งเป็นผู้ชาย 12 คน ผู้หญิง 10 คน โดยมีเครื่องมือที่ใช้ในการทดลองเป็นแบบสำรวจและแบบทดสอบ เพื่อประเมินทัศนคติที่มีผลต่อสะเต็ม (STEM) หลังจากที่ยังเรียนเสร็จเรียบร้อยแล้ว ซึ่งจากผลการวิจัยพบว่า ผลของการสอนแบบ สะเต็ม (STEM) ต่อทัศนคติการเข้าใจในอาชีพและความสนใจในอาชีพ นั้นเพิ่มขึ้นมาก อย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้เมื่อทำการสัมภาษณ์นักเรียนเพิ่มเติมยังพบว่า การสอนแบบสะเต็มถือเป็นการสอนที่มีประสิทธิภาพมาก เพราะช่วยให้นักเรียนสามารถพัฒนาทักษะของนักเรียนในศตวรรษที่ 21 อีกทั้งยังทำให้นักเรียนเกิดความสุขสนุกสนาน และเพิ่มความสนใจให้กับนักเรียนด้วย นอกจากนี้ความคิดเห็นของนักเรียนจากสภาพแวดล้อมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) เข้ามาร่วมในการจัดการเรียนรู้ในห้องปฏิบัติการทดลองยิ่งส่งผลทำให้ ทัศนคติของนักเรียนดีขึ้นและเป็นแนวทางในการนำไปเลือกอาชีพต่อไปได้ในอนาคต

เบริส เคย์ซี และจีเซ็ม ตาบารู ออร์เนค (Baris Cayci and Gizem Tabaru Ornek, 2019) ได้ทำการศึกษาผลของการใช้กิจกรรมสะเต็ม (STEM) ที่หลากหลายในห้องเรียนวิทยาศาสตร์ การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อต้องการทราบผลการใช้กิจกรรมสะเต็ม (STEM) ที่หลากหลายในห้องเรียนวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่มีผลต่อกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และทักษะในการแก้ปัญหาของนักเรียน ในการวิจัยครั้งนี้ได้ใช้นักเรียนในโรงเรียนประถมแห่งหนึ่ง ในจังหวัด Karman โดยมีการใช้ “เกณฑ์มาตรฐานในการวัดทักษะขั้นพื้นฐาน” และ “เกณฑ์มาตรฐานในการวัดทักษะในการแก้ปัญหา” มีเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบทดสอบ และเก็บรวบรวมข้อมูล ซึ่งจากการวิจัยในครั้งนี้พบว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หลังจากที่ได้ทำกิจกรรมสะเต็ม เรื่อง ไฟฟ้าอย่างง่าย สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญ ($U = 109.000, P < .001$) นอกจากนี้ยังพบว่า คะแนนทักษะในการแก้ปัญหา หลังจากการเรียนโดยใช้ กิจกรรมสะเต็มสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญ ($U = 201.500, P > .05$)

จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา (STEM EDUCATION) ส่งผลทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เพิ่มมากขึ้นจากเดิม มีการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นจากเดิมด้วย ซึ่งสามารถนำความรู้ที่ได้จากการเรียนรู้สะเต็มศึกษา มาประยุกต์ใช้หรือสร้างเป็นชิ้นงานที่มีประโยชน์ต่อไปได้ นอกจากนี้ การนำกิจกรรม STEM มาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ยังเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนได้มีการลงมือปฏิบัติ ทำกิจกรรมต่าง ๆ และแก้ปัญหาที่เผชิญอยู่ จากสถานการณ์ที่เกิดขึ้นด้วยตนเอง อีกทั้งยังทำให้บทเรียนมีความน่าสนใจและสนุกสนานไม่น่าเบื่อ ซึ่งจะส่งผลทำให้นักเรียนเกิดเจตคติที่ดีต่ออาชีพที่มีความเกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษา สามารถนำมาใช้เป็นแนวทางในการพิจารณาเลือกอาชีพได้ต่อไปในอนาคตต่อไป



บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง มีการดำเนินการตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย การสร้างและคุณภาพของเครื่องมือวิจัย
3. การเก็บรวบรวมข้อมูล
4. การวิเคราะห์ข้อมูล
5. สถิติที่ใช้ในการวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากร ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวัดพรหม-
สาคร สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาสิงห์บุรี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 จำนวน
3 ห้องเรียน รวม 120 คน

1.2 กลุ่มตัวอย่าง ที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้เป็น นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6/2 โรงเรียน
วัดพรหมสาคร สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาสิงห์บุรี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561
จำนวน 1 ห้องเรียน มีนักเรียนทั้งสิ้น จำนวน 40 คน ซึ่งได้มาจากวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Sampling)

2. ระยะเวลาการวิจัย

ผู้วิจัยได้ดำเนินการในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง
ไฟฟ้า จำนวน 20 ชั่วโมง คาบละ 60 นาที

3. รูปแบบการวิจัย

รูปแบบการวิจัยเป็นการวิจัยกลุ่มเดียว มีการเก็บข้อมูลก่อนเรียน และหลังเรียน (One group
Pre-test Post-test Design)

O ₁	X	O ₂
ก่อนเรียน	ทดลอง	หลังเรียน

4. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

4.1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

4.1.1 แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่องไฟฟ้า ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 รวมเวลา 20 ชั่วโมง

4.1.2 แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องไฟฟ้า ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยเป็นแบบทดสอบปรนัย จำนวน 30 ข้อ

4.1.3 แบบทดสอบความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ ใน 4 ด้าน คือ ความคิดคล่องแคล่ว (Fluency) ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) ความคิดริเริ่ม (Originality) และความคิดละเอียดลออ (Elaboration) จำนวน 4 ข้อ

4.2 การสร้างและคุณภาพของเครื่องมือวิจัย

4.2.1 การสร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

การสร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่องไฟฟ้า ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีขั้นตอนในการสร้าง ดังนี้

1) ศึกษาแนวความคิดและทฤษฎี จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำมาปรับใช้ในการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่องไฟฟ้า ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

2) ศึกษาหลักการของสะเต็มศึกษา จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3) ศึกษาหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 ของกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ของโรงเรียนวัดพรหมสาคร สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาสิงห์บุรี โดยศึกษาเกี่ยวกับมาตรฐาน สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตัวชี้วัด ผลการเรียนรู้ คำอธิบายรายวิชา และเนื้อหา เรื่องไฟฟ้า ในชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เพื่อนำมาใช้เป็นแนวทางในการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาในเรื่องไฟฟ้า ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

4) ศึกษาเนื้อหาและกิจกรรมในการจัดการเรียนรู้ เรื่องไฟฟ้า ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จากหนังสือคู่มือครูของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) หนังสือกิจกรรมสะเต็ม STEM สร้างนักคิด และหนังสือหรือเอกสารอื่น ๆ

5) กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้เพื่อให้สอดคล้องกับ ตัวชี้วัด มาตรฐานการเรียนรู้ และสาระการเรียนรู้

6) สร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่องไฟฟ้า ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 6 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา (Problem Identification)

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง (Related Information Search)

ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design)

ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and Development)

ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุง (Testing Evaluation and Design Improvement)

ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือผลการพัฒนานวัตกรรม (Presentation)

7) นำแผนการจัดการเรียนรู้ไปนำเสนออาจารย์ที่ปรึกษา และนำมาปรับปรุงแก้ไข

8) นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้ปรับปรุงแก้ไข ตามที่อาจารย์ที่ปรึกษาแนะนำแล้ว จึงนำแผนการจัดการเรียนรู้ไปเสนอ ให้กับผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน

โดยให้ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน ตรวจสอบประเมินความเหมาะสม และความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา (ในภาพรวม) จำนวน 4 แผน ประเมินโดยใช้หลักเกณฑ์ในการประเมิน และแปลความหมายแบบมาตราส่วน 5 ระดับ (Rating Scale) (บุญชม ศรีสะอาด, 2556, น. 121) ดังนี้

ระดับ	แปลความหมาย	
ค่าเฉลี่ย 4.51 - 5.00	หมายถึง	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ย 3.51 - 4.50	หมายถึง	มาก
ค่าเฉลี่ย 2.51 - 3.50	หมายถึง	ปานกลาง
ค่าเฉลี่ย 1.51 - 2.50	หมายถึง	น้อย
ค่าเฉลี่ย 1.00 - 1.50	หมายถึง	น้อยที่สุด

9) นำผลที่ได้จากการประเมินมาวิเคราะห์ประเมินความเหมาะสมและความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา (ในภาพรวม) ซึ่งค่าเฉลี่ยของแผนการจัดการเรียนรู้ที่มีความเหมาะสม จะอยู่ในช่วงระหว่างค่าเฉลี่ย (\bar{X}) 3.51 ขึ้นไปจึงจะถือว่าเป็นแผนที่มีความเหมาะสมสามารถนำมาใช้ในการสอนได้ โดยจากการประเมินความเหมาะสมและความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา เรื่อง โคมไฟจากถังกระดาด พบว่า มีค่าเฉลี่ย (\bar{X}) 4.73 การประเมินความเหมาะสมและความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา (ในภาพรวม) เรื่อง Power Car พบว่า มีค่าเฉลี่ย (\bar{X}) 4.69 การประเมินความเหมาะสมและความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา เรื่อง ตะเกียงของนักเดินทาง พบว่า มีค่าเฉลี่ย (\bar{X}) 4.67 และ การประเมินความเหมาะสมและความ

สอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา เรื่อง เครื่องปรับอากาศดีบร้อน พบว่า มีค่าเฉลี่ย (\bar{X}) 4.67 ซึ่งแผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 4 แผนนี้ ถือว่าเป็นแผนการจัดการศึกษาที่มีความเหมาะสมมากที่สุด

10) นำข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญมาปรับปรุงแก้ไขของแผนการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา (ในภาพรวม) จำนวน 4 แผน

11) นำแผนการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา (ในภาพรวม) จำนวน 4 แผน ไปใช้จริงกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6/2 โรงเรียนวัดพรหมสาคร สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาสิงห์บุรี จำนวน 40 คน

4.2.2 การสร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การสร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

1) ศึกษาหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 ของกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ โดยศึกษาเกี่ยวกับ มาตรฐาน สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตัวชี้วัด ผลการเรียนรู้และเนื้อหาเรื่องไฟฟ้าในชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เพื่อนำมาใช้เป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องไฟฟ้า ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

2) ศึกษาเนื้อหา เรื่องไฟฟ้า ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จากหนังสือคู่มือครูของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) หนังสือและเอกสารอื่น ๆ

3) ดำเนินการสร้างแบบทดสอบ เรื่องไฟฟ้า สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ฉบับนี้เป็นแบบทดสอบปรนัย แบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 52 ข้อ (ใช้จริง 30 ข้อ) โดยออกข้อสอบให้ครอบคลุมตามระดับพฤติกรรมพุทธิพิสัยของ Bloom (1956) ซึ่งปรับแก้โดย แอนเดอร์สัน และครอว์ทอลล์ (Anderson and Krathwohl, 2001) ซึ่งประกอบไปด้วย ระดับพฤติกรรม จำ (Remember) เข้าใจ (Understand) ประยุกต์ใช้ (Apply) วิเคราะห์ (Analysis) ประเมิน (Evaluate) และ สร้างสรรค์ (Create) (ณัฐภรณ์ หลาวทอง, 2559, น. 39) ดังตารางที่ 3.1-3.4

ตารางที่ 3.1 ตารางวิเคราะห์แบบทดสอบ เรื่องไฟฟ้า ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 (เรื่อง โคมไฟจากถังกระดาษ)

จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบจำแนกตามกระบวนการ						จำนวนข้อสอบ	
	ทางสติปัญญา						สร้าง	ใช้จริง
	จำ	เข้าใจ	ประยุกต์ใช้	วิเคราะห์	ประเมินค่า	สร้างสรรค์		
1. นักเรียนสามารถอธิบายความหมายและยกตัวอย่างของวงจรไฟฟ้าวงจรเปิดวงจรปิด ตัวนำไฟฟ้าและ ฉนวนไฟฟ้าได้ (K)		3	2	2			7	4
2. นักเรียนสามารถจำแนกลักษณะของวัสดุที่เป็นตัวนำไฟฟ้าและฉนวนไฟฟ้าได้(K)		1		4			5	2
3. นักเรียนสามารถบอกส่วนประกอบอย่างง่ายของวงจรไฟฟ้า และหน้าที่ของส่วนประกอบต่างๆของวงจรไฟฟ้าได้ (K)	1						1	1
4. นักเรียนสามารถบอกสัญลักษณ์ส่วนประกอบของวงจรไฟฟ้าได้ (K)	1						1	1
5. นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในชีวิตประจำวันและนำไปใช้การแก้ปัญหาหากเกิดไฟฟ้าลัดวงจรได้ (K)		1	1		4		6	3
รวม	2	5	3	6	4	20	20	11

ตารางที่ 3.2 ตารางวิเคราะห์แบบทดสอบ เรื่องไฟฟ้า ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 (เรื่อง รถที่มีพลัง (Power Car))

จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบจำแนกตามกระบวนการ						จำนวนข้อสอบ	
	ทางสติปัญญา						สร้าง	ใช้จริง
	จำ	เข้าใจ	ประยุกต์ใช้	วิเคราะห์	ประเมินค่า	สร้างสรรค์		
1. นักเรียนสามารถอธิบาย การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรมได้ และข้อเสียของการต่อวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรมได้ (K)		4	1	2			7	4
2. นักเรียนสามารถนำประโยชน์ของการต่อวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรมไปใช้ประโยชน์ได้ (K)					1	1	2	1
รวม		4	1	2	1	1	9	5

ตารางที่ 3.3 ตารางวิเคราะห์แบบทดสอบ เรื่องไฟฟ้า ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 (เรื่อง ตะเกียงของนักเดินทาง)

จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบจำแนกตามกระบวนการ						จำนวนข้อสอบ	
	ทางสติปัญญา						สร้าง	ใช้จริง
	จำ	เข้าใจ	ประยุกต์ใช้	วิเคราะห์	ประเมินค่า	สร้างสรรค์		
1. นักเรียนสามารถอธิบาย การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบขนานได้ (K)		1	1	1			3	2
2. นักเรียนสามารถนำประโยชน์ของการต่อวงจรไฟฟ้าแบบขนานไปใช้ประโยชน์ได้ (K)			1		1	1	3	3
รวม		1	2	1	1	1	6	5

ตารางที่ 3.4 ตารางวิเคราะห์แบบทดสอบเรื่องไฟฟ้าชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 (เรื่อง เครื่องปรับอากาศตู้ร้อน)

จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบจำแนกตามกระบวนการทางสติปัญญา						จำนวนข้อสอบ	
	จำ	เข้าใจ	ประยุกต์ใช้	วิเคราะห์	ประเมินค่า	สร้างสรรค์	สร้าง	ใช้จริง
1. นักเรียนสามารถบอกและอธิบายลักษณะเฉพาะของแม่เหล็ก แม่เหล็กไฟฟ้า แรงแม่เหล็ก และแรงดึงดูดและแรงผลักระหว่างขั้วแม่เหล็ก (K)	3	4	1	3	1		12	6
2. นักเรียนสามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแม่เหล็กไฟฟ้ากับจำนวนรอบและขนาดของแม่เหล็กไฟฟ้าได้(K)		2					2	1
3. นักเรียนสามารถนำประโยชน์ของแม่เหล็กไฟฟ้าไปใช้ประโยชน์ได้ในชีวิตประจำวัน (K)			1		1	1	3	2
รวม	3	6	2	3	2	1	17	9

4) นำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไปนำเสนออาจารย์ที่ปรึกษา และนำมาปรับปรุงแก้ไข

5) นำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ได้ปรับปรุงแก้ไข ตามที่อาจารย์ที่ปรึกษาแนะนำแล้ว จึงนำแผนการจัดการเรียนรู้ไปเสนอ ให้กับผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน (เป็นอาจารย์ท่านเดิมกับผู้เชี่ยวชาญตรวจประเมินความเหมาะสมและความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา (ในภาพรวม) ทำการตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ (IOC) โดยมีการกำหนดเกณฑ์คะแนนของผู้เชี่ยวชาญ ดังนี้

+1 มีความแน่ใจว่า ข้อคำถามนั้นมีความสอดคล้องกับจุดประสงค์/ผลการเรียนรู้

0 มีความไม่แน่ใจว่า ข้อคำถามนั้นมีความสอดคล้องกับจุดประสงค์/ผลการเรียนรู้

-1 ไม่มีความแน่ใจว่า ข้อคำถามนั้นจะไม่ความสอดคล้องกับจุดประสงค์/ผล
การเรียนรู้

ซึ่งค่าดัชนีความสอดคล้องที่ยอมรับได้ต้องมีค่าตั้งแต่ .50 ขึ้นไป จึงจะถือว่าเป็นข้อคำถามที่มีความสอดคล้องที่สุด ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการคัดเลือกเอาเฉพาะข้อที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ .50 ขึ้นไป มาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้มีค่าความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ อยู่ระหว่าง .66 ถึง 1.00

6) นำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ที่ได้มีการปรับปรุงแล้วไปใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวัดพรหมสาคร จำนวน 30 คนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง (Try out) เพื่อหาค่าคุณภาพของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

7) นำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ได้จากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวัดพรหมสาคร จำนวน 30 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง มาทำการหาค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนก แบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่มคือกลุ่มที่มีคะแนนสูงและกลุ่มคะแนนต่ำ โดยใช้เทคนิค 50% ซึ่งค่าความยาก (p) จะมีค่าอยู่ระหว่าง .20 ถึง .80 และ ค่าอำนาจจำแนก (r) จะมีค่าอยู่ระหว่างตั้งแต่ .20 ขึ้นไป (กัญญา ลินทรัตนศิริกุล, 2560, น. 9-60) และคัดเลือกข้อสอบจำนวน 30 ข้อ ซึ่งแบบทดสอบจำนวน 30 ข้อที่คัดเลือกไว้ พบว่ามีค่าความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง .33 ถึง .77 และค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง .20 ถึง .53

8) นำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ที่ผ่านเกณฑ์การคัดเลือกแล้วจำนวน 30 ข้อ ไปวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยมีเกณฑ์ค่าความเที่ยงของเครื่องมือควรจะมีค่า .70 ขึ้นไป (กัญญา ลินทรัตนศิริกุล, 2560, น. 9-74) ซึ่งพบว่าค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คำนวณจากสูตร KR-20 ของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน (Kuder Richardson) เท่ากับ .79

9) นำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไปใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6/2 โรงเรียนวัดพรหมสาคร สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาสิงห์บุรี

4.2.3 การสร้างแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ เรื่องไฟฟ้า

การสร้างแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

1) ศึกษางานวิจัยอื่น ๆ ศึกษาเนื้อหา เรื่องไฟฟ้า ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จากหนังสือคู่มือครูของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) หนังสือและเอกสารอื่น ๆ เพิ่มเติม

2) ดำเนินการสร้างแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ เรื่องไฟฟ้า สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ฉบับนี้เป็นแบบทดสอบปรนัย แบบเขียนตอบ (แบบอัตนัย) จำนวน 7 ข้อ (ใช้จริง 4 ข้อ) โดยออกข้อสอบให้เหมาะสมตรงกับจุดประสงค์ที่ต้องการความคิดสร้างสรรค์ ตามแนวคิดทฤษฎีใน

การสร้างของกิลฟอร์ด (Guilford) จำนวน 4 ด้านดังนี้ ความคิดคล่องแคล่ว (Fluency) ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) ความคิดริเริ่ม (Originality) และความคิดละเอียดลออ (Elaboration)

3) สร้างเกณฑ์การให้คะแนนแบบ Rubric Score ตามด้านของความคิดสร้างสรรค์ 4 ด้าน ดังตารางที่ 3.5

ตารางที่ 3.5 เกณฑ์การประเมินคุณภาพ (Rubric) ในด้านความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ไฟฟ้า ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ประเด็นการประเมิน	ระดับคะแนน				
	ดีเยี่ยม (4)	ดีมาก (3)	ดี (2)	พอใช้ (1)	ปรับปรุง (0)
ด้านคิด คล่องแคล่ว	1. คำตอบมีความเป็นไปได้ 7 คำตอบ ขึ้นไป	1. คำตอบมีความเป็นไปได้ 5-6 คำตอบ	1. คำตอบมีความเป็นไปได้ 3-4 คำตอบ	1. คำตอบ 1-2 คำตอบ	1. คำตอบไม่มีหรือไม่ตอบ
	2. เสร็จทันตามเวลาที่กำหนดไว้	2. เสร็จทันตามเวลาที่กำหนดไว้	2. เสร็จทันตามเวลาที่กำหนดไว้	2. เสร็จทันตามเวลาที่กำหนดไว้	2. ไม่เสร็จทันตามเวลาที่กำหนดไว้
ด้านคิด ยืดหยุ่น	1. สามารถบอกหน้าที่ของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ในการต่อวงจรไฟฟ้าได้ในชีวิตประจำวัน โดยไม่ซ้ำหน้าที่กัน	1. สามารถบอกหน้าที่ของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ในการต่อวงจรไฟฟ้าได้ในชีวิตประจำวัน โดยไม่ซ้ำหน้าที่กัน	1. สามารถบอกหน้าที่ของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ในการต่อวงจรไฟฟ้าได้ในชีวิตประจำวัน โดยไม่ซ้ำหน้าที่กัน	1. สามารถบอกหน้าที่ของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ในการต่อวงจรไฟฟ้าได้ในชีวิตประจำวัน โดยไม่ซ้ำหน้าที่กัน	1. ไม่สามารถบอกหน้าที่ของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ในการต่อวงจรไฟฟ้าได้ในชีวิตประจำวัน
	2. คำตอบมีความเป็นไปได้ 4 หน้าที่ คำตอบขึ้นไป	2. คำตอบมีความเป็นไปได้ 3 หน้าที่	2. คำตอบมีความเป็นไปได้ 2 หน้าที่	2. คำตอบ 1 หน้าที่	2. คำตอบไม่มีหรือไม่ตอบ คำถาม

ตารางที่ 3.5 (ต่อ)

ประเด็นการประเมิน	ระดับคะแนน					
	ดีเยี่ยม (4)	ดีมาก (3)	ดี (2)	พอใช้ (1)	ปรับปรุง (0)	
ด้านความคิดริเริ่ม	1. คิดริเริ่มสิ่งแปลกใหม่ ที่แตกต่างจากผู้อื่น มีการนำความรู้ที่มีอยู่มาประยุกต์ใช้ และสร้างสิ่งมีชีวิตประจำวัน และสังคมได้ และคำตอบไม่ซ้ำใคร	1. คิดซ้ำผู้อื่น ตั้งแต่ 1-2 คน ขึ้นไปแต่ไม่เกิน 10คน แต่มีการนำความรู้ที่มีอยู่มาประยุกต์ใช้ และสามารถสร้างสิ่งที่มีประโยชน์ต่อชีวิตประจำวัน และสังคมได้	1. คิดซ้ำผู้อื่น ตั้งแต่ 3-4คน ขึ้นไปแต่ไม่เกิน 15คน แต่มีการนำความรู้ที่มีอยู่มาประยุกต์ใช้ และสามารถสร้างสิ่งที่มีประโยชน์ต่อชีวิตประจำวัน และสังคมได้	1. คิดซ้ำผู้อื่น ตั้งแต่ 5-6 คน ขึ้นไปแต่ไม่เกิน 20คน แต่มีการนำความรู้ที่มีอยู่มาประยุกต์ใช้ แต่ไม่สามารถสร้างสิ่งที่มีประโยชน์ต่อชีวิตประจำวัน และสังคมได้	1. คิดซ้ำกับผู้อื่นตั้งแต่ 7 คนขึ้นไปไม่มี การนำความรู้ที่มีอยู่มาประยุกต์ใช้ และไม่สามารถสร้างสิ่งที่มีประโยชน์ต่อชีวิตประจำวัน และสังคมได้	1. คิดซ้ำกับผู้อื่นตั้งแต่ 7 คนขึ้นไปไม่มี การนำความรู้ที่มีอยู่มาประยุกต์ใช้ และไม่สามารถสร้างสิ่งที่มีประโยชน์ต่อชีวิตประจำวัน และสังคมได้
	ด้านความคิดละเอียดลออ	1. สามารถบอก รายละเอียดของสิ่งที่คิดได้ และสามารถขยายความคิดหลักให้สมบูรณ์ขึ้นได้	1. สามารถบอก รายละเอียดของสิ่งที่คิดได้ และสามารถขยายความคิดหลักให้สมบูรณ์ขึ้นได้	1. สามารถบอก รายละเอียดของสิ่งที่คิดได้ และสามารถขยายความคิดหลักให้สมบูรณ์ขึ้นได้	1. สามารถบอก รายละเอียดของสิ่งที่คิดได้ และสามารถขยายความคิดหลักให้สมบูรณ์ขึ้นได้	1. ไม่สามารถบอก รายละเอียดของสิ่งที่คิดได้ และไม่สามารถขยายความคิดหลักให้สมบูรณ์ขึ้นได้
		2. คำตอบหรือรายละเอียดที่คิดมีความเป็นไปได้ 7 คำตอบขึ้นไป	2. คำตอบหรือรายละเอียดที่คิดมีความเป็นไปได้ 5-6คำตอบ	2. คำตอบหรือรายละเอียดที่คิดมีความเป็นไปได้ 3-4คำตอบ	2. คำตอบหรือรายละเอียดที่คิดมีความเป็นไปได้ 1-2คำตอบ	2. คำตอบหรือรายละเอียดที่คิดไม่มีความเป็นไปได้ หรือไม่ตอบคำตอบ

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
13 - 16	ดีมาก
9 - 12	ดี
5 - 8	พอใช้
0 - 4	ปรับปรุง

หมายเหตุ การให้คะแนนตามองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ 4 ด้าน

(1) ความคิดคล่องแคล่ว (Fluency) จะมีการให้คะแนน คือ หากเป็นคำตอบที่ถูกต้อง ให้คำตอบละ 1 คะแนน ไม่ว่าคำตอบนั้นจะซ้ำกับผู้อื่นหรือไม่ หากเป็นคำตอบที่ผิด จะได้ 0 คะแนน และตอบคำถามให้ได้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ภายในเวลาที่กำหนด

(2) ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) จะมีการให้คะแนนตามหน้าที่ของอุปกรณ์ไฟฟ้า ที่ใช้ในการต่อวงจรไฟฟ้าได้ในชีวิตประจำวัน โดยไม่ซ้ำหน้าที่กัน หากซ้ำหน้าที่ของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ในการต่อวงจรไฟฟ้าได้ในชีวิตประจำวัน ให้นับรวมเป็น 1 หน้าที่ (หน้าที่ละ 1 คะแนน) ไม่ว่าคำตอบนั้นจะซ้ำกับผู้อื่นหรือไม่

(3) ด้านความคิดริเริ่ม จะมีการให้คะแนน ตามการตอบของนักเรียนที่ซ้ำกัน บ่อย ๆ เป็นรายชื่อ ดังนี้

คำตอบซ้ำกับผู้อื่นได้ 13 คำตอบขึ้นไป	ได้ 0 คะแนน
คำตอบซ้ำกับผู้อื่นได้ 9-12 คำตอบ	ได้ 1 คะแนน
คำตอบซ้ำกับผู้อื่นได้ 5-8 คำตอบ	ได้ 2 คะแนน
คำตอบซ้ำกับผู้อื่นได้ 1-4 คำตอบ	ได้ 3 คะแนน
คำตอบไม่ซ้ำใคร	ได้ 4 คะแนน

(4) ด้านความคิดละเอียดลออ จะมีการให้คะแนนตามรายละเอียดของสิ่งที่คิดได้ และสามารถขยายความคิดหลักให้สมบูรณ์ขึ้นได้ รวมทั้งบอกรายละเอียดความเป็นไปได้ จากคำตอบของนักเรียนแต่ละคน ดังนี้

คำตอบหรือรายละเอียดที่คิดไม่มีความเป็นไปได้หรือไม่ตอบคำตอบ ได้ 0 คะแนน

คำตอบหรือรายละเอียดที่คิดมีความเป็นไปได้ 1-2 คำตอบ	ได้ 1 คะแนน
คำตอบหรือรายละเอียดที่คิดมีความเป็นไปได้ 3-4 คำตอบ	ได้ 2 คะแนน
คำตอบหรือรายละเอียดที่คิดมีความเป็นไปได้ 5-6 คำตอบ	ได้ 3 คะแนน
คำตอบหรือรายละเอียดที่คิดมีความเป็นไปได้ 7 คำตอบขึ้นไป	ได้ 4 คะแนน

4) นำแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ เรื่องไฟฟ้าไปนำเสนออาจารย์ที่ปรึกษา และนำมาปรับปรุงแก้ไข

5) นำแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ เรื่องไฟฟ้าที่ได้ปรับปรุงแก้ไข ตามที่ อาจารย์ที่ปรึกษาแนะนำแล้ว จึงนำแผนการจัดการเรียนรู้ไปเสนอ ให้กับผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน (เป็น อาจารย์ท่านเดิมกับผู้เชี่ยวชาญตรวจประเมินความเหมาะสมและความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ สะเต็มศึกษา (ในภาพรวม) ทำการตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ (IOC) โดยมีการกำหนดเกณฑ์คะแนนของผู้เชี่ยวชาญ ดังนี้

+1 มีความแน่ใจว่า ข้อคำถามนั้นมีความสอดคล้องกับด้านของความคิดสร้างสรรค์

0 มีความไม่แน่ใจว่า ข้อคำถามนั้นมีความสอดคล้องกับด้านของความคิดสร้างสรรค์

-1 ไม่มีความแน่ใจว่า ข้อคำถามนั้นมีความสอดคล้องกับด้านของความคิดสร้างสรรค์

ซึ่งค่าดัชนีความสอดคล้องที่ยอมรับได้ต้องมีค่าตั้งแต่ .50 ขึ้นไป จึงจะถือว่าเป็นข้อคำถามที่มีความสอดคล้องที่สุด ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการคัดเลือกเอาเฉพาะข้อที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง ตั้งแต่ .50 ขึ้นไป มาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้มีค่าความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ เท่ากับ .67

6) นำแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ เรื่องไฟฟ้าที่ได้มีการปรับปรุงแล้วไปใช้กับ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวัดพรหมสาคร จำนวน 30 คนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง (Try out) เพื่อหาค่าคุณภาพของแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ เรื่องไฟฟ้า

7) นำแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ เรื่องไฟฟ้า ที่ได้จากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 1 โรงเรียนวัดพรหมสาคร จำนวน 30 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง มาทำการหาค่าความยากง่ายและ ค่าอำนาจจำแนก โดยแบ่งนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อน (เรียงคะแนนสอบของ นักเรียนจากสูงสุดไปต่ำสุด จำนวนกลุ่มละ 11 คน) โดยใช้เทคนิค 37% ของจำนวนนักเรียนที่เข้าสอบ ซึ่งใช้วิธีการคำนวณของ วิทนีย์และซาเบอร์ส (Whitney and Sabers, 1970) ค่าความยาก (P_E) จะมีค่าอยู่ระหว่าง .20 ถึง .80 และค่าอำนาจจำแนก (D) จะมีค่าอยู่ระหว่าง .20 ขึ้นไป (กัญจนา ลินทรัตนศิริกุล, 2560, น. 9-60) และคัดเลือกข้อสอบจำนวน 4 ข้อ จากแบบทดสอบจำนวน 4 ข้อที่คัดเลือกไว้พบว่า มีค่าความยากง่าย (P_E) อยู่ระหว่าง .59 ถึง .71 และค่าอำนาจจำแนก (D) อยู่ระหว่าง .39 ถึง .85

8) นำแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ เรื่องไฟฟ้า ที่ผ่านเกณฑ์การคัดเลือกแล้ว จำนวน 4 ข้อ ไปวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบแบบวิธีสัมประสิทธิ์แอลฟา (α -Coefficient)

โดยมีเกณฑ์ค่าความเที่ยงของเครื่องมือควรมีค่า .70 ขึ้นไป (กัญจนา ลินทรัตนศิริกุล, 2560, น. 9-72) ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้มีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบแบบวิธีสัมประสิทธิ์แอลฟา (α -Coefficient) เท่ากับ .80

9) นำแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ เรื่องไฟฟ้า ไปใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6/2 โรงเรียนวัดพรหมสาคร สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาสิงห์บุรี

5. การเก็บรวบรวมข้อมูล

โดยผู้วิจัยมีการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

5.1 ขออนุญาตจากสำนักงานบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ถึงผู้อำนวยการโรงเรียนวัดพรหมสาคร อำเภอเมืองสิงห์บุรี จังหวัดสิงห์บุรี เพื่อขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย

5.2 ให้นักเรียนทำการทดสอบก่อนเรียนกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ด้วยแบบทดสอบ ความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง ไฟฟ้า จำนวน 4 ข้อ (แบบอัตนัย) และแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ไฟฟ้า จำนวน 30 ข้อ (แบบปรนัย)

5.3 ผู้วิจัยดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง ไฟฟ้า เป็นเวลา 20 ชั่วโมง จำนวน 4 แผน แผนละ 5 ชั่วโมง สัปดาห์ละ 4 ชั่วโมง รวมทั้งหมด 6 สัปดาห์

5.4 ให้นักเรียนทำการทดสอบหลังเรียนกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ด้วยแบบทดสอบ ความคิดสร้างสรรค์ เรื่องไฟฟ้า จำนวน 4 ข้อ (แบบอัตนัย)

5.5 ให้นักเรียนทำการทดสอบหลังเรียนกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ด้วยแบบทดสอบ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ไฟฟ้า จำนวน 30 ข้อ (แบบปรนัย)

5.6 นำข้อมูลที่ได้อาวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติ

6. การวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูล ดังต่อไปนี้

6.1 วิเคราะห์ผลจากการประเมินความเหมาะสมและความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา (ในภาพรวม) โดยหาค่าคะแนนเฉลี่ย (\bar{X}) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D)

6.2 เปรียบเทียบคะแนนทดสอบระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยแบบสะเต็มศึกษา เรื่องไฟฟ้า ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้การทดสอบค่าที (t-test Dependent Samples)

6.3 เปรียบเทียบคะแนนทดสอบ ความคิดสร้างสรรค์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียน ที่เรียนด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยแบบสะเต็มศึกษา เรื่องไฟฟ้า ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้การทดสอบค่าที (t-test Dependent Samples)

7. สถิติที่ใช้ในการวิจัย

7.1 สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D)

7.1.1 ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ใช้สูตรดังนี้ (นงลักษณ์ วิรัชชัย, 2560, น. 10-30)

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

เมื่อ \bar{X} แทน ค่าเฉลี่ย
 $\sum X$ แทน ผลบวกของค่าเบี่ยงเบนจากค่าเฉลี่ย
 n แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มเป้าหมาย

7.1.2 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D) ใช้สูตร ดังนี้ (นงลักษณ์ วิรัชชัย, 2560, น. 10-

38)

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

เมื่อ S.D. แทน ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
 $\sum X$ แทน ผลบวกของค่าเบี่ยงเบนจากค่าเฉลี่ย
 $\sum X^2$ แทน ผลบวกของกำลังสองของค่าเบี่ยงเบนจากค่าเฉลี่ย
 n แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มเป้าหมาย

7.1.3 ค่าความแปรปรวน (Variance) ใช้สูตรดังนี้ (กัญจนา ลินทรัตนศิริกุล, 2560, น.

9-72)

$$S^2 = \frac{N \sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)}$$

เมื่อ S^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนน
 $\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

N แทน จำนวนผู้สอบ

N-1 แทน จำนวนตัวแปรอิสระ

7.2 สถิติที่ใช้วิเคราะห์คุณภาพเครื่องมือ

7.2.1 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เพื่อให้แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิทยาศาสตร์และแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ เรื่องไฟฟ้า มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหา เรื่องไฟฟ้า โดยใช้สูตรดังนี้ (กัญจนา ลินทรัตนศิริกุล, 2560, น. 9-53)

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

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับ

จุดประสงค์การเรียนรู้

R แทน ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

ถ้าแน่ใจว่าข้อคำถามนั้นตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้ให้ค่า เป็น +1

ถ้าไม่แน่ใจว่าข้อคำถามนั้นตรงกับจุดประสงค์ การเรียนรู้ให้ค่าเป็น 0

ถ้าแน่ใจว่าข้อคำถามนั้นไม่ตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้ให้ ค่าเป็น -1

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

7.2.2 ค่าความยากของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องไฟฟ้า โดยใช้สูตร ดังนี้ (กัญจนา ลินทรัตนศิริกุล, 2560, น. 9-59)

$$p = \frac{H+L}{N_H + N_L}$$

เมื่อ p แทน ค่าความยาก

H แทน จำนวนผู้ตอบในกลุ่มสูงที่ตัวเลือกนั้น

L แทน จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มต่ำที่เลือกตัวเลือกนั้น

N_H แทน จำนวนผู้ตอบในกลุ่มสูงทั้งหมด

N_L แทน จำนวนผู้ตอบในกลุ่มต่ำทั้งหมด

7.2.3 ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องไฟฟ้า โดยใช้สูตรดังนี้ (กัญจนา ลินทร์ตนศิริกุล, 2560, น. 9-59)

$$r = \frac{H-L}{N_H}$$

หรือ
$$r = \frac{H-L}{N_L}$$

เมื่อ r แทน ค่าอำนาจจำแนก

H แทน จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มสูงที่เลือกตัวเลือกนั้น

L แทน จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มต่ำที่เลือกตัวเลือกนั้น

N_H แทน จำนวนผู้ตอบในกลุ่มสูงทั้งหมด

N_L แทน จำนวนผู้ตอบในกลุ่มต่ำทั้งหมด

7.2.4 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ไฟฟ้า โดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน (Kuder Richardson) ดังนี้ (กัญจนา ลินทร์ตนศิริกุล, 2560, น. 9-74)

$$r_{tt} = \frac{k}{k-1} \left[1 - \frac{\sum pq}{S^2} \right]$$

เมื่อ r_{tt} แทน ค่าความเที่ยงของเครื่องมือวิจัย

k แทน จำนวนข้อคำถาม

p แทน สัดส่วนของผู้ตอบในแต่ละข้อคำถามถูก

q แทน สัดส่วนของผู้ตอบในแต่ละข้อคำถามผิด มีค่าเท่ากับ 1-p

S แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนในเครื่องมือวิจัย

7.2.5 ค่าความยากของแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ เรื่องไฟฟ้า (ใช้เทคนิค 37%) โดยใช้สูตรของ วิทนีย์และซาเบอร์ส (Whitney and Sabers, 1970) ดังนี้ (กัญจนา ลินทร์ตนศิริกุล, 2560, น. 9-61)

$$P_E = \frac{\sum H + \sum L - (2N \text{ Score}_{\min})}{2N (\text{Score}_{\max} - \text{Score}_{\min})}$$

เมื่อ	P_E	แทน	ค่าความยากของคำถามแต่ละข้อ
	$\sum H$	แทน	ผลรวมของคะแนนของกลุ่มสูง
	$\sum L$	แทน	ผลรวมของคะแนนของกลุ่มต่ำ
	N	แทน	ร้อยละของจำนวนผู้สอบ (ในงานวิจัยนี้ใช้ ของจำนวนผู้สอบ)
	Score _{Max}	แทน	คะแนนของผู้สอบที่ได้คะแนนสูงสุด
	Score _{Min}	แทน	คะแนนของผู้สอบที่ได้คะแนนต่ำสุด

37%

7.2.6 ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง ไฟฟ้า (ใช้เทคนิค 37%) โดยใช้สูตรของ วิทนีและซาเบอร์ส (Whitney and Sabers, 1970) ดังนี้ (กัญจนา ลินทรัตนศิริกุล, 2560, น. 9-61)

$$D = \frac{\sum H - \sum L}{N (\text{Score}_{\text{max}} - \text{Score}_{\text{min}})}$$

เมื่อ	D	แทน	ค่าอำนาจจำแนกของคำถามแต่ละข้อ
	$\sum H$	แทน	ผลรวมของคะแนนของกลุ่มสูง
	$\sum L$	แทน	ผลรวมของคะแนนของกลุ่มต่ำ
	N	แทน	ร้อยละของจำนวนผู้สอบ (ในงานวิจัยนี้ใช้ 37% ของจำนวนผู้สอบ)
	Score _{Max}	แทน	คะแนนของผู้สอบที่ได้คะแนนสูงสุด
	Score _{Min}	แทน	คะแนนของผู้สอบที่ได้คะแนนต่ำสุด

7.2.7 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง ไฟฟ้า โดยใช้สูตร วิธีสัมประสิทธิ์แอลฟา (α -Coefficient) ดังนี้ (กัญจนา ลินทรัตนศิริกุล, 2560, น. 9-72)

$$r_{tt} = \frac{k}{k-1} \left[1 - \frac{\sum S_i^2}{S^2} \right]$$

เมื่อ	r_{tt}	แทน	ค่าความเที่ยงของเครื่องมือการวิจัย
	k	แทน	จำนวนข้อคำถาม
	S_i	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนในข้อคำถามข้อที่ i
	S	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนทั้งหมด

7.2.8 สถิติที่ใช้วิเคราะห์ค่าความแตกต่างก่อนเรียนและหลังเรียนของแบบทดสอบ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ เรื่องไฟฟ้า จากกรณีกลุ่ม ตัวอย่างไม่เป็นอิสระจากกัน (Dependent Sample t-test Analysis) โดยใช้สูตรดังนี้ ดังนี้ (นงลักษณ์ วิรัชชัย, 2560, น. 10-120)

$$t = \frac{(\bar{D}) - (\delta)}{SD_{\bar{D}}}$$

เมื่อ	t	แทน	ค่าที่ใช้พิจารณาใน t- Dependent Sample
	D	แทน	คะแนนผลต่าง (difference scores)
	\bar{D}	แทน	ผลต่างของค่าเฉลี่ย (mean difference) = $\bar{x}_1 - \bar{x}_2$
	δ	แทน	ค่าพารามิเตอร์ผลต่าง ของค่าเฉลี่ย
	$SD_{\bar{D}}$	แทน	ความคลาดเคลื่อนของมาตรฐานของค่า \bar{D}



บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยเรื่องนี้ ผู้วิจัยจึงขอเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับดังนี้
ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์ เพื่อในการนำมาใช้ในการนำเสนอวิเคราะห์ข้อมูล

N,n แทน จำนวนนักเรียน

\bar{X} แทน ค่าเฉลี่ยของข้อมูล

S.D. แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

t แทน สถิติทดสอบที่ใช้ในการพิจารณาความมีนัยสำคัญทางสถิติ(T-Test)

D แทน ผลต่างของคะแนนก่อนและหลังเรียน

Sig แทน ระดับนัยสำคัญทางสถิติ

ผู้วิจัยได้มีการนำเสนอวิเคราะห์ข้อมูลตามขั้นตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 การหาค่าความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา โดยใช้เฉลี่ย (\bar{X}) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) จากแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา(ในภาพรวม) บทที่ 5 เรื่อง ไฟฟ้า จำนวน 4 แผน ได้แก่ เรื่อง โคมไฟจากถังกระดาษ รถที่มีพลัง (Power Car) ตะเกียงของนักเดินทาง และเครื่องปรับอากาศดีบ้าน

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียน ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง ไฟฟ้า ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้ ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และการทดสอบค่าที

ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์คะแนนความคิดสร้างสรรค์ ก่อนเรียนและหลังเรียน ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่องไฟฟ้า ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้ ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และการทดสอบค่าที

ตอนที่ 4 ผลการวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบ ความคิดสร้างสรรค์ในแต่ละด้าน ก่อนเรียนและหลังเรียน ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาการคิดสร้างสรรค์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที

ตอนที่ 5 ผลการประเมินคุณภาพชิ้นงานที่สร้างขึ้นจากความคิดสร้างสรรค์ ในแต่ละด้านด้วยการใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา บทที่ 5 เรื่อง ไฟฟ้า จำนวน 4 แผน ได้แก่ เรื่อง โคมไฟจากถังกระดาษ รถที่มีพลัง (Power Car) ตะเกียงของนักเดินทาง และเครื่องปรับอากาศดีบ้าน

ตอนที่ 1 การหาค่าความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา โดยใช้เฉลี่ย (\bar{X}) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) จากแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา (ในภาพรวม) บทที่ 5 เรื่อง ไฟฟ้า

ตารางที่ 4.1 การหาค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และระดับความเหมาะสม ของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา (ในภาพรวม) บทที่ 5 เรื่อง ไฟฟ้า แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเรื่อง โคมไฟจากถังกระดาษ

รายการประเมิน	N = 3		ระดับความเหมาะสม
	(\bar{X})	S.D.	
1. รายละเอียดแผนการจัดการเรียนรู้			
1.1 แผนการจัดการเรียนรู้ มีความเหมาะสมและมีความสอดคล้องสัมพันธ์กันกับเนื้อหา	4.67	.58	มากที่สุด
1.2 มีองค์ประกอบครบถ้วนในแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา	4.67	.58	มากที่สุด
1.3 แผนการจัดการเรียนรู้มีการนำสาระการเรียนรู้มาบูรณาการตามแนวทางสะเต็มศึกษา กับวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์	4.67	.58	มากที่สุด
1.4 จุดประสงค์การเรียนรู้มีความชัดเจนครอบคลุมเนื้อหาสาระ	4.33	.58	มาก
1.5 จุดประสงค์การเรียนรู้มุ่งให้นักเรียนได้มีการพัฒนาความรู้ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติที่ดีต่อวิชาวิทยาศาสตร์	5.00	.00	มากที่สุด
1.6 มีช่วงเวลาที่ใช้ในการสอนมีความเหมาะสมกับเรื่องที่สอน	4.67	.58	มากที่สุด
รวมเฉลี่ย	4.67	.50	มากที่สุด

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

รายการประเมิน	N = 3		ระดับความเหมาะสม
	(\bar{X})	S.D.	
2. กิจกรรมการเรียนรู้			
2.1 กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์และเนื้อหาสาระ ตรงตามที่กำหนดไว้	4.67	.58	มากที่สุด
2.2 กิจกรรมการเรียนรู้ที่จัดขึ้นทำให้นักเรียนเกิดทักษะด้าน ความรู้ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติที่ดีต่อวิชาวิทยาศาสตร์	5.00	.00	มากที่สุด
2.3 กิจกรรมการเรียนรู้ที่นักเรียนสามารถปฏิบัติได้จริง และมีความปลอดภัย	5.00	.00	มากที่สุด
2.4 กิจกรรมการเรียนรู้มีการบูรณาการสอนกับวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์	4.33	.58	มาก
2.5 กิจกรรมการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นให้นักเรียนเรียนรู้จากการปฏิบัติเรียนรู้ค้นคว้าหาความรู้ และออกแบบชิ้นงานด้วยตนเอง	5.00	.00	มากที่สุด
2.6 กิจกรรมการจัดการเรียนรู้เป็นการฝึกให้นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์	5.00	.00	มากที่สุด
2.7 กิจกรรมการจัดการเรียนรู้เป็นการฝึกให้นักเรียนการแสดงความคิดเห็นของตนเองต่อผลงานของเพื่อนในชั้นเรียน	4.67	.58	มากที่สุด
รวมเฉลี่ย	4.81	.25	มากที่สุด
3. วัสดุอุปกรณ์			
3.1 วัสดุอุปกรณ์ในการทำกิจกรรม มีความหลากหลายและเหมาะสมในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	4.33	.58	มาก
รวมเฉลี่ย	4.33	.58	มาก
4. การวัดและประเมินผล			
4.1 วัดประเมินผลจากชิ้นงานที่ได้จากการนำความรู้ไปใช้ในการออกแบบชิ้นงาน	4.67	.58	มากที่สุด

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

รายการประเมิน	N = 3		ระดับความเหมาะสม
	(\bar{X})	S.D.	
4.2 มีการวัดและประเมินผลที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ตามที่กำหนดไว้	5.00	.00	มากที่สุด
รวมเฉลี่ย	4.84	.29	มากที่สุด
รวมเฉลี่ยทั้งหมด	4.73	.36	มากที่สุด
คิดเป็นร้อยละ		94.60	

จากตารางที่ 4.1 พบว่าในภาพรวมผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นต่อแผนการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา (ในภาพรวม) บทที่ 5 เรื่อง ไฟฟ้า แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเรื่อง โคมไฟจากถังกระดาษ อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.73$, S.D. = .36) โดยคิดเป็นร้อยละ 94.60 เมื่อพิจารณาเป็นด้าน โดยเรียงลำดับจากมากที่สุดไปจนถึงระดับมากที่สุดนี้ คือด้านการวัดและประเมินผล อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.84$, S.D. = .29) รองลงมาคือ ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.81$, S.D. = .25) ด้านรายละเอียดแผนการจัดการเรียนรู้ อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.67$, S.D. = .50) และลำดับสุดท้ายคือ ด้านวัสดุอุปกรณ์ อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.33$, S.D. = .58)

ตารางที่ 4.2 การหาค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และระดับความเหมาะสม ของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา (ในภาพรวม) บทที่ 5 เรื่อง ไฟฟ้า แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเรื่อง รถที่มีพลัง (Power Car)

รายการประเมิน	N = 3		ระดับความเหมาะสม
	(\bar{X})	S.D.	
1. รายละเอียดแผนการจัดการเรียนรู้			
1.1 แผนการจัดการเรียนรู้ มีความเหมาะสมและมีความสอดคล้องสัมพันธ์กันกับเนื้อหา	4.67	.58	มากที่สุด
1.2 มีองค์ประกอบครบถ้วนในแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา	4.67	.58	มากที่สุด

ตารางที่ 4.2 (ต่อ)

รายการประเมิน	N = 3		ระดับความเหมาะสม
	(\bar{X})	S.D.	
1.3 แผนการจัดการเรียนรู้มีการนำสาระการเรียนรู้มาบูรณาการตามแนวทางสะเต็มศึกษา กับวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์	4.67	.58	มากที่สุด
1.4 จุดประสงค์การเรียนรู้มีความชัดเจนครอบคลุมเนื้อหาสาระ	4.33	.58	มาก
1.5 จุดประสงค์การเรียนรู้มุ่งให้นักเรียนได้มีการพัฒนาด้านความรู้ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติที่ดีต่อวิชาวิทยาศาสตร์	5.00	.00	มากที่สุด
1.6 มีช่วงเวลาที่ใช้ในการสอนมีความเหมาะสมกับเรื่องที่สอน	4.67	.58	มากที่สุด
เฉลี่ยรวม	4.67	.48	มากที่สุด
2. กิจกรรมการเรียนรู้			
2.1 กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์และเนื้อหาสาระ ตรงตามที่กำหนดไว้	4.67	.58	มากที่สุด
2.2 กิจกรรมการเรียนรู้ที่จัดขึ้นทำให้นักเรียนเกิดทักษะด้าน ความรู้ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติที่ดีต่อวิชาวิทยาศาสตร์	5.00	.00	มากที่สุด
2.3 กิจกรรมการเรียนรู้นักเรียนสามารถปฏิบัติได้จริง และมีความปลอดภัย	5.00	.00	มากที่สุด
2.4 กิจกรรมการเรียนรู้มีการบูรณาการสอนกับวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์	4.33	.58	มาก
2.5 กิจกรรมการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นให้นักเรียนเรียนรู้จากการปฏิบัติเรียนรู้ค้นหาความรู้ และออกแบบชิ้นงานด้วยตนเอง	5.00	.00	มากที่สุด
2.6 กิจกรรมการจัดการเรียนรู้เป็นการฝึกให้นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์	4.67	.58	มากที่สุด

ตารางที่ 4.2 (ต่อ)

รายการประเมิน	N = 3		ระดับความเหมาะสม
	(\bar{X})	S.D.	
2.7 กิจกรรมการจัดการเรียนรู้เป็นการฝึกให้นักเรียน การแสดงความคิดเห็นของตนเองต่อผลงานของเพื่อนในชั้น เรียน	4.67	.58	มากที่สุด
รวมเฉลี่ย	4.76	.33	มากที่สุด
3. วัสดุอุปกรณ์			
3.1 วัสดุอุปกรณ์ในการทำกิจกรรม มีความหลากหลาย และเหมาะสมในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	4.00	1.00	มาก
รวมเฉลี่ย	4.00	1.00	มาก
4. การวัดและประเมินผล			
4.1 วัดประเมินผลจากชิ้นงานที่ได้จากการนำความรู้ไป ใช้ในการออกแบบชิ้นงาน	4.67	.58	มากที่สุด
4.2 มีการวัดและประเมินผลที่สอดคล้องกับจุดประสงค์ การเรียนรู้ตามที่กำหนดไว้	5.00	.00	มากที่สุด
รวมเฉลี่ย	4.84	.29	มากที่สุด
รวมเฉลี่ยทั้งหมด	4.69	.42	มากที่สุด
คิดเป็นร้อยละ		93.77	

จากตารางที่ 4.2 พบว่าในภาพรวมผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นต่อแผนการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา (ในภาพรวม) บทที่ 5 เรื่อง ไฟฟ้า แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเรื่อง รถที่มีพลัง (Power Car) อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.69$, S.D. = .42) โดยคิดเป็นร้อยละ 93.77 เมื่อพิจารณาเป็นด้าน โดยเรียงลำดับจากมากที่สุดไปจนถึงระดับมากที่สุดนี้ คือด้านการวัดและประเมินผล อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.84$, S.D. = .23) รองลงมาคือ ด้านรายละเอียดแผนการจัดการเรียนรู้ อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.67$, S.D. = .48) ด้านกิจกรรม อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.67$, S.D. = .33) และลำดับสุดท้ายคือ ด้านวัสดุอุปกรณ์ อยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.00$, S.D. = 1.00)

ตารางที่ 4.3 การหาค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และระดับความเหมาะสม ของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา (ในภาพรวม) บทที่ 5 เรื่อง ไฟฟ้า แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเรื่อง ตะเกียงของนักเดินทาง

รายการประเมิน	N = 3		ระดับความเหมาะสม
	(\bar{X})	S.D.	
1. รายละเอียดแผนการจัดการเรียนรู้			
1.1 แผนการจัดการเรียนรู้ มีความเหมาะสมและมีความสอดคล้องสัมพันธ์กันกับเนื้อหา	4.33	.58	มาก
1.2 มุ่งองค์ประกอบครบถ้วนในแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา	4.67	.58	มากที่สุด
1.3 แผนการจัดการเรียนรู้มีการนำสาระการเรียนรู้มาบูรณาการตามแนวทางสะเต็มศึกษา กับวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์	4.67	.58	มากที่สุด
1.4 จุดประสงค์การเรียนรู้มีความชัดเจนครอบคลุมเนื้อหาสาระ	4.33	.58	มาก
1.5 จุดประสงค์การเรียนรู้มุ่งให้นักเรียนได้มีการพัฒนาด้านความรู้ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติที่ดีต่อวิชาวิทยาศาสตร์	5.00	.00	มากที่สุด
1.6 มีช่วงเวลาที่ใช้ในการสอนมีความเหมาะสมกับเรื่องที่สอน	4.67	.58	มากที่สุด
รวมเฉลี่ย	4.61	.48	มากที่สุด
2. กิจกรรมการเรียนรู้			
2.1 กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์และเนื้อหาสาระ ตรงตามที่กำหนดไว้	4.67	.58	มากที่สุด
2.2 กิจกรรมการเรียนรู้ที่จัดขึ้นทำให้นักเรียนเกิดทักษะด้าน ความรู้ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติที่ดีต่อวิชาวิทยาศาสตร์	5.00	.00	มากที่สุด
2.3 กิจกรรมการเรียนรู้ที่นักเรียนสามารถปฏิบัติได้จริง และมีความปลอดภัย	5.00	.00	มากที่สุด

ตารางที่ 4.3 (ต่อ)

รายการประเมิน	N = 3		ระดับความเหมาะสม
	(\bar{X})	S.D.	
2.4 กิจกรรมการเรียนรู้มีการบูรณาการสอนกับวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์	4.33	.58	มาก
2.5 กิจกรรมการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นให้นักเรียนเรียนรู้จากการปฏิบัติเรียนรู้ค้นคว้าหาความรู้ และออกแบบชิ้นงานด้วยตนเอง	5.00	.00	มากที่สุด
2.6 กิจกรรมการจัดการเรียนรู้เป็นการฝึกให้นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์	4.67	.58	มากที่สุด
2.7 กิจกรรมการจัดการเรียนรู้เป็นการฝึกให้นักเรียนการแสดงความคิดเห็นของตนเองต่อผลงานของเพื่อนในชั้นเรียน	4.67	.58	มากที่สุด
รวมเฉลี่ย	4.76	.33	มากที่สุด
3. วัสดุอุปกรณ์			
3.1 วัสดุอุปกรณ์ในการทำกิจกรรม มีความหลากหลายและเหมาะสมในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	4.00	1.00	มาก
รวมเฉลี่ย	4.00	1.00	มาก
4. การวัดและประเมินผล			
4.1 วัดประเมินผลจากชิ้นงานที่ได้จากการนำความรู้ไปใช้ในการออกแบบชิ้นงาน	4.67	.58	มากที่สุด
4.2 มีการวัดและประเมินผลที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ตามที่กำหนดไว้	5.00	.00	มากที่สุด
รวมเฉลี่ย	4.84	.29	มากที่สุด
รวมเฉลี่ยทั้งหมด	4.67	.42	มากที่สุด
คิดเป็นร้อยละ		93.35	

จากตารางที่ 4.3 พบว่าในภาพรวมผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นต่อแผนการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา (ในภาพรวม) บทที่ 5 เรื่อง ไฟฟ้า แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเรื่อง ตะเกียงของนักเดินทาง อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.67$, S.D. = .42) โดยคิดเป็นร้อยละ 93.35 เมื่อพิจารณาเป็นด้าน

โดยเรียงลำดับจากมากที่สุดไปจนถึงระดับมากที่สุดนี้ คือด้านการวัดและประเมินผล อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.84$, S.D. = .29) รองลงมาคือ ด้านกิจกรรม อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.67$, S.D. = 0.33) ด้านรายละเอียดแผนการจัดการเรียนรู้ อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.61$, S.D. = .48) และลำดับสุดท้ายคือ ด้านวัสดุอุปกรณ์ อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.00$, S.D. = 1.00)

ตารางที่ 4.4 การหาค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และระดับความเหมาะสม ของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา (ในภาพรวม) บทที่ 5 เรื่อง ไฟฟ้า แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเรื่อง เครื่องปรับอากาศตัวร้อน

รายการประเมิน	N = 3		ระดับความเหมาะสม
	(\bar{X})	S.D.	
1. รายละเอียดแผนการจัดการเรียนรู้			
1.1 แผนการจัดการเรียนรู้ มีความเหมาะสมและมีความสอดคล้องสัมพันธ์กันกับเนื้อหา	4.67	.58	มากที่สุด
1.2 มีองค์ประกอบครบถ้วนในแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา	4.67	.58	มากที่สุด
1.3 แผนการจัดการเรียนรู้มีการนำสาระการเรียนรู้มาบูรณาการตามแนวทางสะเต็มศึกษา กับวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์	4.67	.58	มากที่สุด
1.4 จุดประสงค์การเรียนรู้มีความชัดเจนครอบคลุมเนื้อหาสาระ	4.00	1.00	มาก
1.5 จุดประสงค์การเรียนรู้มุ่งให้นักเรียนได้มีการพัฒนาด้านความรู้ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติที่ดีต่อวิชาวิทยาศาสตร์	5.00	.00	มากที่สุด
1.6 มีช่วงเวลาที่ใช้ในการสอนมีความเหมาะสมกับเรื่องที่สอน	4.67	.58	มากที่สุด
รวมเฉลี่ย	4.67	.49	มากที่สุด

ตารางที่ 4.4 (ต่อ)

รายการประเมิน	N = 3		ระดับความ เหมาะสม
	(\bar{X})	S.D.	
2. กิจกรรมการเรียนรู้			
2.1 กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์และ เนื้อหาสาระ ตรงตามที่กำหนดไว้	4.33	1.15	มาก
2.2 กิจกรรมการเรียนรู้ที่จัดขึ้นทำให้นักเรียนเกิดทักษะ ด้าน ความรู้ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติที่ดี ต่อวิชาวิทยาศาสตร์	4.67	.58	มากที่สุด
2.3 กิจกรรมการเรียนรู้ที่นักเรียนสามารถปฏิบัติได้จริง และมีความปลอดภัย	5.00	.00	มากที่สุด
2.4 กิจกรรมการเรียนรู้มีการบูรณาการสอนกับวิชา วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์	4.67	.58	มากที่สุด
2.5 กิจกรรมการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นให้นักเรียนเรียนรู้ จากการปฏิบัติเรียนรู้ค้นคว้าหาความรู้ และออกแบบ ชิ้นงานด้วยตนเอง	5.00	.00	มากที่สุด
2.6 กิจกรรมการจัดการเรียนรู้เป็นการฝึกให้นักเรียนมี ความคิดสร้างสรรค์	5.00	.00	มากที่สุด
2.7 กิจกรรมการจัดการเรียนรู้เป็นการฝึกให้นักเรียน การแสดงความคิดเห็นของตนเองต่อผลงานของเพื่อนใน ชั้นเรียน	4.67	.58	มากที่สุด
รวมเฉลี่ย	4.76	.41	มากที่สุด
3. วัสดุอุปกรณ์			
3.1 วัสดุอุปกรณ์ในการทำกิจกรรม มีความหลากหลาย และเหมาะสมในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	4.00	1.00	มาก
รวมเฉลี่ย	4.00	1.00	มาก
4. การวัดและประเมินผล			
4.1 วัดประเมินผลจากชิ้นงานที่ได้จากการนำความรู้ไป ใช้ในการออกแบบชิ้นงาน	4.67	.58	มากที่สุด

ตารางที่ 4.4 (ต่อ)

รายการประเมิน	N = 3		ระดับความเหมาะสม
	(\bar{X})	S.D.	
4.2 มีการวัดและประเมินผลที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ตามที่กำหนดไว้	5.00	.00	มากที่สุด
รวมเฉลี่ย	4.84	.29	มากที่สุด
รวมเฉลี่ยทั้งหมด	4.67	.49	มากที่สุด
คิดเป็นร้อยละ		93.36	

จากตารางที่ 4.4 พบว่าในภาพรวมผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นต่อแผนการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา (ในภาพรวม) บทที่ 5 เรื่อง ไฟฟ้า แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเรื่อง เครื่องปรับอากาศ ด้ร้อน อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.67$, S.D. = .49) โดยคิดเป็นร้อยละ 93.36 เมื่อพิจารณาเป็นด้าน โดยเรียงลำดับจากมากที่สุดไปจนถึงระดับมากที่สุดนี้ คือด้านการวัดและประเมินผล อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.84$, S.D. = .29) รองลงมาคือ ด้านกิจกรรม อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.76$, S.D. = .41) ด้านรายละเอียดแผนการจัดการเรียนรู้ อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.67$, S.D. = .49) และลำดับสุดท้ายคือด้านวัสดุอุปกรณ์ อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.00$, S.D. = 1.00)

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียน ด้วยการ
จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง ไฟฟ้า ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดย
ใช้ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และการทดสอบค่าที

ตารางที่ 4.5 ผลการวิเคราะห์คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียน ด้วยการจัดกิจกรรม
การเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง ไฟฟ้า ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบน-
มาตรฐาน และการทดสอบค่าที

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	จำนวน นักเรียน	คะแนนเต็ม	\bar{X}	S.D.	t-test	Sig
ก่อนเรียน	40	30	7.45	3.12	17.89*	.00
หลังเรียน	40	30	19.98	2.67		

* $p < .05$

จากตารางที่ 4.5 จากผลการวิเคราะห์คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียน
ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง ไฟฟ้า ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีจำนวนนักเรียน
40 คน จากข้อสอบคะแนนเต็ม 30 คะแนน พบว่า คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน มีค่า
เท่ากับ 7.45 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน มีค่าเท่ากับ 3.12 ($\bar{X} = 7.45, S.D. = 3.12$) และคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนหลังเรียน มีค่าเท่ากับ 19.98 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน มีค่าเท่ากับ 2.67 ($\bar{X} = 19.98, S.D. = 2.67$)
เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการทดสอบค่าที
(t-Test Dependent Sample) มีค่าเท่ากับ 17.89 ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบคะแนนสอบหลังเรียนสูงกว่าก่อน
เรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์คะแนน ความคิดสร้างสรรค์ ก่อนเรียนและหลังเรียน ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่องไฟฟ้า ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้ ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และการทดสอบค่าที

ตารางที่ 4.6 ผลการวิเคราะห์คะแนนความคิดสร้างสรรค์ ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่องไฟฟ้า ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที

ความคิดสร้างสรรค์	จำนวนนักเรียน	คะแนนเต็ม	\bar{X}	S.D.	t-test	Sig
ก่อนเรียน	40	16	5.95	2.95	11.82*	.00
หลังเรียน	40	16	11.20	1.81		

* $p < .05$

จากตารางที่ 4.6 จากผลการวิเคราะห์คะแนน ความคิดสร้างสรรค์ ก่อนเรียนและหลังเรียน ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่องไฟฟ้า ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีจำนวนนักเรียน 40 คน จากข้อสอบคะแนนเต็ม 16 คะแนน พบว่า คะแนนเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ก่อนเรียน มีค่าเท่ากับ 5.95 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน มีค่าเท่ากับ 2.95 ($\bar{X} = 5.95$, S.D. = 2.95) และคะแนนความคิดสร้างสรรค์หลังเรียน มีค่าเท่ากับ 11.20 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน มีค่าเท่ากับ 1.81 ($\bar{X} = 11.20$, S.D. = 1.81) เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการทดสอบค่าที (t-Test Dependent Sample) มีค่าเท่ากับ 11.82 ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบคะแนนสอบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตอนที่ 4 ผลการวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบ ความคิดสร้างสรรค์ในแต่ละด้าน ก่อนเรียนและหลังเรียน ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาการคิดสร้างสรรค์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที

ตารางที่ 4.7 ผลการวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบ ความคิดสร้างสรรค์ในแต่ละด้าน ก่อนเรียนและหลังเรียน ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาการคิดสร้างสรรค์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที (N = 40)

ด้านความคิด สร้างสรรค์	คะแนนเต็ม	ก่อนเรียน		หลังเรียน		t-test	Sig
		\bar{X}	S.D.	\bar{X}	S.D.		
ความคิดคล่องแคล่ว	4	2.20	0.64	3.78	0.42	16.76*	.00
ความคิดยืดหยุ่น	4	1.08	0.76	2.78	0.80	11.44*	.00
ความคิดริเริ่ม	4	1.50	1.34	2.75	1.29	4.59*	.00
ความคิดละเอียดลออ	4	1.08	.65	1.90	.63	6.68*	.00

* p < .05

จากตารางที่ 4.7 จากการวิเคราะห์เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน ในแต่ละด้านของความคิดสร้างสรรค์ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาการคิดสร้างสรรค์เรื่องไฟฟ้า ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยในแต่ละด้านมีผลการวิเคราะห์ ดังนี้

1) ความคิดคล่องแคล่ว มีนักเรียนเข้าสอบจำนวน 40 คน จากข้อสอบคะแนนเต็ม 4 คะแนน พบว่า คะแนนเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ทางการเรียนก่อนเรียนด้านความคิดคล่องแคล่ว มีค่าเท่ากับ 2.20 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน มีค่าเท่ากับ .64 ($\bar{X} = 2.20$, S.D. = .64) และคะแนนเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ทางการเรียนหลังเรียนด้านความคิดคล่องแคล่ว มีค่าเท่ากับ 3.78 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน มีค่าเท่ากับ .42 ($\bar{X} = 3.78$, S.D. = .42) เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของความคิดสร้างสรรค์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการทดสอบค่าที (t-Test Dependent Sample) มีค่าเท่ากับ 16.76 ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบคะแนนสอบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2) ความคิดยืดหยุ่น มีนักเรียนเข้าสอบจำนวน 40 คน จากข้อสอบคะแนนเต็ม 4 คะแนน พบว่า คะแนนเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ทางการเรียนก่อนเรียนด้านความคิดยืดหยุ่น มีค่าเท่ากับ 1.08 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน มีค่าเท่ากับ .76 ($\bar{X} = 1.08$, S.D. = .76) และคะแนนเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ทางการ

เรียนหลังเรียนด้านความคิดยืดหยุ่น มีค่าเท่ากับ 2.78 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน มีค่าเท่ากับ .80 ($\bar{X} = 2.78$, S.D. = .80) เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของความคิดสร้างสรรค์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการทดสอบค่าที (t-Test Dependent Sample) มีค่าเท่ากับ 11.44 ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบคะแนนสอบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3) ความคิดริเริ่ม มีนักเรียนเข้าสอบจำนวน 40 คน จากข้อสอบคะแนนเต็ม 4 คะแนน พบว่า คะแนนเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ทางการเรียนก่อนเรียนด้านความคิดริเริ่ม มีค่าเท่ากับ 1.50 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน มีค่าเท่ากับ 1.34 ($\bar{X} = 1.50$, S.D. = 1.34) และคะแนนเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ทางการเรียนหลังเรียนด้านความคิดริเริ่ม มีค่าเท่ากับ 2.75 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน มีค่าเท่ากับ 1.29 ($\bar{X} = 2.75$, S.D. = 1.29) เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของความคิดสร้างสรรค์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการทดสอบค่าที (t-Test Dependent Sample) มีค่าเท่ากับ 4.59 ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบคะแนนสอบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4) ความคิดละเอียดลออ มีนักเรียนเข้าสอบจำนวน 40 คน จากข้อสอบคะแนนเต็ม 4 คะแนน พบว่า คะแนนเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ทางการเรียนก่อนเรียนด้านความคิดละเอียดลออ มีค่าเท่ากับ 1.08 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน มีค่าเท่ากับ .65 ($\bar{X} = 1.08$, S.D. = .65) และคะแนนเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ทางการเรียนหลังเรียนด้านความคิดละเอียดลออ มีค่าเท่ากับ 1.90 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน มีค่าเท่ากับ .63 ($\bar{X} = 1.90$, S.D. = .63) เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของความคิดสร้างสรรค์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการทดสอบค่าที (t-Test Dependent Sample) มีค่าเท่ากับ 6.68 ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบคะแนนสอบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากการวิเคราะห์ค่าคะแนนเฉลี่ยของความคิดสร้างสรรค์ ได้แก่ ความคิดคล่องแคล่ว ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม และความคิดละเอียดลออ พบว่า ทุกด้านในความคิดสร้างสรรค์มีค่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนทุกด้าน โดยเรียงลำดับคะแนน เฉลี่ยจากมากที่สุดไปจนถึงต่ำสุด ได้ตามลำดับคือ ความคิดคล่องแคล่ว ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม และความคิดละเอียดลออ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตอนที่ 5 ผลการประเมินคุณภาพชิ้นงานที่สร้างขึ้นจากความคิดสร้างสรรค์ ในแต่ละด้าน
ด้วยการใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา บทที่ 5 เรื่อง ไฟฟ้า จำนวน
4 แผน ได้แก่ เรื่อง โคมไฟจากถังกระดาษ รถที่มีพลัง (Power Car) ตะเกียงของ
นักเดินทาง และเครื่องปรับอากาศตัวร้อน

ตารางที่ 4.8 ผลการประเมินคุณภาพชิ้นงานที่สร้างขึ้นจากความคิดสร้างสรรค์ ในแต่ละด้านด้วยการใช้
แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง โคมไฟจากถังกระดาษ จากเกณฑ์การประเมิน
คุณภาพชิ้นงาน (เป็นกลุ่ม)

กลุ่มที่	ความคิด คล้องแคล่ว	ความคิด ยืดหยุ่น	ความคิด ริเริ่ม	ความคิด ละเอียดลออ	รวมคะแนน	ระดับ คุณภาพ
1	4	3	3	4	14	ดีมาก
2	4	2	3	3	12	ดี
3	4	3	3	4	14	ดีมาก
4	4	3	4	4	15	ดีมาก
5	3	3	3	3	12	ดี
รวม	19	14	16	18	67	-

จากผลการประเมินคุณภาพชิ้นงานที่สร้างขึ้นจากการใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็ม
ศึกษา เรื่อง โคมไฟจากถังกระดาษ ในภาพรวม พบว่า มีจำนวน 3 กลุ่ม ที่มีคุณภาพของชิ้นงานอยู่ในระดับดี
มาก ซึ่งได้แก่ กลุ่มที่ 1 กลุ่มที่ 3 และกลุ่มที่ 4 และมีจำนวน 2 กลุ่ม ที่มีคุณภาพของชิ้นงานอยู่ในระดับดี
ซึ่งได้แก่ กลุ่มที่ 2 และกลุ่มที่ 5 นอกจากนี้องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ พบว่า ด้านความคิด
คล้องแคล่ว มีค่าสูงสุด ด้านความคิดละเอียดลออ มีค่ารองลงมา และด้านความคิดยืดหยุ่น มีค่าน้อยที่สุด

ตารางที่ 4.9 ผลการประเมินคุณภาพชิ้นงานที่สร้างขึ้นจากความคิดสร้างสรรค์ ในแต่ละด้านด้วยการใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง รถที่มีพลัง (Power Car) จากเกณฑ์การประเมินคุณภาพชิ้นงาน (เป็นกลุ่ม)

กลุ่มที่	ความคิด คล่องแคล่ว	ความคิด ยืดหยุ่น	ความคิด ริเริ่ม	ความคิด ละเอียดลออ	รวมคะแนน	ระดับ คุณภาพ
1	2	3	2	3	10	ดี
2	3	3	2	3	11	ดี
3	3	3	3	3	12	ดี
4	2	3	3	3	11	ดี
5	2	3	2	3	10	ดี
รวม	12	15	12	15	54	-

จากผลการประเมินคุณภาพชิ้นงานที่สร้างขึ้นจากการใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง รถที่มีพลัง (Power Car) ในภาพรวม พบว่า มีจำนวน 5 กลุ่ม ที่มีคุณภาพของชิ้นงานอยู่ในระดับดี นอกจากนี้องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ พบว่า ด้านความคิดยืดหยุ่น และความคิดละเอียดลออ มีค่าสูงที่สุด และด้านความคิดคล่องแคล่วและความคิดริเริ่ม มีค่ารองลงมา

ตารางที่ 4.10 ผลการประเมินคุณภาพชิ้นงานที่สร้างขึ้นจากความคิดสร้างสรรค์ ในแต่ละด้านด้วยการใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง ตะเกียงของนักเดินทาง จากเกณฑ์การประเมินคุณภาพชิ้นงาน (เป็นกลุ่ม)

กลุ่มที่	ความคิด คล่องแคล่ว	ความคิด ยืดหยุ่น	ความคิด ริเริ่ม	ความคิด ละเอียดลออ	รวมคะแนน	ระดับ คุณภาพ
1	4	3	2	3	12	ดี
2	4	3	3	2	12	ดี
3	4	3	3	3	13	ดีมาก
4	4	3	3	3	13	ดีมาก
5	4	3	2	3	12	ดี
รวม	20	15	13	14	62	-

จากผลการประเมินคุณภาพชิ้นงานที่สร้างขึ้นจากการใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง ตะเกียงของนักเดินทาง ในภาพรวม พบว่า มีจำนวน 2 กลุ่ม ที่มีคุณภาพของชิ้นงานอยู่ในระดับดีมาก ซึ่งได้แก่ กลุ่มที่ 3 และกลุ่มที่ 4 และมีจำนวน 3 กลุ่ม ที่มีคุณภาพของชิ้นงานอยู่ในระดับดี ซึ่งได้แก่ กลุ่มที่ 1 กลุ่มที่ 2 และกลุ่มที่ 5 นอกจากนี้องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ พบว่า ด้านความคิดคล่องแคล่ว มีค่าสูงที่สุด ด้านความคิดยืดหยุ่น มีค่ารองลงมา และด้านความคิดริเริ่ม มีค่าน้อยที่สุด

ตารางที่ 4.11 ผลการประเมินคุณภาพชิ้นงานที่สร้างขึ้นจากความคิดสร้างสรรค์ ในแต่ละด้านด้วยการใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง เครื่องปรับอากาศดีบร้อน จากเกณฑ์การประเมินคุณภาพชิ้นงาน (เป็นกลุ่ม)

กลุ่มที่	ความคิด คล่องแคล่ว	ความคิด ยืดหยุ่น	ความคิด ริเริ่ม	ความคิด ละเอียดลออ	รวมคะแนน	ระดับ คุณภาพ
1	4	2	2	3	11	ดี
2	4	3	3	4	14	ดีมาก
3	4	3	3	4	14	ดีมาก
4	4	3	3	4	14	ดีมาก
5	4	3	4	3	14	ดีมาก
รวม	20	14	15	18	67	-

จากผลการประเมินคุณภาพชิ้นงานที่สร้างขึ้นจากการใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง เครื่องปรับอากาศดีบร้อน ในภาพรวม พบว่า มีจำนวน 3 กลุ่ม ที่มีคุณภาพของชิ้นงานอยู่ในระดับดีมาก ซึ่งได้แก่ กลุ่มที่ 2 กลุ่มที่ 3 และกลุ่มที่ 4 และมีจำนวน 2 กลุ่ม ที่มีคุณภาพของชิ้นงานอยู่ในระดับดี ซึ่งได้แก่ กลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 5 นอกจากนี้องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ พบว่า ด้านความคิดคล่องแคล่ว มีค่าสูงที่สุด ด้านความคิดละเอียดลออ มีค่ารองลงมา และด้านความคิดยืดหยุ่น มีค่าน้อยที่สุด

บทที่ 5

สรุปการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจึงสรุปเรียงลำดับตามหัวข้อต่อไปนี้

1. สรุปการวิจัย
2. อภิปรายผล
3. ข้อเสนอแนะ

1. สรุปการวิจัย

1.1 วัตถุประสงค์การวิจัย

1.1.1 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังการได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง ไฟฟ้า

1.1.2 เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ก่อน และหลังการได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง ไฟฟ้า

1.2 วิธีดำเนินการวิจัย

1.2.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1) ประชากร นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวัดพรหมสาคร สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาสิงห์บุรี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 3 ห้องเรียน รวม 120 คน

2) กลุ่มตัวอย่าง นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6/2 โรงเรียนวัดพรหมสาคร สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาสิงห์บุรี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 1 ห้องเรียน มีนักเรียนทั้งสิ้น จำนวน 40 คน ซึ่งได้มาจากวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม

1.2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง ไฟฟ้า ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 รวมเวลา 20 ชั่วโมง จำนวน 4 แผน ซึ่งจะอยู่ในช่วงระหว่างค่าเฉลี่ย (\bar{X}) 3.51 ขึ้นไป เป็นแผนที่มีความเหมาะสม สามารถนำมาใช้ในการสอนได้ ซึ่งพบว่าจากการประเมินความเหมาะสมและความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา เรื่อง โคมไฟจากถังกระดาษ พบว่า มีค่าเฉลี่ย (\bar{X}) เท่ากับ 4.73 การประเมินความเหมาะสมและความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา เรื่อง รถที่มีพลัง

(Power Car) พบว่า มีค่าเฉลี่ย (\bar{X}) เท่ากับ 4.69 การประเมินความเหมาะสมและความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา เรื่อง ตะเกียงของนักเดินทาง พบว่า มีค่าเฉลี่ย (\bar{X}) เท่ากับ 4.67 และการประเมินความเหมาะสมและความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา เรื่อง เครื่องปรับอากาศตัวร้อน พบว่า มีค่าเฉลี่ย (\bar{X}) เท่ากับ 4.67 ซึ่งแผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 4 แผนนี้ ถือว่าเป็นแผนการจัดการศึกษาที่มีความเหมาะสมมากที่สุด

2) แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ไฟฟ้า ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยเป็นแบบทดสอบปรนัย จำนวน 30 ข้อ พบว่าค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ค่าอยู่ระหว่าง .667 ถึง 1.00 มีค่าความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง .33 ถึง .77 ค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง .20 ถึง .53 และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของแบบทดสอบทั้งฉบับ .79

3) แบบทดสอบความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ ใน 4 ด้าน คือ ความคล่องในการคิด (Fluency) ความยืดหยุ่น (Flexibility) ความคิดริเริ่ม (Originality) และความคิดละเอียดลออ (Elaboration) พบว่าค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) มีค่าเท่ากับ .667 มีค่าความยากง่าย (P_e) อยู่ระหว่าง .59 ถึง .71 และค่าอำนาจจำแนก (D) อยู่ระหว่าง .39 ถึง .85 และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ เรื่องไฟฟ้า เท่ากับ .80

1.2.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

โดยผู้วิจัยมีการเก็บรวบรวมข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่าง ดังนี้

1) ให้นักเรียนทำการทดสอบก่อนเรียนกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ด้วยแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง ไฟฟ้า จำนวน 4 ข้อ (แบบอัตนัย) และแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ไฟฟ้า จำนวน 30 ข้อ (แบบปรนัย)

2) ผู้วิจัยดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง ไฟฟ้า เป็นเวลา 20 ชั่วโมง จำนวน 4 แผน แผนละ 5 ชั่วโมง สัปดาห์ละ 4 ชั่วโมง รวมทั้งหมด 6 สัปดาห์

3) ให้นักเรียนทำการทดสอบหลังเรียนกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ด้วยแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง ไฟฟ้า จำนวน 4 ข้อ (แบบอัตนัย)

4) ให้นักเรียนทำการทดสอบหลังเรียนกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ด้วยแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ไฟฟ้า จำนวน 30 ข้อ (แบบปรนัย)

5) นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติ

1.2.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัย ดังนี้

1) การหาค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และระดับความเหมาะสม ของแผนการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา (ในภาพรวม) บทที่ 5 เรื่อง ไฟฟ้า แผนการสอนเรื่อง โคมไฟจากถังกระดาษ Power Car ตะเกียงของนักเดินทาง และเครื่องปรับอากาศตัวร้อน

2) ผลการวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียน ด้วยการจัดการจัดการการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องไฟฟ้า ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้สถิติขั้นพื้นฐาน ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และการทดสอบค่าที (t-Test Dependent Sample)

3) ผลการวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบ ความคิดสร้างสรรค์ ก่อนเรียนและหลังเรียน ด้วยการจัดการจัดการการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องไฟฟ้า ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้สถิติขั้นพื้นฐาน ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และการทดสอบค่าที (t-Test Dependent Sample))

4) ผลการวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบ ความคิดสร้างสรรค์ในแต่ละด้าน ก่อนเรียนและหลังเรียน ด้วยการจัดการจัดการการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง ไฟฟ้า ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้สถิติขั้นพื้นฐาน ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และการทดสอบค่าที (t-Test Dependent Sample)

5) ผลการประเมินคุณภาพชิ้นงานที่สร้างขึ้นจากความคิดสร้างสรรค์ ในแต่ละด้าน ด้วยการใช้นำแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา บทที่ 5 เรื่อง ไฟฟ้า จำนวน 4 แผน ได้แก่ เรื่อง โคมไฟจากลังกระดาษ รถที่มีพลัง (Power Car) ตะเกียงของนักเดินทาง และเครื่องปรับอากาศตัวร้อน

1.3 ผลการวิจัย

การวิจัยเรื่องนี้สามารถสรุปผลได้ ดังนี้

1.3.1 เมื่อนักเรียนได้รับการจัดการจัดการการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน เรื่อง ไฟฟ้า ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่า คะแนนสอบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

1.3.2 เมื่อนักเรียนได้รับการจัดการจัดการการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ไฟฟ้า ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่า คะแนนสอบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ทั้ง 4 ด้านอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. อภิปรายผล

2.1 เมื่อนักเรียนได้รับการจัดการการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่องไฟฟ้า สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาสิงห์บุรี หลังเรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์มากกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐาน ทั้งนี้เป็นเพราะการจัดการจัดการแบบสะเต็มศึกษาจะเป็นตัวที่ส่งเสริม และสนับสนุนให้นักเรียนมีการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยการนำองค์ความรู้ของสาระการเรียนรู้มาจัดการเรียนให้เชื่อมโยง

เข้าด้วยกัน จนเกิดเป็นความรู้ที่ถาวรที่มาจาก การลงมือทำกิจกรรม เรียนรู้ด้วยนักเรียนเอง ซึ่งผู้วิจัยได้นำ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาโดยใช้วิธีในการจัดการเรียนรู้ที่หลากหลาย เพื่อพัฒนา ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น เน้นการจัดการเรียนรู้ที่มีการบูรณาการองค์ความรู้ของ สารการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนเกิดทักษะใน การคิดวิเคราะห์ แก้ปัญหาได้อย่างมีเหตุผลจากการทำกิจกรรม และทำให้นักเรียนมีกระบวนการคิดอย่าง เป็นระบบมากขึ้น จากเหตุผลข้างต้นสอดคล้องกับแนวคิดของ ศศิเทพ ปิติพรเทพิน (2558, น. 136-137) ที่มีแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็ม คือ (1) การจัดการเรียนรู้แบบการ สืบเสาะหาความรู้ จะทำให้นักเรียนเกิดองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ที่มาจากการสำรวจตรวจสอบหรือการ ทดลอง ทำให้นักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาและแนวคิดของบทเรียน และช่วยทำให้นักเรียนมี ความสามารถในการให้เหตุผล หรือมีเหตุผลมากขึ้น (2) การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานหรือ โครงงานเป็นฐาน จะเน้นให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการถามคำถาม และนักเรียนจะต้องวิเคราะห์สถานการณ์ เพื่อร่วมกันแก้ปัญหาในกลุ่ม โดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และความรู้จากประสบการณ์เดิมที่มีมาใช้ แก้ปัญหา และเป็นแนวทางช่วยแก้ปัญหา จนนำไปสู่การทำโครงการ หรือสร้างเป็นสิ่งประดิษฐ์ต่อไป และ (3) การจัดการเรียนรู้แบบการบูรณาการสื่อเทคโนโลยีเข้ามาใช้ โดยมีครูผู้สอนนำเทคโนโลยีเข้ามาช่วยใน การจัดการเรียนรู้ เพื่อทำให้บทเรียนมีความทันสมัยขึ้น ซึ่งผลการวิจัยมีความสอดคล้องกับงานวิจัยของ พรสวรรค์ สองแคว (2559) ได้ศึกษาการพัฒนาหน่วยการเรียนรู้เรื่อง “รู้จักหิน ถิ่นแม่ฮ่องสอน” ตาม แนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งผลจาก การวิจัยพบว่า เมื่อนักเรียนได้เรียนรู้เรื่อง “รู้จักหิน ถิ่นแม่ฮ่องสอน”ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริม การรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีคะแนนการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์หลังเรียน สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ ช่อทิพย์ มารัตนะ (2560) ได้ศึกษาการผลการเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้วัสดุและสมบัติของวัสดุของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จากการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา ซึ่งผลจากการวิจัยพบว่า มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่า ก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.2 เมื่อนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่องไฟฟ้า สำหรับนักเรียนระดับชั้น ประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาสิงห์บุรี พบว่า คะแนน ความคิดสร้างสรรค์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้ง 4 ด้าน ได้แก่ ความคิดคล่องแคล่ว ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม และความคิดละเอียดลออ ซึ่งสามารถเรียงลำดับ คะแนนในแต่ละด้านจากมากที่สุดไปน้อยสุดได้ดังนี้ คือ ความคิดคล่องแคล่ว ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม และความคิดละเอียดลออ ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ เนื่องจากผู้วิจัยได้นำการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ แบบสะเต็มศึกษา เข้ามาใช้เพื่อเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียน ให้เกิดการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ และ กระบวนการเกิดความคิดสร้างสรรค์ จนเกิดเป็นองค์ความรู้เข้ามารวมกัน เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาหรือ

สร้างสรรค์ชิ้นงานที่มีคุณค่าขึ้นมาได้ นอกจากนี้นักเรียนจะต้องมีการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ให้ครบทั้ง 4 ด้าน ได้แก่ ความคิดริเริ่ม ความคิดคล่องแคล่ว ความคิดยืดหยุ่น และความคิดละเอียดลออซึ่งในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ผู้วิจัยได้นำแนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อนำมาใช้ในการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์จาก (นวลจิตต์ เขาวงกิตพงศ์, 2560, น. 35) ที่มีการจัดกิจกรรมให้เกิดความน่าสนใจ โดยใช้กิจกรรมหรืออุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น อุปกรณ์จำลอง และสื่อ จัดกิจกรรมระดมสมอง จัดกิจกรรมเพื่อให้นักเรียนลงมือปฏิบัติได้จริง จัดกิจกรรมเพื่อให้นักเรียนเกิดแรงจูงใจ โดยจัดกิจกรรมจากกิจกรรมง่ายไปสู่กิจกรรมยาก และจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมนักเรียนเป็นรายบุคคล ซึ่งผลการวิจัยมีความสอดคล้องกับงานวิจัยของ เสาวคนธ์ สกุลศรี (2560) ศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด สะเต็มศึกษา เรื่องไฟฟ้า มีความคิดสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของอาทิตยา ภูมิคอนสาร (2560) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้แนวคิดสะเต็มศึกษา ซึ่งผลในการวิจัยพบว่า นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์เรื่องเสียงและการได้ยิน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 มีคะแนนเฉลี่ยชิ้นงาน 22.44 อยู่ในเกณฑ์ดี

3. ข้อเสนอแนะ

3.1 ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้

3.1.1 ครูผู้สอนควรจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ซึ่งควรจัดการเรียนรู้โดยเน้นให้นักเรียนได้ฝึกนำองค์ความรู้จากสาขาวิชาต่าง ๆ มาบูรณาการเข้าด้วยกัน โดยครูผู้สอนสามารถนำไปใช้ในบทเรียนหรือในเนื้อหาเรื่องต่าง ๆ ที่เรียน เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างสรรค์ชิ้นงานและนวัตกรรมใหม่ ๆ ที่สามารถนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวัน เช่น ด้านการนำเอาความรู้ไปใช้ในการประกอบอาชีพ นำมาเป็นแนวทางในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในระหว่างการทำกิจกรรมหรือในชีวิตจริง

3.1.2 ครูผู้สอนควรจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ซึ่งควรจัดสรรเวลาให้มีความเหมาะสม ในขั้นตอนของการจัดกิจกรรมต่าง ๆ โดยไม่มากเกินไปหรือน้อยเกินไป เพื่อไม่ให้นักเรียนเกิดความเบื่อหน่ายหรือทำกิจกรรมไม่ทันภายในเวลาที่กำหนด

3.1.3 ครูผู้สอนควรส่งเสริมให้นักเรียนได้สืบค้นข้อมูลความรู้จากแหล่งข้อมูล หลากหลายแหล่ง และการใช้เครื่องมือเทคโนโลยีต่างๆ เช่น โทรศัพท์สมาร์ทโฟน แท็บเล็ต โน้ตบุ๊ก ฯลฯ ในระหว่างการทำกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

3.1.4 ควรนำการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเสนอกับผู้อำนวยการสถานศึกษา เพื่อสนับสนุนงบประมาณในการจัดการเรียนรู้ และสนับสนุนส่งเสริมให้ครูผู้สอนภายในโรงเรียนได้จัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาคุณภาพของนักเรียนให้ดียิ่งขึ้น

3.1.5 ครูผู้สอนควรวางแผนในการจัดเตรียมอุปกรณ์ไว้อย่างหลากหลาย เพื่อฝึกทักษะในการแก้ปัญหาของนักเรียน

3.2 ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยไปในครั้งต่อไป

3.2.1 ควรศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา โดยเน้นให้มีการบูรณาการสาระวิชาอื่น ๆ เพื่อที่จะได้นำไปเป็นแนวทางในการพัฒนาทักษะต่าง ๆ ให้กับนักเรียนได้ เช่น การพัฒนาทักษะความคิดสร้างสรรค์ ทักษะการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ ทักษะการคิด ทักษะในการนำเทคโนโลยีมาใช้ ทักษะในการแก้ปัญหาและทักษะในการสื่อสาร ให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

3.2.2 ควรศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา โดยนำมาบูรณาการให้เข้ากับชีวิตจริงสถานการณ์จริงของนักเรียนรวมไปถึงการประกอบอาชีพ เพื่อเป็นแนวทางให้นักเรียนสามารถนำไปใช้ได้ในชีวิตประจำวันและประกอบอาชีพได้ต่อไป





บรรณานุกรม

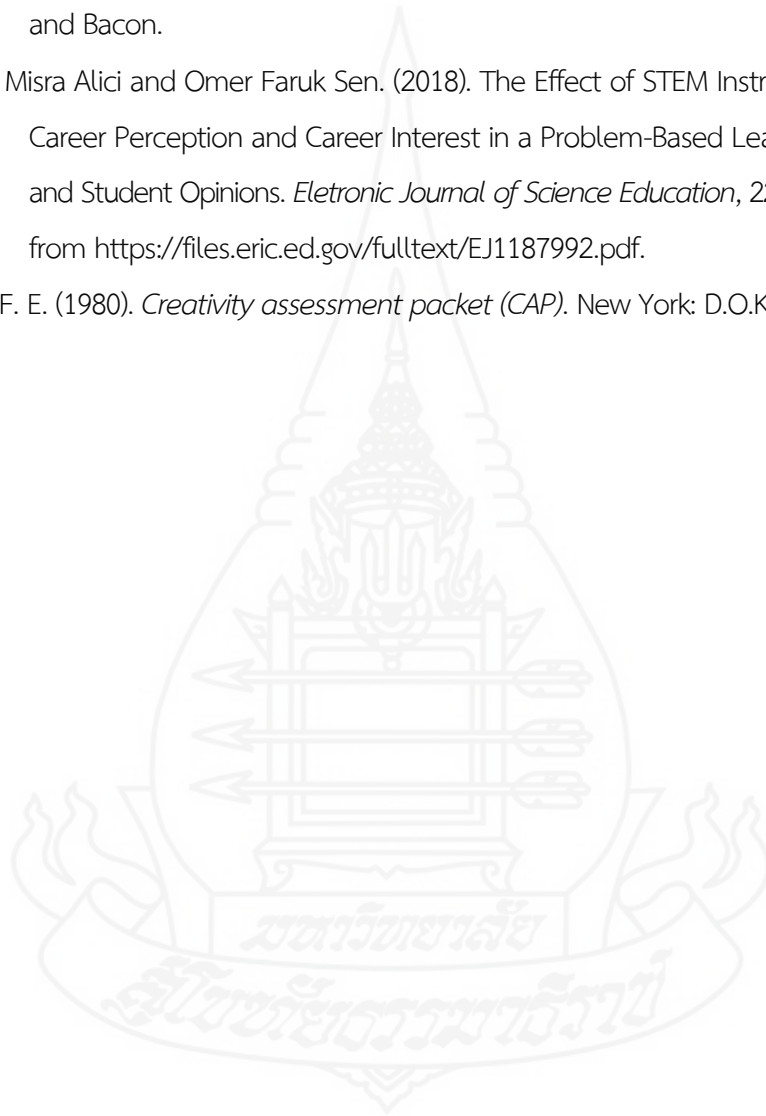
บรรณานุกรม

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- กฤษดา ชูสินคุณาวุฒิ. (2557). รอบรู้เทคโนโลยีกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมคืออะไร?. *นิตยสาร สสวท*, 42(190), 37-41.
- กัญญา ลินทร์ตันศิริกุล. (2560). เครื่องมือวิจัยและการตรวจสอบคุณภาพ. ใน *ประมวลชุดวิชาสาระการวิจัยหลักสูตรและการเรียนการสอน*. (หน่วยที่ 9). (พิมพ์ครั้งที่ 7). นนทบุรี: สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์. (2556). *การคิดเชิงสร้างสรรค์*. (พิมพ์ครั้งที่ 10). กรุงเทพฯ: ชัคเซสมิเดีย.
- จันทรา ด่านครักษ์. (2561). *การพัฒนาการสอนทักษะการคิดสร้างสรรค์*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- จินดาพร หมวกหมื่นไวย. (2560). ปรับกิจกรรมเก่าให้เข้ากับเทรนสะเต็ม. *นิตยสาร สสวท*, 45(205), 50-53.
- ชวนิดา สุวานิช. (2560). STEM Education กับการจัดการเรียนรู้ เพื่อพัฒนานักศึกษาวิชาชีพครูให้มีลักษณะของผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 ภายใต้นโยบาย 4.0. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร*, 15(1), 25-26.
- ช่อทิพย์ มารัตนะ. (2560). *การศึกษามผลการเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้ วัสดุและสมบัติของวัสดุของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สะเต็มศึกษา*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา, นครราชสีมา.
- ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. (2561). *เทคนิคการใช้คำถามพัฒนาการคิด*. (พิมพ์ครั้งที่ 6). กรุงเทพฯ: วิพรินทร์ (1991).
- ณัฐภรณ์ หลาวทอง. (2559). *การสร้างเครื่องมือการวิจัยทางการศึกษา*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์. (2560). การประเมินการคิดสร้างสรรค์. ใน *การคิดสร้างสรรค์:สอนและสร้างอย่างไร*. (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- _____. (2560). วิวัฒนาการและแนวโน้มของหลักสูตรและการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์. ใน *ประมวลชุดวิชาสาระวิทยาศาสตร์วิถีและธรรมชาติของวิทยาศาสตร์*. (หน่วยที่ 15). (พิมพ์ครั้งที่ 5). นนทบุรี: สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- นงลักษณ์ วิรัชชัย. (2560). การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ:สถิติบรรยาย และสถิติพาราเมตริก. ใน *ประมวลสาระการวิจัยหลักสูตรและการเรียนการสอน*. (หน่วยที่ 10). (พิมพ์ครั้งที่ 7). นนทบุรี: สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

- นวลจิตต์ เขาวีรดิพงษ์. (2560). การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ 2. ใน *ประมวลสาระรัตตะวิทยวิธีและธรรมชาติของวิทยาศาสตร์*. (หน่วยที่ 9). (พิมพ์ครั้งที่ 5). นนทบุรี: สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- _____. (2560). ความหมายและขอบข่ายของการคิดสร้างสรรค์. ใน *การคิดสร้างสรรค์:สอนและสร้างอย่างไร*. (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2556). *การวิจัยเบื้องต้น*. (พิมพ์ครั้งที่ 9). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- ประสาธน์ เนืองเฉลิม. (2558). *การเรียนรู้อัตโนมัติในศตวรรษที่ 21*. กรุงเทพฯ: แอคทีฟ พริน.
- _____. (2558). แนวการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ ในศตวรรษที่ 21. *วารสารพัฒนาการเรียนการสอน มหาวิทยาลัยรังสิต*, 9(1), 334-348.
- ปาริชาติ ประเสริฐสังข์. (2559). การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา. *วารสารวิชาการแพรวกาภาพลัคน์ มหาวิทยาลัยภาพลัคน์*, 3(3), 129-140.
- พรทิพย์ ศิริภัทรราชย์. (2556). STEM Education กับการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21. *วารสารนักบริหาร*, 33(2), 49-56.
- พรสวรรค์ สองแคว. (2559). *การศึกษาผลการเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้เรื่อง "รู้จักหิน ถิ่นแม่ฮ่องสอน" ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก.
- วดีณิส อิศรเสนา ณ อยุธยา. (2560). *เรื่องน่ารู้เกี่ยวกับ STEM Education (สะเต็มศึกษา)*. (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วิจารณ์ พานิช. (2555). *วิธีสร้างการเรียนรู้เพื่อศิษย์ในศตวรรษที่ 21*. กรุงเทพฯ: ตาปลา พับลิเคชัน.
- ศศิเทพ ปิติพรเทพิน. (2558). *การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์กับสังคม แห่งศตวรรษที่ 21*. กรุงเทพฯ: บอส์การพิมพ์.
- ศิริชัย กาญจนวสี. (2552). *ทฤษฎีทดสอบแบบดั้งเดิม*. (พิมพ์ครั้งที่ 6). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ศูนย์สะเต็มศึกษาแห่งชาติ. (2558). *คู่มือเครือข่ายสะเต็มศึกษา*. กรุงเทพฯ: สถาบันการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ.
- สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ. (2560). *คู่มือครูหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6*. กรุงเทพฯ: พัฒนาคุณภาพวิชาการ.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). *คู่มือครูรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: สกสศ.ลาดพร้าว.
- _____. (2557). *เอกสารการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สะเต็มศึกษา*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2560). *คู่มือครูรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: สกสศ.ลาดพร้าว.
- สมคิด พรหมจ้อย. (2560). การวัดและประเมินผลการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ใน *ประมวลสาระัตถะวิทย-วิธีและธรรมชาติของวิทยาศาสตร์*. (หน่วยที่ 13). (พิมพ์ครั้งที่ 5). นนทบุรี: สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- สะเต็มแห่งประเทศไทย. (2558). *สะเต็มศึกษาและการออกแบบเชิงวิศวกรรม*. สืบค้นจาก <http://www.stemedthailand.org/?knowstem=สะเต็มศึกษาและการออกแบบ>.
- สุทธิดา จำรัส. (2560). นิยามของสะเต็มและลักษณะของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช*, 10(2), 13-34.
- สุทธิดา การ์มี. (2560). การใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เพื่อเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ และทักษะการแก้ปัญหา ตอนที่1. *นิตยสาร สสวท*, 46(209), 25-27.
- สุพรรณิ ขาญประเสริฐ. (2558). การออกแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษากับการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21. *นิตยสาร สสวท*, 43(192), 14-17.
- สุมาลี ภูมิพล. (ม.ป.ป.). *กิจกรรมSTEMสร้างนักคิด แบบฝึกหัดกระบวนการคิด ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่6*. กรุงเทพฯ: ไทยร่มเกล้า.
- สุวิทย์ มูลคำ. (2559). *กลยุทธ์การสอนคิดสร้างสรรค์*. (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.
- เสาวคนธ์ สุกุลศรี. (2560). การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม, มหาสารคาม.
- อภิสิทธิ์ ңыз. (2556). เทคโนโลยีและวิศวกรรมคืออะไรในสะเต็มศึกษา. *นิตยสาร สสวท*, 42(185), 35-37.
- อาทิตยา ภูมิคอนสาร. (2560). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้แนวคิดสะเต็มศึกษา*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม, มหาสารคาม.
- Baris Cayci and Gizem Tabaru Ornek. (2019). Effect of Stem-Based Activities Conducted in Science Classes on Various Variables. *Asian Journal of Education and Training*, 5 (1), 260-268. Retrieved from <https://eric.ed.gov/?id=EJ1211520>.
- Dilber Acar, Nese Tertemiz and Adem Tasdemir. (2018). The Effects of STEM Training on the Academic Achievement of 4th Graders in Science and Mathematics and their Views on STEM Training Teachers. *International Electronic Journal of Elementary Education*, 10(4), 505-515.

- Earp, N.W. (1974). *Chapter VII Creativity as it related to education practices, Improving Instruction of the Experienced Teacher*, R.E.Bradly (ed), Texas: University Press, 174-205.
- Good. C. V. (1973). *Dictionary of Education*. New York: McGraw-Hill Book.
- Guilford, J. P. (1967). *The Nature of Human Intelligence*. New York: McGraw-Hill Book.
- Piltz and Sund. (1969). *Creative Teaching of Science in the elementary School*. Boston: Allyn and Bacon.
- Ugur Sari, Misra Alici and Omer Faruk Sen. (2018). The Effect of STEM Instruction on Attitude, Career Perception and Career Interest in a Problem-Based Learning Environment and Student Opinions. *Eletronic Journal of Science Education*, 22(1), 1-21. Retrieved from <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1187992.pdf>.
- Williams, F. E. (1980). *Creativity assessment packet (CAP)*. New York: D.O.K.





ภาคผนวก

สภามหาวิทยาลัย

สภามหาวิทยาลัยนครพนม

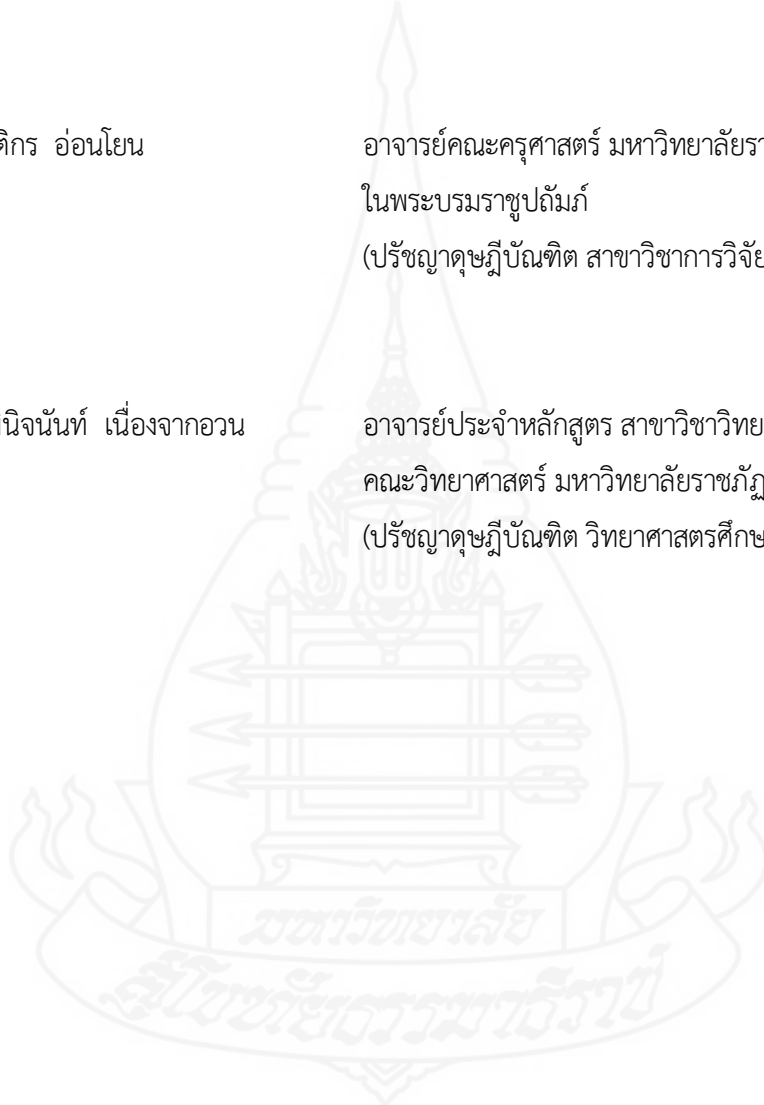
ภาคผนวก ก

รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือวิจัย



รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

1. อ. ดร.สมเสมอ ทักษิณ อาจารย์สาขาวิทยาศาสตร์ สถาบันวิจัย พัฒนา และสาธิต
การศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
(การศึกษาคุณวุฒิบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา)
2. อ. ดร.นิติกร อ่อนโยน อาจารย์คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์
ในพระบรมราชูปถัมภ์
(ปรัชญาคณะคุณวุฒิบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยและพัฒนาหลักสูตร)
3. อ. ดร. พินิจนันท์ เนื่องจากอวน อาจารย์ประจำหลักสูตร สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี
(ปรัชญาคณะคุณวุฒิบัณฑิต วิทยาศาสตร์ศึกษา)



ภาคผนวก ข

หนังสือขอความอนุเคราะห์ให้นักศึกษาทดลองเครื่องมือ





ที่ ศธ ๐๕๒๒.๑๖ (บ)/๑๕

สาขาวิชาศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
ตำบลบางพูด อำเภอปากเกร็ด
จังหวัดนนทบุรี ๑๑๒๐

๙ มกราคม ๒๕๖๒

เรื่อง ขออนุมัติครุภัณฑ์ให้นักศึกษาทดลองเครื่องมือ
เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนวัดพรหมสาร

ด้วยนางสาวพิทยาภรณ์ ปัญญาหอม นักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบ
สะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่องไฟฟ้า สำหรับนักเรียน
ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ ๖ โรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาสิงห์บุรี

ในการนี้ นักศึกษาจำเป็นต้องทดลองใช้เครื่องมือในการวิจัย โดย จะขอทดลองใช้เครื่องมือในการทำ
การวิจัย จำนวน ๒๐ ชั่วโมง ทั้งนี้ เพื่อผลการวิจัยที่ได้จะเป็นประโยชน์แก่งานวิชาการสืบไป

จึงเรียนมาเพื่อขออนุมัติครุภัณฑ์จากท่าน ในการอนุญาตให้นักศึกษาได้ทดลองเครื่องมือ ตามวัน เวลา
และรายละเอียดที่นักศึกษาเสนอมาพร้อมนี้ หวังว่าจะได้รับความกรุณาจากท่าน และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทวีวัฒน์ วัฒนกุลเจริญ)

ประธานกรรมการประจำสาขาวิชาศึกษาศาสตร์

ฝ่ายบัณฑิตศึกษา

โทร. ๐-๒๕๐๔-๘๕๐๕

โทรสาร. ๐-๒๕๐๓-๓๕๖๖-๗

เบอร์โทรศัพท์นักศึกษา ๐๙๖-๘๕๒๕๙๔๙

ภาคผนวก ค

หนังสือขอเรียนเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาเครื่องมือวิจัย





ที่ ศธ ๐๕๒๒.๑๖ (บ)/๑๔

สาขาวิชาศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
ตำบลบางพูด อำเภอปากเกร็ด
จังหวัดนนทบุรี ๑๑๑๒๐

๙ มกราคม ๒๕๖๒

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาเครื่องมือวิจัย

เรียน ดร.นิติกร อ่อนโยน

สิ่งที่ส่งมาด้วยโครงการวิทยานิพนธ์ จำนวน ๑ ชุด

ด้วยนางสาวพิทยาภรณ์ ปัญญาหอม นักศึกษาหลักสูตรบัณฑิตศึกษา วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่องไฟฟ้า สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ ๖ โรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาสิงห์บุรี ตามโครงการวิทยานิพนธ์ที่แนบมาด้วยนี้

การจัดทำวิทยานิพนธ์เรื่องดังกล่าว นักศึกษาได้จัดทำเครื่องมือที่จะเก็บรวบรวมข้อมูลและได้รับความเห็นชอบเบื้องต้นจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ไว้ขั้นหนึ่งแล้ว แต่เพื่อให้เครื่องมือที่จัดทำนั้นมีความครอบคลุมเนื้อหาวิชา แนวปฏิบัติ และสอดคล้องกับหลักและกระบวนการวิจัย ทางสาขาวิชา จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านในฐานะผู้ทรงคุณวุฒิ ด้านการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ได้โปรดพิจารณาตรวจสอบและให้ความคิดเห็นเพื่อการปรับปรุงเครื่องมือการวิจัยของนักศึกษาผู้นี้ด้วย สำหรับรายละเอียดอื่น ๆ นักศึกษาจะนำเรียนด้วยตนเอง

สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านเป็นอย่างดี จึงขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทวีวัฒน์ วิฒนกุลเจริญ)
ประธานกรรมการประจำสาขาวิชาศึกษาศาสตร์

ฝ่ายบัณฑิตศึกษา

โทร. ๐-๒๕๐๔-๘๕๐๕

โทรสาร. ๐-๒๕๐๓-๓๕๖๖-๗

เบอร์โทรนักศึกษา ๐๙๖-๘๕๒๕๙๔๙



ที่ ศธ ๐๕๒๒.๑๖ (บ)/๑๔

สาขาวิชาศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช
ตำบลบางพูด อำเภอปากเกร็ด
จังหวัดนนทบุรี ๑๑๑๒๐

๙ มกราคม ๒๕๖๒

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาเครื่องมือวิจัย
เรียน ดร.สมเสมอ หักขิณ
สิ่งที่ส่งมาด้วยโครงการวิทยานิพนธ์ จำนวน ๑ ชุด

ด้วยนางสาวพิทยาภรณ์ ปัญญาหอม นักศึกษาหลักสูตรบัณฑิตศึกษา วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่องไฟฟ้า สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ ๖ โรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาสิงห์บุรี ตามโครงการวิทยานิพนธ์ที่แนบมาด้วยนี้

การจัดทำวิทยานิพนธ์เรื่องดังกล่าว นักศึกษาได้จัดทำเครื่องมือที่จะเก็บรวบรวมข้อมูลและได้รับความเห็นชอบเบื้องต้นจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ไว้ชิ้นหนึ่งแล้ว แต่เพื่อให้เครื่องมือที่จัดทำนั้นมีความครอบคลุมเนื้อหาวิชา แนวปฏิบัติ และสอดคล้องกับหลักและกระบวนการวิจัย ทางสาขาวิชา จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านในฐานะผู้ทรงคุณวุฒิ ด้านการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ได้โปรดพิจารณาตรวจสอบและให้ความคิดเห็นเพื่อการปรับปรุงเครื่องมือการวิจัยของนักศึกษาผู้นี้ด้วย สำหรับรายละเอียดอื่น ๆ นักศึกษาจะนำเรียนด้วยตนเอง

สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านเป็นอย่างดี จึงขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทวีวัฒน์ วัฒนกุลเจริญ)
ประธานกรรมการประจำสาขาวิชาศึกษาศาสตร์

ฝ่ายบัณฑิตศึกษา
โทร. ๐-๒๕๐๔-๘๕๐๕
โทรสาร. ๐-๒๕๐๓-๓๕๖๖-๗



ที่ ศธ ๐๕๒๒.๑๖ (บ)/๑๔

สาขาวิชาศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
ตำบลบางพูด อำเภอปากเกร็ด
จังหวัดนนทบุรี ๑๑๑๒๐

๙ มกราคม ๒๕๖๒

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาเครื่องมือวิจัย

เรียน ดร. พินิจนันท์ เนื่องจากอวน

สิ่งที่ส่งมาด้วยโครงการวิทยานิพนธ์ จำนวน ๑ ชุด

ด้วยนางสาวพิทยาภรณ์ ปัญญาหอม นักศึกษาหลักสูตรบัณฑิตศึกษา วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่องไฟฟ้า สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ ๖ โรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาสิงห์บุรี ตามโครงการวิทยานิพนธ์ที่แนบมาด้วยนี้

การจัดทำวิทยานิพนธ์เรื่องดังกล่าว นักศึกษาได้จัดทำเครื่องมือที่จะเก็บรวบรวมข้อมูลและได้รับความเห็นชอบเบื้องต้นจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ไว้ขั้นหนึ่งแล้ว แต่เพื่อให้เครื่องมือที่จัดทำนั้นมีความครอบคลุมเนื้อหาวิชา แนวปฏิบัติ และสอดคล้องกับหลักและกระบวนการวิจัย ทางสาขาวิชา จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านในฐานะผู้ทรงคุณวุฒิ ด้านการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ได้โปรดพิจารณาตรวจสอบและให้ความคิดเห็นเพื่อการปรับปรุงเครื่องมือการวิจัยของนักศึกษาผู้นี้ด้วย สำหรับรายละเอียดอื่น ๆ นักศึกษานำเรียนด้วยตนเอง

สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านเป็นอย่างดี จึงขอคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทวิวัฒน์ วัฒนกุลเจริญ)
ประธานกรรมการประจำสาขาวิชาศึกษาศาสตร์

ฝ่ายบัณฑิตศึกษา

โทร. ๐-๒๕๐๔-๘๕๐๕

โทรสาร. ๐-๒๕๐๓-๓๕๖๖-๗



ภาคผนวก ง

เครื่องมือวิจัย

- ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่องไฟฟ้า ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
- แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง ไฟฟ้า ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
- แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ไฟฟ้า ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

แผนการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา (STEM EDUCATION)

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 ไฟฟ้า	ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561
แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง โคมไฟจากถังกระดาษ	เวลา 5 ชั่วโมง
ผู้สอน นางสาวพิทยาภรณ์ ปัญญาหอม	วันที่...../...../.....

1. สาระการเรียนรู้ที่นำมาบูรณาการ

วิทยาศาสตร์ (S)

มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด

สาระที่ 5 พลังงาน

มาตรฐาน ว 5.1 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการ การสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด

ป.6/1 ทดลองและอธิบายการต่อวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย

ป.6/2 ทดลองและอธิบายตัวนำไฟฟ้าและฉนวนไฟฟ้า

สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา ระบุว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายใต้อุปกรณ์และเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น ๆ เข้าใจว่า วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

ตัวชี้วัด

ป.6/1 ตั้งคำถามเกี่ยวกับประเด็นหรือเรื่อง หรือสถานการณ์ ที่จะศึกษา ตามที่กำหนดให้และตามความสนใจ

ป.6/2 วางแผนการสังเกต เสนอการสำรวจตรวจสอบ หรือศึกษาค้นคว้า คาดการณ์ สิ่งที่จะพบจากการสำรวจตรวจสอบ

ป.6/3 เลือกอุปกรณ์ และวิธีการสำรวจตรวจสอบที่ถูกต้องเหมาะสมให้ได้ผลที่ครอบคลุมและเชื่อถือได้

ป.6/4 บันทึกข้อมูลในเชิงปริมาณและคุณภาพ วิเคราะห์ และตรวจสอบผลกับสิ่งที่คาดการณ์ไว้ นำเสนอผลและข้อสรุป

ป.6/6 แสดงความคิดเห็นอย่างอิสระ อธิบาย ลงความเห็นและสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้

ป.6/7 บันทึกและอธิบายผลการสำรวจ ตรวจสอบตามความเป็นจริง มีเหตุผล และมีประจักษ์พยานอ้างอิง

การงานและเทคโนโลยี (T)

มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด

สาระที่ 2 การออกแบบและเทคโนโลยี

มาตรฐาน ง 2.1 เข้าใจเทคโนโลยีและกระบวนการเทคโนโลยี ออกแบบและสร้างสิ่งของเครื่องใช้หรือวิธีการ ตามกระบวนการเทคโนโลยีอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ เลือกใช้เทคโนโลยีในทางสร้างสรรค์ต่อชีวิต สังคม สิ่งแวดล้อม และมีส่วนร่วมในการจัดการ เทคโนโลยีที่ยั่งยืน

ตัวชี้วัด

ป.6/2 สร้างสิ่งของเครื่องใช้ตามความสนใจ อย่างปลอดภัย โดยกำหนดปัญหา หรือความต้องการ รวบรวมข้อมูล เลือกวิธีการ ออกแบบโดยถ่ายทอดความคิดเป็นภาพร่าง 3 มิติ หรือแผนที่ความคิด ลงมือสร้าง และ ประเมินผล

ป.6/3 นำความรู้และทักษะการสร้างชิ้นงานไป ประยุกต์ในการสร้างสิ่งของเครื่องใช้

สาระที่ 3 เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร

มาตรฐาน ง 3.1 เข้าใจ เห็นคุณค่า และใช้กระบวนการเทคโนโลยีสารสนเทศในการสืบค้นข้อมูล การเรียนรู้ การสื่อสาร การแก้ปัญหา การทำงาน และอาชีพอย่างมีประสิทธิภาพ ประสิทธิผล มีคุณธรรม

ตัวชี้วัด

ป.6/2 ใช้คอมพิวเตอร์ในการค้นหาข้อมูล

วิศวกรรมศาสตร์ (E)

การบูรณาการความรู้จากทางด้านวิศวกรรม จากศาสตร์ต่างๆ เพื่อออกแบบผลงานหรือชิ้นงานเชิงวิศวกรรม

คณิตศาสตร์ (M)

สาระที่ 2 การวัด

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด

ตัวชี้วัด

ป.6/3 หาความยาวรอบรูปและพื้นที่ของรูปวงกลม

สาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

มาตรฐาน ค 6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

ตัวชี้วัด

ป.6/2. ใช้ความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์และเทคโนโลยีในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม

ป.6/5. เชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ

ป.6/6 มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

2. จุดประสงค์การเรียนรู้ เมื่อนักเรียนเรียนเรื่องนี้แล้วนักเรียนสามารถ

1. นักเรียนสามารถอธิบายความหมายและยกตัวอย่างของวงจรไฟฟ้า วงจรเปิด วงจรปิด ตัวนำไฟฟ้าและ ฉนวนไฟฟ้าได้ (K)

2. นักเรียนสามารถจำแนกลักษณะของวัสดุที่เป็นตัวนำไฟฟ้าและฉนวนไฟฟ้าได้ (K)

3. นักเรียนสามารถบอกส่วนประกอบอย่างง่ายของวงจรไฟฟ้า และ หน้าที่ของส่วนประกอบต่างๆ ของวงจรไฟฟ้าได้ (K)

4. นักเรียนสามารถบอกสัญลักษณ์ส่วนประกอบของวงจรไฟฟ้าได้ (K)

5. นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในชีวิตประจำวันและนำไปใช้การแก้ปัญหาหากเกิดไฟฟ้าลัดวงจรได้ (K)

6. นักเรียนสามารถทำการทดลองและสร้างสรรค์ชิ้นงานได้ (P)

7. เลือกใช้วัสดุและอุปกรณ์ ได้อย่างเหมาะสม และปลอดภัย (P)

8. คำนวณพื้นที่ในการกำหนดขนาดของโคมไฟจากกระดาษลึง เพื่อนำไปสู่ความสว่างมากที่สุด (P)

9. นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาวิทยาศาสตร์ และทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ (A)

3.สาระสำคัญ

วงจรไฟฟ้าอย่างง่ายประกอบด้วยแบตเตอรี่ สายไฟ หลอดไฟ หรืออุปกรณ์อื่นๆ ซึ่งส่วนประกอบของวงจรไฟฟ้ามันจะมีวัสดุที่แตกต่างกัน ซึ่งบางชนิดยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้ (ตัวนำไฟฟ้า) และ บางชนิดไม่ยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่าน (ฉนวนไฟฟ้า)ต่อกันเป็นวงจร ทำให้มีกระแสไฟฟ้าในวงจรมองจากนี้ วงจรปิดจะมีกระแสไฟฟ้าไหลได้ครบวงจร ทำให้หลอดหรือเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ต่ออยู่ในวงจรมันๆ ทำงานได้ ส่วนวงจรเปิด จะไม่มีกระแสในวงจรหรือ วงจรที่มีกระแสไฟฟ้าไม่สามารถไหลได้ครบวงจร ซึ่งเป็นผลทำให้เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ต่ออยู่ในวงจรไม่สามารถจ่ายพลังงานออกมาได้ และสวิตซ์ ทำหน้าที่ ควบคุมการปิดและเปิดวงจรไฟฟ้า หากในกรณีที่ฉนวนไฟฟ้าภายในบ้านเกิดการเสียหาย ก็จะส่งผลทำให้ กระแสไฟฟ้าครบวงจรก่อนที่ประจุไฟฟ้าจะไหลผ่าน ซึ่งเรียกว่า ไฟฟ้าลัดวงจร ทำให้เป็นสาเหตุทำให้อัคคีภัยได้

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

1. ความสามารถในการสื่อสาร

2. ความสามารถในการคิด

3. ความสามารถในการแก้ปัญหา
4. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต
5. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี

คุณลักษณะอันพึงประสงค์

ใฝ่เรียนรู้

มุ่งมั่นในการทำงาน

การบูรณาการตามแนวทางสะเต็มศึกษา

S (Science)	T (Technology)	E (Engineering)	M (Mathematics)
การใช้ความรู้ด้าน การต่อวงจรไฟฟ้า อย่างง่าย	ใช้ในการสืบค้น เพื่อนำไป ข้อมูลต่างๆเพื่อนำไป ออกแบบโคมไพจาก กระดาดขลัง	กระบวนการในการ ประดิษฐ์โคมไพจาก กระดาดขลัง	การคำนวณหาพื้นที่ ในการประดิษฐ์โคมไพ จากกระดาดขลัง

5. กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา (Problem Identification)

1. ให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน เรื่องไฟฟ้า จำนวน 30 ข้อ 30 คะแนน และทำแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ก่อนเรียน จำนวน 4 ข้อ ข้อละ 5 คะแนน (สอบ 1 ชั่วโมง)
2. นำวีดิทัศน์ เรื่อง เกร็ดความรู้กับลุงพี ตอนที่ 14 "ไฟไหม้กับไฟฟ้าลัดวงจร" เพื่อให้
นักเรียนได้ศึกษาและช่วยกัน คิดหาวิธีในการต่อไฟฟ้าอย่างถูกวิธี เพื่อป้องกันไม่ให้ไฟฟ้าลัดวงจรภายใน
บ้าน
3. ใช้สถานการณ์จริง โดยให้นักเรียนชมจาก วีดิทัศน์เรื่อง “เพลิงไหม้ตลาดชั้นสูตร
จ.สิงห์บุรี” หากนักเรียนประสบปัญหาเช่นเดียวกับวีดิทัศน์จะมีวิธีเบื้องต้นในการป้องกันไฟฟ้าลัดวงจร
ได้อย่างไร

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง (Related Information Search)

1. แบ่งกลุ่มให้นักเรียน ออกเป็น 5 กลุ่ม (โดยคณะเด็ก เก่ง กลาง อ่อน) กลุ่มละ 8 คน
ร่วมกันอภิปรายถึงการต่อวงจรไฟฟ้าอย่างถูกวิธี เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดไฟฟ้าลัดวงจรเพื่อนำไปสู่การประดิษฐ์
โคมไพจากล้งกระดาด
2. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันเก็บรวบรวมข้อมูลหรือสืบค้นเพื่อสร้างและออกแบบโคม
ไพจากกระดาดขลัง จากแหล่งค้นคว้าได้แก่ ห้องสมุด ห้องคอมพิวเตอร์ และเครื่องมือ สื่ออุปกรณ์ทาง
เทคโนโลยีต่าง ๆ เป็นต้น

ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา(Solution Design)

1. ให้นักเรียนร่วมกันวางแผนการใช้ข้อมูลตามที่ได้ไปสืบค้นมาในขั้นที่ 2 นำมาเป็นข้อมูลในการออกแบบการทำโคมไฟจากกระดาษลังโดยครูผู้สอน ตั้งคำถามเพื่อเป็นแนวทางกระตุ้นความคิดของนักเรียนดังนี้

1.1 ถ้าหากมีวัสดุอุปกรณ์อย่างจำกัดมา ให้นักเรียนจะออกแบบโคมไฟได้อย่างไรและแบบไหน

1.2 นักเรียนจะมีวิธีการออกแบบและการทดลองนำไปใช้อย่างไร

2. ให้นักเรียนร่วมกัน ออกแบบร่าง และกำหนดขั้นตอนการสร้างโคมไฟจากกระดาษลัง การเลือกใช้วัสดุตามที่กำหนดมาให้ แล้วออกแบบผลงานร่วมกันลงในใบกิจกรรมที่ 1 โคมไฟจากกระดาษลัง (ตามความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน) โดยใช้การคำนวณทางคณิตศาสตร์ เข้ามาช่วยในการทำโคมไฟจากกระดาษลัง โดยใช้การวัด การคิดคำนวณ มาประกอบ

ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and Development)

1. ครูแจกอุปกรณ์ตามที่กำหนดให้ดังนี้

ลำดับ	รายการ	จำนวน
1	กระดาษลัง	1 ชุด
2	กรรไกร	1 อัน
3	ปืนกาว	1 อัน
4	หลอดไฟ	1 หลอด
5	สายไฟ	1 เส้น
6	สวิตช์ไฟ	1 อัน
7	คัตเตอร์	1อัน
8	กระดาษสี	1ชุด

2. นักเรียนสำรวจตรวจสอบวัสดุ ตามที่ครูกำหนดให้ โดยศึกษาจากขั้นตอนและแบบที่ร่างขึ้นไว้ในใบกิจกรรมที่ 1 แล้วทบทวนวิธีการสร้างโคมไฟจากกระดาษลังร่วมกัน พร้อมลงมือปฏิบัติ

ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุง (Testing Evaluation and Design Improvement)

1. ชิ้นงานสำเร็จแล้ว ให้แต่ละกลุ่มนำโคมไฟจากกระดาษลังที่ได้มาทดสอบใช้ความสว่างจากโคมไฟกระดาษลังที่นักเรียนได้สร้างขึ้น หากโคมไฟกลุ่มใดมีความสว่างมากกว่า กลุ่มนั้นเป็นผู้ชนะ โดยให้นักเรียนภายในห้องเรียน เป็นผู้ตัดสิน หากโคมไฟจากกระดาษลังของนักเรียนกลุ่มใด ชำรุดระหว่างการ

ทดลอง หรือ ให้แสงสว่างได้ไม่เท่าที่ควร ให้ปรับปรุงแก้ไข ภายใน 20 นาที พร้อมบันทึกวิธีการปรับปรุงแก้ไข ลงในใบกิจกรรมที่ 1 โคมไฟจากกระดาษลัง

ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา หรือผลการพัฒนานวัตกรรม (Presentation)

1. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอผลงาน ของตนเองหน้าชั้นเรียน
2. โดยที่ครูตั้งคำถามเพื่อให้นักเรียนได้กระตุ้นความคิดดังนี้
 - 2.1 การสร้างโคมไฟจากกระดาษลังมีขั้นตอนการสร้างอย่างไร
 - 2.2 เมื่อสร้างเสร็จเรียบร้อยแล้ว นำมาทดลองผลเป็นอย่างไร
 - 2.3 โคมไฟจากกระดาษลังมีการปรับปรุงแก้ไขอย่างไร
3. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปความรู้และหลักการในการทำโคมไฟจากกระดาษลังและการต่อวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย เพื่อป้องกันไฟฟ้าลัดวงจร และตอบคำถามลงในใบงาน การต่อวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย
4. ครูทบทวนความรู้และเพิ่มเติมความรู้ เรื่องการต่อวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย ให้กับนักเรียน

6. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. หนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สสวท.
2. ห้องสมุด ห้องคอมพิวเตอร์ และ เอกสารต่างๆ
3. อุปกรณ์ในการทำกิจกรรม
4. ใบกิจกรรม ที่ 1 เรื่อง โคมไฟจากกระดาษลัง
5. ใบงาน การต่อวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย
6. แบบประเมินความสามารถในการคิดสร้างสรรค์

7. การวัดและประเมินผล

สิ่งที่ต้องประเมิน	รายการประเมิน	เครื่องมือที่ใช้ประเมิน	เกณฑ์การประเมิน
ความรู้ (K)	บอกและอธิบายความหมายของ วงจรไฟฟ้า วงจรเปิด วงจรปิด แบตเตอรี่ อุปกรณ์ ไฟฟ้า และสวิตช์ได้	แบบประเมินใบงาน การต่อวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย	ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 ขึ้นไป
ทักษะกระบวนการ (P)	ทำการวางแผนและออกแบบสร้างสรรค์ ชิ้นงานได้	- แบบประเมินการปฏิบัติกิจกรรม - แบบประเมินคุณภาพชิ้นงาน	- ผ่านระดับดีขึ้นไป - ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 ขึ้นไป
คุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)	การเข้าร่วมทำกิจกรรม และการใฝ่รู้ใฝ่เรียน	แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์	ผ่านระดับดีขึ้นไป

ใบงาน เรื่องการต่อวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย

ชื่อ ชั้น เลขที่

คำสั่ง ให้นักเรียนขีดเครื่องหมาย ✓ หน้าข้อความที่ถูกต้อง และขีดเครื่องหมาย ✗ หน้าข้อความที่ผิด

-1. วงจรไฟฟ้ามีส่วนประกอบสำคัญ 3 ส่วน คือ แหล่งพลังงานไฟฟ้า อุปกรณ์ไฟฟ้า และสายไฟ
-2. ตัวนำไฟฟ้า จะไม่ให้ประจุไฟฟ้าไหลผ่านได้
-3. ฉนวนไฟฟ้า จะให้ประจุไฟฟ้าไหลผ่านได้ง่าย
-4. สวิตช์ ทำหน้าที่ ควบคุมการเปิดปิดของวงจรไฟฟ้า
-5. ไฟฟ้าลัดวงจร เกิดจากการที่ลวดสายไฟในวงจรไฟฟ้าสัมผัสกัน เมื่อฉนวนหุ้มสายไฟชำรุด จึงทำให้ไฟฟ้าไหลครบวงจรก่อนที่ประจุไฟฟ้าไหลผ่าน
-6. ถ่านไฟฉาย เป็นเซลล์ไฟฟ้าเคมี ที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้า เป็นพลังงานเคมี
-7. เหล็ก อะลูมิเนียม ทองแดง เป็นตัวนำไฟฟ้า
-8. เครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆ ภายในบ้าน เกิดจากการที่พลังงานไฟฟ้า เปลี่ยนเป็นพลังงานรูปอื่นได้
-9. วัสดุที่ไม่นำไฟฟ้า ส่วนใหญ่จะเป็นโลหะ
-10. แท่งคาร์บอนในถ่านไฟฉาย คือวัสดุที่เป็นตัวต้านทาน



ใบงาน เรื่องการต่อวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย

ชื่อ ชั้น เลขที่

คำสั่ง ให้นักเรียนขีดเครื่องหมาย ✓ หน้าข้อความที่ถูกต้อง และขีดเครื่องหมาย ✗ หน้าข้อความที่ผิด

- ✓ 1. วงจรไฟฟ้ามีส่วนประกอบสำคัญ 3 ส่วน คือ แหล่งพลังงานไฟฟ้า อุปกรณ์ไฟฟ้า และสายไฟ
- ✗ 2. ตัวนำไฟฟ้า จะไม่ให้ประจุไฟฟ้าไหลผ่านได้
- ✗ 3. ฉนวนไฟฟ้า จะให้ประจุไฟฟ้าไหลผ่านได้ง่าย
- ✓ 4. สวิตช์ ทำหน้าที่ ควบคุมการเปิดปิดของวงจรไฟฟ้า
- ✓ 5. ไฟฟ้าลัดวงจร เกิดจากการที่ลวดสายไฟในวงจรไฟฟ้าสัมผัสกัน เมื่อฉนวนหุ้มสายไฟชำรุดจึงทำให้ไฟฟ้าไหลครบวงจรก่อนที่ประจุไฟฟ้าไหลผ่าน
- ✗ 6. ถ่านไฟฉาย เป็นเซลล์ไฟฟ้าเคมี ที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้า เป็นพลังงานเคมี
- ✓ 7. เหล็ก อะลูมิเนียม ทองแดง เป็นตัวนำไฟฟ้า
- ✓ 8. เครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆ ภายในบ้าน เกิดจากการที่พลังงานไฟฟ้าเปลี่ยนเป็นพลังงานรูปอื่นได้
- ✗ 9. วัสดุที่ไม่นำไฟฟ้าส่วนใหญ่จะเป็นโลหะ
- ✓ 10. แท่งคาร์บอนในถ่านไฟฉาย คือวัสดุที่เป็นตัวต้านทาน



เกณฑ์การประเมินใบงาน

(ผ่านที่ 6 คะแนนหรือมากกว่า 6 คะแนนขึ้นไป (ร้อยละ60) ผ่านเกณฑ์ประเมิน)

เกณฑ์	คะแนน	ผ่านเกณฑ์ / ไม่ผ่านเกณฑ์
ได้คะแนน 10 คะแนน	10	✓
ได้คะแนน 9 คะแนน	9	✓
ได้คะแนน 8 คะแนน	8	✓
ได้คะแนน 7 คะแนน	7	✓
ได้คะแนน 6 คะแนน	6	✓
ได้คะแนน 5 คะแนน	5	✗
ได้คะแนน 4 คะแนน	4	✗
ได้คะแนน 3 คะแนน	3	✗
ได้คะแนน 2 คะแนน	2	✗
ได้คะแนน 1 คะแนน	1	✗



ใบกิจกรรม ที่ 1 เรื่อง โคมไฟจากกระดาษลัง

คำชี้แจง ให้นักเรียนรวมกลุ่มกัน กลุ่มละ 8 คน เพื่อร่วมกันระดมความคิดตามใบกิจกรรมที่กำหนดให้ต่อไป

ชื่อกลุ่ม

สมาชิก

- 1) หน้าที่
- 2) หน้าที่
- 3) หน้าที่
- 4) หน้าที่
- 5) หน้าที่
- 6) หน้าที่
- 7) หน้าที่
- 8) หน้าที่



ให้นักเรียนร่วมกันกำหนดขั้นตอนการสร้าง
โคมไฟจากกระดาษลัง และ ร่วมกัน
ออกแบบร่างโคมไฟจากกระดาษลัง พร้อม
บันทึกผลหลังจากการสร้างชิ้นงาน และ
บอกวิธีปรับปรุงชิ้นงานของแต่ละกลุ่ม



Blank rounded rectangular box for writing.



Blank rounded rectangular box for writing.



Blank rounded rectangular box for writing.



Blank rounded rectangular box for writing.



Blank rounded rectangular box for writing.

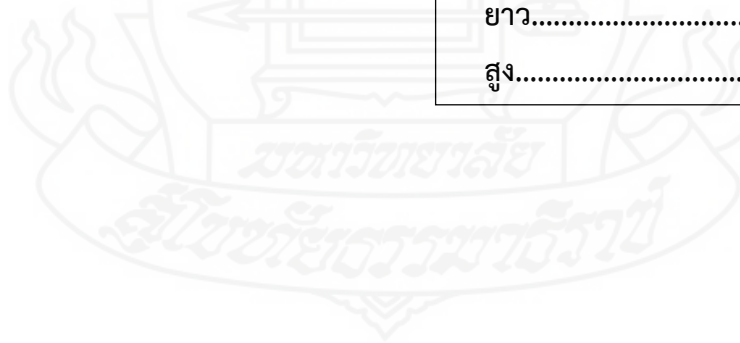




ถ้าหากมีวัสดุ อุปกรณ์ที่กำหนดให้ดังนี้
 กระจาดขลัง กรรไกร ปืนกาว หลอดไฟ สายไฟ สวิตช์ไฟ
 คัตเตอร์ กระจาดขลัง นักเรียนจะออกแบบโคมไฟจาก
 กระจาดขลังอย่างไร แล้วหากมีปัญหาจะแก้ปัญหายังไง



ขนาดของ โคมไฟจากขลังกระจาด
 กว้าง.....cm.
 ยาว.....cm.
 สูง.....cm.



“
ผลจากการลงมือทำ

หลังจากที่ทำการสร้างคอมไฟจากกระดาษลงไปแล้วนั้น
เป็นไปตามแผนที่วางไว้หรือไม่ ผลเป็นอย่างไร



ผลจากการลงมือสร้างคอมไฟจากกระดาษลง

● ปัญหาที่พบจากการลงมือสร้างคอมไฟจากกระดาษลง

วิธีการแก้ปัญหา / วิธีการปรับปรุงผลงาน



ประเมินการปฏิบัติกิจกรรมของนักเรียนรายบุคคล
 หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 ไฟฟ้า
 แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง โคมไฟจากกระดาษลัง
 แผนการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา (STEM EDUCATION)

คำชี้แจง ให้ครูผู้สอนสังเกตพฤติกรรม ในการปฏิบัติกิจกรรมในใบกิจกรรม โดยให้ระดับคะแนน ลงใน ตารางที่ตรงกับพฤติกรรมของผู้เรียน

เลขที่	ชื่อ-สกุล	รายการประเมิน				รวม	สรุปผล ผ่าน/ไม่ผ่าน
		ความสนใจผู้เรียน	การมีส่วนร่วมภายในกลุ่ม	ในงานแม่เหล็กไฟฟ้า/ใบกิจกรรม	ความรับผิดชอบ		
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							

ลงชื่อ.....

นางสาวพิทยาภรณ์ ปัญญาหอม

เกณฑ์การให้คะแนนแบบประเมินการปฏิบัติกิจกรรมของนักเรียน

ตัวชี้วัด	ระดับคะแนน			
	4	3	2	1
1. ความสนใจใฝ่เรียนรู้	<ul style="list-style-type: none"> - มีความสนใจและมีความกระตือรือร้นในการสืบค้นข้อมูล - มีการจดบันทึกสิ่งที่ได้มาอย่างชัดเจนเป็นระบบ - สามารถนำเอาความรู้ที่สืบค้นมาใช้ในการทำกิจกรรมได้ 	<ul style="list-style-type: none"> - มีความสนใจและมีความกระตือรือร้นการสืบค้นข้อมูล - มีการจดบันทึกสิ่งที่ได้มาอย่างชัดเจนเป็นระบบ 	<ul style="list-style-type: none"> - มีความสนใจและมีความกระตือรือร้นในการสืบค้นข้อมูล - มีการจดบันทึกไม่เป็นระบบ 	<ul style="list-style-type: none"> - ไม่มีความสนใจและไม่มีความกระตือรือร้นในการเรียน
2. การมีส่วนร่วมภายในกลุ่ม	<ul style="list-style-type: none"> - มีส่วนร่วมในการเรียนตลอดจนจบชั่วโมงเรียน - มีการแสดงความคิดเห็นและรับฟังความคิดเห็นผู้อื่น - มีส่วนในการแก้ปัญหาในกลุ่ม - มีการทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างเป็นระบบ 	<ul style="list-style-type: none"> - มีส่วนร่วมในการเรียนเป็นบางครั้งจนจบชั่วโมงเรียน - มีการแสดงความคิดเห็นและรับฟังความคิดเห็นผู้อื่น - มีส่วนในการแก้ปัญหาในกลุ่ม 	<ul style="list-style-type: none"> - มีส่วนร่วมในการเรียนตลอดจนจบชั่วโมงเรียน - มีการแสดงความคิดเห็นและรับฟังความคิดเห็นผู้อื่น 	<ul style="list-style-type: none"> - ไม่มีส่วนร่วมในการเรียนตลอดจนจบชั่วโมงเรียน
3. ไบงาน/ไบกิจกรรม	<ul style="list-style-type: none"> - ทำไบงานและไบกิจกรรม ทำตามที่ได้รับมอบหมายได้ครบทุกกิจกรรม เสร็จตามเวลาที่กำหนดและผลคะแนนจากการทำไบงาน 10 คะแนนเต็ม 	<ul style="list-style-type: none"> - ทำไบงานและไบกิจกรรม ทำตามที่ได้รับมอบหมายได้ครบทุกกิจกรรมหรือ ขาดไบงานได้ไม่เกิน 2 ไบงาน เสร็จตามเวลาที่กำหนดและผลคะแนนจากการทำไบงาน ตั้งแต่7-9 คะแนน 	<ul style="list-style-type: none"> - ทำไบงานและไบกิจกรรม ทำตามที่ได้รับมอบหมายได้ครบทุกกิจกรรมหรือ ขาดไบงานได้ไม่เกิน 3 ไบงาน เสร็จตามเวลาที่กำหนดและผลคะแนนจากการทำไบงาน ตั้งแต่4-6 คะแนน 	<ul style="list-style-type: none"> - ไม่ทำไบงานและไบกิจกรรมตามที่ได้รับมอบหมายได้ครบทุกกิจกรรมหรือ ขาดไบงานทุกไบงาน ไม่เสร็จตามเวลาที่กำหนดและผลคะแนนจากการทำไบงานได้ 1-3 คะแนน
4. ความรับผิดชอบ	<ul style="list-style-type: none"> - มีส่วนร่วมกับผู้อื่นในการทำงานกลุ่ม ด้วยความเต็มใจ 	<ul style="list-style-type: none"> - มีส่วนร่วมกับผู้อื่นในการทำงานกลุ่ม ด้วยความเต็มใจ 	<ul style="list-style-type: none"> - มีส่วนร่วมกับผู้อื่นในการทำงานกลุ่ม ด้วยความเต็มใจ 	<ul style="list-style-type: none"> - ไม่มีส่วนร่วมกับผู้อื่นในการทำงานกลุ่ม ด้วยความเต็มใจ

ตัวชี้วัด	ระดับคะแนน			
	4	3	2	1
	<ul style="list-style-type: none"> - มีความอดทนในการ ทำผลงาน/ชิ้นงาน - รับผิดชอบต่อหน้าที่ ของตนเอง ตามที่ได้รับ - มีความช่วยเหลือกลุ่ม ของตนเองด้วยความ เต็มใจ 	<ul style="list-style-type: none"> - มีความอดทนในการ ทำผลงาน/ชิ้นงาน - รับผิดชอบต่อหน้าที่ ของตนเอง ตามที่ได้รับ 	<ul style="list-style-type: none"> - มีความอดทนในการ ทำผลงาน/ชิ้นงาน 	<ul style="list-style-type: none"> - ไม่มีความอดทนใน การทำผลงาน/ชิ้นงาน - ไม่มีความรับผิดชอบ ต่อหน้าที่ของตนเอง ตามที่ได้รับ - ไม่มีความช่วยเหลือ กลุ่มของตนเองด้วย ความเต็มใจ

เกณฑ์การให้คะแนน

ผลงานหรือพฤติกรรมสมบูรณ์ชัดเจน	ให้	4	คะแนน
ผลงานหรือพฤติกรรมมีข้อบกพร่องบางส่วน	ให้	3	คะแนน
ผลงานหรือพฤติกรรมมีข้อบกพร่องเป็นส่วนใหญ่	ให้	2	คะแนน
ผลงานหรือพฤติกรรมมีข้อบกพร่องมาก	ให้	1	คะแนน

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
13-16	ดีมาก
9-12	ดี
5-8	พอใช้
4	ปรับปรุง

แบบประเมินคุณภาพชิ้นงาน (เป็นกลุ่ม)
 หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 ไฟฟ้า
 แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง โคมไฟจากกระดาษลัง
 แผนการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา (STEM EDUCATION)

คำชี้แจง ให้ครูผู้สอนสังเกตชิ้นงานของนักเรียน โดยให้ระดับคะแนน ลงในตารางที่ตรงกับคุณภาพชิ้นงาน
 ของผู้เรียน

ลำดับ	ชื่อ-สกุล	กลุ่มที่	รายการประเมิน				รวม	สรุปผล ผ่าน/ไม่ผ่าน
			คิดค่องแคล่ว	คิดยืดหยุ่น	คิดริเริ่ม	คิดละเอียดลออ		
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								

ลงชื่อ.....

นางสาวพิทยาภรณ์ ปัญญาหอม

เกณฑ์การให้คะแนนแบบประเมินคุณภาพชิ้นงานของนักเรียน

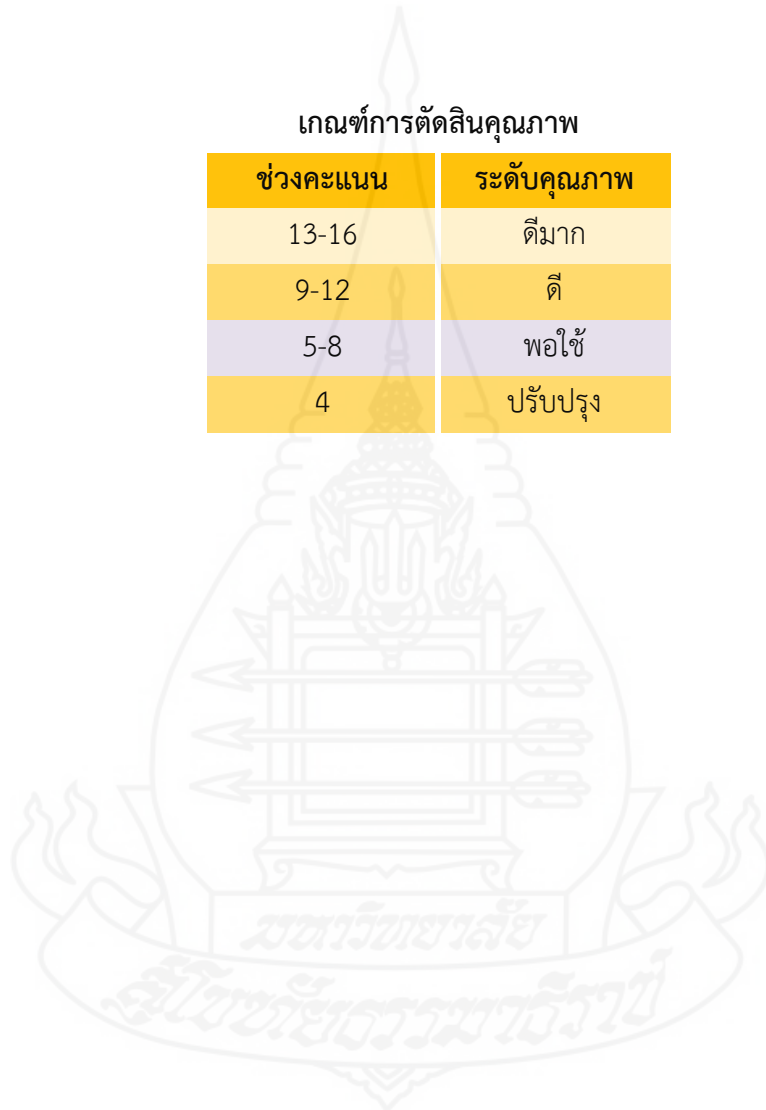
ตัวชี้วัด	ระดับคะแนน			
	4	3	2	1
1. คิดคื่องแคล่ว	ทำงานเสร็จ ตรงตามเวลาที่กำหนด	ทำงานส่งกว่าที่กำหนด 1 ชม	ทำงานส่งกว่าที่กำหนด 1 วัน	ไม่ส่งงานเลย
2. คิดยืดหยุ่น	มีการนำเสนอผลงานในผลงานได้ถูกต้อง มีการอธิบายข้อมูลให้เห็นความเชื่อมโยงเป็นภาพเป็นลำดับขั้นตอนในการสร้างผลงาน - มีความสร้างสรรค์ - มีการนำความรู้ที่ได้จากการสืบค้นมาประยุกต์ใช้ในการสร้างผลงาน - บอกประโยชน์ของชิ้นงานได้ 4 อย่างขึ้นไป	- มีการนำเสนอผลงานได้ถูกต้อง มีการอธิบายข้อมูลให้เห็นความเชื่อมโยงเป็นภาพเป็นลำดับขั้นตอนในการสร้างผลงาน - มีความสร้างสรรค์ - มีส่วนร่วมในการสร้างผลงานกับกลุ่ม - บอกประโยชน์ของชิ้นงานได้ 3 อย่าง	- มีการนำเสนอผลงานในผลงานได้ถูกต้อง มีการอธิบายข้อมูลให้เห็นความเชื่อมโยงเป็นภาพเป็นลำดับขั้นตอนในการสร้างผลงาน - บอกประโยชน์ของชิ้นงานได้ 1-2 อย่าง	- ไม่มีส่วนร่วมในการเรียนตลอดจนจบชั่วโมงเรียน - ไม่มีการนำเสนอผลงานใดๆ - ไม่สามารถบอกประโยชน์ของชิ้นงานได้
3. คิดริเริ่ม	ผลงานมีความคิดสร้างสรรค์ที่แปลกใหม่ ไม่ซ้ำแบบใคร น่าสนใจ สวยงามจนเกิดเป็นผลงานที่สมบูรณ์และสวยงาม	ผลงานมีแนวคิดที่ดัดแปลงมาจากสิ่งที่เคยมีมาแล้ว มีความน่าสนใจและสวยงาม	ผลงานมีแนวคิดที่ดัดแปลงมาจากสิ่งที่เคยมีมาแล้ว ไม่มีความน่าสนใจ ไม่สวยงาม	ไม่มีความคิดสร้างสรรค์ลอกเพื่อน
4. คิดละเอียดลออ	ชิ้นงานมีความสมบูรณ์ตามแบบที่ร่างไว้ และมีความแข็งแรงคงทน และสามารถบอกรายละเอียดที่น่าสนใจของชิ้นงานได้	ชิ้นงานมีความสมบูรณ์ตามแบบที่ร่างไว้ แต่ไม่มีความแข็งแรงคงทน	ชิ้นงานมีความสมบูรณ์ไม่เป็นตามแบบที่ร่างไว้ และไม่มีความแข็งแรงคงทน	ชิ้นงานไม่มีความสมบูรณ์ไม่เป็นตามแบบที่ร่างไว้ และไม่มีความแข็งแรงคงทนและไม่สามารถบอกรายละเอียดที่น่าสนใจของชิ้นงานได้

เกณฑ์การให้คะแนน

ผลงานหรือพฤติกรรมสมบูรณ์ชัดเจน	ให้	4	คะแนน
ผลงานหรือพฤติกรรมมีข้อบกพร่องบางส่วน	ให้	3	คะแนน
ผลงานหรือพฤติกรรมมีข้อบกพร่องเป็นส่วนใหญ่	ให้	2	คะแนน
ผลงานหรือพฤติกรรมมีข้อบกพร่องมาก	ให้	1	คะแนน

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
13-16	ดีมาก
9-12	ดี
5-8	พอใช้
4	ปรับปรุง



แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์
 หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 ไฟฟ้า
 แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง โคมไฟจากกระดาษลัง
 แผนการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา (STEM EDUCATION)

คำชี้แจง ให้ครูผู้สอนสังเกตชิ้นงานของนักเรียน โดยให้ระดับคะแนน ลงในตารางที่ตรงกับคุณลักษณะอัน
 พึงประสงค์ ของผู้เรียน

เลขที่	ชื่อ-สกุล	รายการประเมิน				รวม	สรุปผล ผ่าน/ไม่ผ่าน
		ไฟเรียนรู้		มุ่งมั่นในการทำงาน			
		แสวงหาข้อมูลจากแหล่งการเรียนรู้ต่างๆ	มีการจดบันทึกความรู้อย่างเป็นระบบ	สรุปความรู้ได้อย่างมีเหตุผล	มีความตั้งใจและพยายามในการทำงานที่ได้รับมอบหมาย		
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							

ลงชื่อ.....

นางสาวพิทยาภรณ์ ปัญญาหอม

เกณฑ์การให้คะแนนแบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์

คุณลักษณะ อันพึงประสงค์ด้าน	รายการประเมิน	ระดับคะแนน			
		4	3	2	1
ใฝ่เรียนรู้	แสวงหาข้อมูลจากแหล่งการเรียนรู้ต่างๆ				
	มีการจดบันทึกความรู้อย่างเป็นระบบ				
	สรุปความรู้ได้อย่างมีเหตุผล				
มุ่งมั่นในการทำงาน	มีความตั้งใจและพยายามในการทำงานที่ได้รับมอบหมาย				
	มีความอดทนและไม่ท้อแท้ต่ออุปสรรคเพื่อให้งานสำเร็จ				

เกณฑ์การให้คะแนน

ผลงานหรือพฤติกรรมสมบูรณ์ชัดเจน	ให้	4	คะแนน
ผลงานหรือพฤติกรรมมีข้อบกพร่องบางส่วน	ให้	3	คะแนน
ผลงานหรือพฤติกรรมมีข้อบกพร่องเป็นส่วนใหญ่	ให้	2	คะแนน
ผลงานหรือพฤติกรรมมีข้อบกพร่องมาก	ให้	1	คะแนน

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
16 - 20	ดีมาก
11 - 15	ดี
6- 10	พอใช้
5	ปรับปรุง

บันทึกหลังการสอน

1. ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

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

2. ปัญหา อุปสรรค

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

3. ข้อเสนอแนะ / แนวทางแก้ไข

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

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นางสาวพิทยาภรณ์ ปัญญาหอม)

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

แผนการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา (STEM EDUCATION)

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 ไฟฟ้า	ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561
แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง รถที่มีพลัง (Power Car)	เวลา 5 ชั่วโมง
ผู้สอน นางสาวพิทยาภรณ์ ปัญญาหอม	วันที่/...../.....

1. สาระการเรียนรู้ที่นำมาบูรณาการ

วิทยาศาสตร์ (S)

มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด

สาระที่ 5 พลังงาน

มาตรฐาน ว 5.1 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการ การสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด

ป.6/1 ทดลองและอธิบาย การต่อวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย

ป.6/3 ทดลองและอธิบายการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายใต้อุปกรณ์และเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น ๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

ตัวชี้วัด

ป.6/1 ตั้งคำถามเกี่ยวกับประเด็นหรือเรื่อง หรือสถานการณ์ที่จะศึกษา ตามที่กำหนดให้และตามความสนใจ

ป.6/2 วางแผนการสังเกต เสนอการสำรวจตรวจสอบ หรือศึกษาค้นคว้า คาดการณ์สิ่งที่จะพบจากการสำรวจตรวจสอบ

ป.6/3 เลือกอุปกรณ์ และวิธีการสำรวจตรวจสอบที่ถูกต้องเหมาะสม ให้ได้ผลที่ครอบคลุมและเชื่อถือได้

ป.6/4 บันทึกข้อมูลในเชิงปริมาณและคุณภาพวิเคราะห์ และตรวจสอบผลกับสิ่งที่คาดการณ์ไว้ นำเสนอผลและข้อสรุป

ป.6/6 แสดงความคิดเห็นอย่างอิสระอธิบาย ลงความเห็นและสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้

ป.6/7 บันทึกและอธิบายผลการสำรวจ ตรวจสอบตามความเป็นจริง มีเหตุผล และมีประจักษ์พยานอ้างอิง

การงานและเทคโนโลยี (T)

มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด

สาระที่ 2 การออกแบบและเทคโนโลยี

มาตรฐาน ง 2.1 เข้าใจเทคโนโลยีและกระบวนการเทคโนโลยี ออกแบบและสร้างสิ่งของเครื่องใช้หรือวิธีการ ตามกระบวนการเทคโนโลยีอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ เลือกใช้เทคโนโลยีในทางสร้างสรรค์ต่อชีวิต สังคม สิ่งแวดล้อม และมีส่วนร่วมในการจัดการ เทคโนโลยีที่ยั่งยืน

ตัวชี้วัด

ป.6/2 สร้างสิ่งของเครื่องใช้ตามความสนใจ อย่างปลอดภัย โดยกำหนดปัญหา หรือความต้องการ รวบรวมข้อมูล เลือกวิธีการ ออกแบบโดยถ่ายทอดความคิดเป็นภาพร่าง 3 มิติ หรือแผนที่ความคิด ลงมือสร้าง และ ประเมินผล

ป.6/3 นำความรู้และทักษะการสร้างชิ้นงานไป ประยุกต์ในการสร้างสิ่งของเครื่องใช้

สาระที่ 3 เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร

มาตรฐาน ง 3.1 เข้าใจ เห็นคุณค่า และใช้กระบวนการเทคโนโลยีสารสนเทศในการสืบค้นข้อมูล การเรียนรู้ การสื่อสาร การแก้ปัญหา การทำงานและประกอบอาชีพอย่างมีประสิทธิภาพ ประสิทธิผลมีคุณธรรม

ตัวชี้วัด

ป.6/2 ใช้คอมพิวเตอร์ในการค้นหาข้อมูล

วิศวกรรมศาสตร์ (E)

การบูรณาการความรู้จากทางด้านวิศวกรรม จากศาสตร์ต่างๆ เพื่อออกแบบผลงานหรือชิ้นงานเชิงวิศวกรรม

คณิตศาสตร์ (M)

สาระที่ 2 การวัด

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด

ตัวชี้วัด

ป.6/3 หาความยาวรอบรูปและพื้นที่ของรูปวงกลม

สาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

มาตรฐาน ค 6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

ตัวชี้วัด

ป.6/2 ใช้ความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์และเทคโนโลยีในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม

ป.6/5 เชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ

ป.6/6 มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

2. จุดประสงค์การเรียนรู้ เมื่อนักเรียนเรียนเรื่องนี้แล้วนักเรียนสามารถ

1. อธิบายการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรมและข้อเสียของการต่อวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรมได้ (K)
2. นำประโยชน์ของการต่อวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรม ไปใช้ประโยชน์ได้ (K)
3. ทำการทดลอง สืบค้น และสร้างสรรค์ชิ้นงาน รถที่มีพลัง (Power Car) ได้ (P)
4. เลือกใช้วัสดุและอุปกรณ์ ได้อย่างเหมาะสม และปลอดภัย (P)
5. คำนวณพื้นที่ของรถที่มีพลัง (Power Car) เพื่อนำไปสู่ความเร็วของรถในการวิ่งมากที่สุด (P)
6. มีเจตคติที่ดีต่อวิชาวิทยาศาสตร์ และทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ (A)

3. สาระสำคัญ

วงจรไฟฟ้าอย่างง่ายประกอบด้วยแบตเตอรี่ สายไฟ หลอดไฟ หรืออุปกรณ์อื่นๆ ซึ่งส่วนประกอบของ วงจรไฟฟ้า มันจะมีวัสดุที่แตกต่างกัน ซึ่งบางชนิดยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้ (ตัวนำไฟฟ้า) และบางชนิดไม่ยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่าน (ฉนวนไฟฟ้า) ต่อกันเป็นวงจร ทำให้มีกระแสไฟฟ้าในวงจร

นอกจากนี้การต่อวงจรแบบอนุกรม เป็นการนำเซลล์ไฟฟ้ามาต่อในวงจรไฟฟ้า ซึ่งนำมาต่อเรียงกัน โดยนำขั้วของไฟฟ้าที่ต่างกัน มาต่อเข้าด้วยกัน การต่อเซลล์วงจรไฟฟ้าแบบอนุกรม จะเป็นการเพิ่มความต่างศักย์ จึงทำให้กระแสไฟฟ้าสามารถผ่านอุปกรณ์ไฟฟ้าในวงจรได้เพิ่มขึ้น

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

1. ความสามารถในการสื่อสาร
2. ความสามารถในการคิด
3. ความสามารถในการแก้ปัญหา
4. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต
5. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี

คุณลักษณะอันพึงประสงค์

ใฝ่เรียนรู้

มุ่งมั่นในการทำงาน

การบูรณาการตามแนวทางสะเต็มศึกษา

S (Science)	T (Technology)	E (Engineering)	M (Mathematics)
การใช้ความรู้ด้านการ ต่อวงจรไฟฟ้าแบบ อนุกรม	ใช้ในการสืบค้น เพื่อหา ข้อมูลต่างๆเพื่อนำไป ออกแบบและสร้างสรรค์ ชิ้นงาน รถที่มีพลัง (Power Car)	กระบวนการในการ ประดิษฐ์ รถที่มีพลัง (Power Car)	การคำนวณหาพื้นที่ใน การประดิษฐ์ รถที่มีพลัง (Power Car) และ ระยะทางในการวิ่งของ รถที่มีพลัง (Power Car)

5. กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา (Problem Identification)

1. ครูนำเข้าสู่บทเรียน โดยการอภิปรายสถานการณ์การใช้ น้ำมันเชื้อเพลิง ผลกระทบจากการใช้น้ำมันเชื้อเพลิง เพื่อใช้ในการคมนาคมในปัจจุบัน และการใช้พลังงานทดแทน
2. ครูยกตัวอย่างประเด็นเกี่ยวกับการใช้แบตเตอรี่ในรถยนต์ว่ามีความสำคัญอย่างไร และควรที่จะออกแบบรถยนต์
3. ครูยกตัวอย่างประเด็นเกี่ยวกับการใช้พลังงานที่จะสามารถนำมาทดแทนพลังงานจากน้ำมันเชื้อเพลิงมีอะไรบ้าง และนักเรียนมีวิธีที่จะนำมาใช้ได้โดยวิธีใด

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง (Related Information Search)

1. แบ่งกลุ่มให้นักเรียนออกเป็น 5 กลุ่ม (โดยคณะเด็ก เก่ง กลาง อ่อน) กลุ่มละ 8 คน ร่วมกันอภิปรายถึงการต่อวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรมที่ถูกต้อง เพื่อนำไปสู่การประดิษฐ์ รถที่มีพลัง (Power Car)
2. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันเก็บรวบรวมข้อมูลหรือสืบค้น เพื่อสร้างและออกแบบ รถที่มีพลัง (Power Car) จากแหล่งค้นคว้าได้แก่ ห้องสมุด ห้องคอมพิวเตอร์ และเครื่องมือ สื่ออุปกรณ์ทางเทคโนโลยีต่าง ๆ เป็นต้น

ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design)

1. ให้นักเรียนร่วมกันวางแผนการใช้ข้อมูลตามที่ได้ไปสืบค้นมาในขั้นที่ 2 นำมาเป็นข้อมูลในการออกแบบการทำ รถที่มีพลัง (Power Car) โดยครูผู้สอน ตั้งคำถามเพื่อเป็นแนวทางกระตุ้นความคิดของนักเรียน ดังนี้

1.1 ถ้าหากนักเรียนใช้ถ่านจำนวน 2 ก้อนหรือ 2 ก้อนขึ้นไป กับ การใช้ถ่านจำนวน 1 ก้อนในการประดิษฐ์ รถที่มีพลัง (Power Car) จะมีความแตกต่างกันอย่างไร

1.2 ถ้าหากมีวัสดุอุปกรณ์อย่างจำกัดมาให้นักเรียนจะออกแบบ รถที่มีพลัง (Power Car) ได้อย่างไรและแบบไหนจะสามารถเคลื่อนที่ได้เร็วที่สุด

1.3 นักเรียนจะมีวิธีการออกแบบและการทดลองนำไปใช้อย่างไร

2. ให้นักเรียนร่วมกัน ออกแบบร่าง และกำหนดขั้นตอนการสร้าง รถที่มีพลัง (Power Car) การเลือกใช้วัสดุตามที่กำหนดมาให้แล้วออกแบบผลงานร่วมกันลงในใบกิจกรรม ที่ 1 รถที่มีพลัง (Power Car) (ตามความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน) โดยใช้การคำนวณทางคณิตศาสตร์ เข้ามาช่วยในการทำ รถที่มีพลัง (Power Car) โดยใช้การวัดการคิดคำนวณ มาประกอบ

ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and Development)

1. ครูแจกอุปกรณ์ตามที่กำหนดให้ดังนี้

ลำดับ	รายการ	จำนวน
1	ขวดน้ำพลาสติก	1 ขวด
2	กรรไกร	1 อัน
3	ปืนกาว	1 อัน
4	ฝาขวดน้ำ	4 ฝา
5	รังถ่านแบบใช้ถ่าน 2 ก้อน	1 อัน
6	สายไฟ	1 อัน
7	คัตเตอร์	1อัน
8	กระดาษสี	1ชุด
9	ถ่าน	2 ก้อน
10	มอเตอร์	1 อัน
11	ไส้ปากกา	1 อัน
12	ไม้เสียบลูกชิ้น	2 อัน
13	เทปพันสายไฟ	1 อัน
14	ดินน้ำมัน	3 ก้อน

2. นักเรียนสำรวจตรวจสอบวัสดุ ตามที่ครูกำหนดให้ โดยศึกษาจากขั้นตอนและแบบที่ร่างขึ้นไว้ในใบกิจกรรมที่ 1 แล้วทบทวนวิธีการสร้าง รถที่มีพลัง (Power Car) ร่วมกันพร้อมลงมือปฏิบัติ

ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุง (Testing Evaluation and Design Improvement)

1. ชิ้นงานสำเร็จแล้ว ให้แต่ละกลุ่มนำ รถที่มีพลัง (Power Car) ที่ได้ มาทดสอบโดยใช้ ดินน้ำมันวางลงบน รถที่มีพลัง (Power Car) จำนวน 3 ก้อนแล้วนำรถที่ได้ของแต่ละกลุ่มมาทดลองวิ่งแข่งกัน หากกลุ่มใดถึงเส้นชัยก่อน กลุ่มนั้นเป็นผู้ชนะ โดยให้นักเรียนภายในห้องเรียน เป็นผู้ตัดสิน หาก รถที่มีพลัง (Power Car) ของนักเรียนกลุ่มใด ชำรุดระหว่างการทดลอง หรือ ให้วิ่งได้ไม่ดี ให้ปรับปรุงแก้ไข ภายใน 20 นาที พร้อมบันทึกวิธีการปรับปรุงแก้ไข ลงในใบกิจกรรมที่ 1 รถที่มีพลัง (Power Car)

ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือผลการพัฒนานวัตกรรม (Presentation)

1. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอผลงานของตนเองหน้าชั้นเรียน
2. โดยที่ครูตั้งคำถามเพื่อให้นักเรียนได้กระตุ้นความคิด ดังนี้
 - 2.1 การสร้าง รถที่มีพลัง (Power Car) มีขั้นตอนการสร้างอย่างไร
 - 2.2 เมื่อสร้างเสร็จเรียบร้อยแล้ว นำมาทดลอง ผลเป็นอย่างไร
 - 2.3 รถที่มีพลัง (Power Car) มีการปรับปรุงแก้ไขอย่างไร
 - 2.4 การต่อวงจรไฟฟ้า ใน รถที่มีพลัง (Power Car) นั้นเป็นอย่างไร
3. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุป ความรู้และหลักการในการทำ รถที่มีพลัง (Power Car) และการต่อวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรม และตอบคำถามลงในใบงาน การต่อวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรม
4. ครูทบทวนและเพิ่มเติมความรู้ เรื่องการต่อไฟฟ้าแบบอนุกรมให้กับนักเรียน

6. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. หนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สสวท.
2. ห้องสมุด ห้องคอมพิวเตอร์ และ เอกสารต่างๆ
3. อุปกรณ์ในการทำกิจกรรม
4. ใบกิจกรรม ที่ 1 เรื่อง รถที่มีพลัง (Power Car)
5. ใบงาน การต่อวงจรไฟฟ้า แบบอนุกรม
6. แบบประเมินความสามารถในการคิดสร้างสรรค์

7. การวัดและประเมินผล

สิ่งที่ต้องประเมิน	รายการประเมิน	เครื่องมือที่ใช้ประเมิน	เกณฑ์การประเมิน
ความรู้ (K)	บอกและอธิบายความหมายของการต่อเซลล์วงจรไฟฟ้าแบบอนุกรมได้	แบบประเมินใบงาน การต่อวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรม	ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 ขึ้นไป
ทักษะกระบวนการ (P)	ทำการวางแผนและออกแบบสร้างสรรค์ชิ้นงานได้	- แบบประเมินการปฏิบัติกิจกรรม	- ผ่านระดับดีขึ้นไป - ผ่านเกณฑ์ร้อยละ

สิ่งที่ต้องประเมิน	รายการประเมิน	เครื่องมือที่ใช้ประเมิน	เกณฑ์การประเมิน
		- แบบประเมินคุณภาพ ชิ้นงาน	60 ขึ้นไป
คุณลักษณะอัน พึงประสงค์ (A)	การเข้าร่วมทำกิจกรรม และ การใฝ่รู้ใฝ่เรียน	แบบประเมินคุณลักษณะ อันพึงประสงค์	ผ่านระดับดีขึ้นไป





ใบงาน เรื่องการต่อวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรม



ชื่อ ชั้น เลขที่

คำสั่ง ให้นักเรียน ชิดเครื่องหมาย ✓ หน้าข้อความที่ถูกต้อง และขีดเครื่องหมาย ✗ หน้าข้อความที่ผิด

-1. การต่อวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรม เป็นการต่อ เซลล์ไฟฟ้าแบบเรียงต่อกัน
-2. การต่อวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรม หากไฟดวงหนึ่งดับ ไฟอีกดวงหนึ่งก็ยังคงจะสว่างอยู่
-3. หากมีหลอดไฟฟ้าที่มีลักษณะเหมือนกัน เหมือนเดิมทุกประการ จำนวน 20หลอด ควรต่อแบบอนุกรม
-4. จากการทำประติษฐ์ รถที่มีพลัง (Power Car) หากนำถ่านจำนวน 2 ก้อนมาใส่ รถจะวิ่งได้เร็วกว่าแบบถ่านจำนวน 1 ก้อน
-5. หากต่อหลอดไฟ จำนวน 3 หลอดเรียงต่อกัน ประจุไฟฟ้าจะไหลจากถ่าน ไปยังหลอดไฟหลอดแรกไปหลอดไฟหลอดที่สอง และสาม ตามลำดับ แล้วกลับมาที่ถ่านอีกครั้งหนึ่ง เรียกการต่อหลอดไฟเช่นนี้ว่าเป็นการต่อแบบอนุกรม
-6. จากการทำประติษฐ์ รถที่มีพลัง (Power Car) น้ำหนักและมอเตอร์ เป็นปัจจัยที่ทำให้ รถที่มีพลัง (Power Car) สามารถวิ่งได้
-7. การต่อไฟที่ใช้ในการประดับ บ้านเรือนในวันปีใหม่ เป็นการต่อวงจรไฟฟ้าแบบขนาน
-8. การต่อวงจรไฟฟ้า แบบอนุกรม ในกรณีที่ไฟฟ้าไม่สามารถไหลครบวงจรได้ แต่ถ้าหากมีการต่อหลอดไฟหลายๆ หลอด ความสว่างของหลอดไฟจะค่อยๆ สว่างขึ้น
-9. การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม เป็นการนำขั้วไฟฟ้าที่ต่างกันมาต่อเข้าด้วยกัน
-10. การต่อวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรม จะมีทิศทางเดียวกันตลอดทั้งวงจร



เฉลย



ใบงาน เรื่องการต่อวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรม



ชื่อ ชั้น เลขที่

คำสั่ง ให้นักเรียน ชี้เครื่องหมาย ✓ หน้าข้อความที่ถูกต้อง และชี้เครื่องหมาย ✗ หน้าข้อความที่ผิด

- ✓ 1. การต่อวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรม เป็นการต่อ เซลล์ไฟฟ้าแบบเรียงต่อกัน
- ✗ 2. การต่อวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรม หากไฟดวงหนึ่งดับ ไฟอีกดวงหนึ่งก็ยังคงจะสว่างอยู่
- ✗ 3. หากมีหลอดไฟฟ้าที่มีลักษณะเหมือนกัน เหมือนเดิมทุกประการ จำนวน 20หลอด ควรต่อแบบอนุกรม
- ✓ 4. จากการทำประติษฐ์ รถที่มีพลัง (Power Car) หากนำถ่านจำนวน 2 ก้อนมาใส่ รถจะวิ่งได้เร็วกว่าแบบถ่าน จำนวน 1 ก้อน
- ✓ 5. หากต่อหลอดไฟ จำนวน 3 หลอดเรียงต่อกัน ประจุไฟฟ้าจะไหลจากถ่าน ไปยังหลอดไฟหลอดแรกไปหลอดไฟหลอดที่สอง และสาม ตามลำดับ แล้วกลับมาที่ถ่านอีกครั้งหนึ่ง เรียกการต่อหลอดไฟเช่นนี้ว่าเป็นการต่อแบบอนุกรม
- ✓ 6. จากการประติษฐ์ รถที่มีพลัง (Power Car) น้ำหนักและมอเตอร์ เป็นปัจจัยที่ทำให้ รถที่มีพลัง (Power Car) สามารถวิ่งได้
- ✗ 7. การต่อไฟที่ใช้ในการประดับ บ้านเรือนในวันปีใหม่ เป็นการต่อวงจรไฟฟ้าแบบขนาน
- ✗ 8. การต่อวงจรไฟฟ้า แบบอนุกรม ในกรณีที่ไฟฟ้าไม่สามารถไหลครบวงจรได้ แต่ถ้าหากมีการต่อหลอดไฟหลายๆ หลอด ความสว่างของหลอดไฟจะค่อยๆสว่างขึ้น
- ✓ 9. การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม เป็นการนำขั้วไฟฟ้าที่ต่างกันมาต่อเข้าด้วยกัน
- ✓ 10. การต่อวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรม จะมีทิศทางเดียวกันตลอดทั้งวงจร



เกณฑ์การประเมินใบงาน

(ผ่านที่ 6 คะแนนหรือมากกว่า 6 คะแนนขึ้นไป (ร้อยละ60) ผ่านเกณฑ์ประเมิน)

เกณฑ์	คะแนน	ผ่านเกณฑ์ / ไม่ผ่านเกณฑ์
ได้คะแนน 10 คะแนน	10	✓
ได้คะแนน 9 คะแนน	9	✓
ได้คะแนน 8 คะแนน	8	✓
ได้คะแนน 7 คะแนน	7	✓
ได้คะแนน 6 คะแนน	6	✓
ได้คะแนน 5 คะแนน	5	✗
ได้คะแนน 4 คะแนน	4	✗
ได้คะแนน 3 คะแนน	3	✗
ได้คะแนน 2 คะแนน	2	✗
ได้คะแนน 1 คะแนน	1	✗





ใบกิจกรรม ที่ 1 เรื่อง รถที่มีพลัง (Power Car)



คำชี้แจง ให้นักเรียนรวมกลุ่มกัน กลุ่มละ 8 คน เพื่อร่วมกันระดมความคิดตามใบกิจกรรมที่กำหนดให้ต่อไป

ชื่อกลุ่ม

สมาชิก

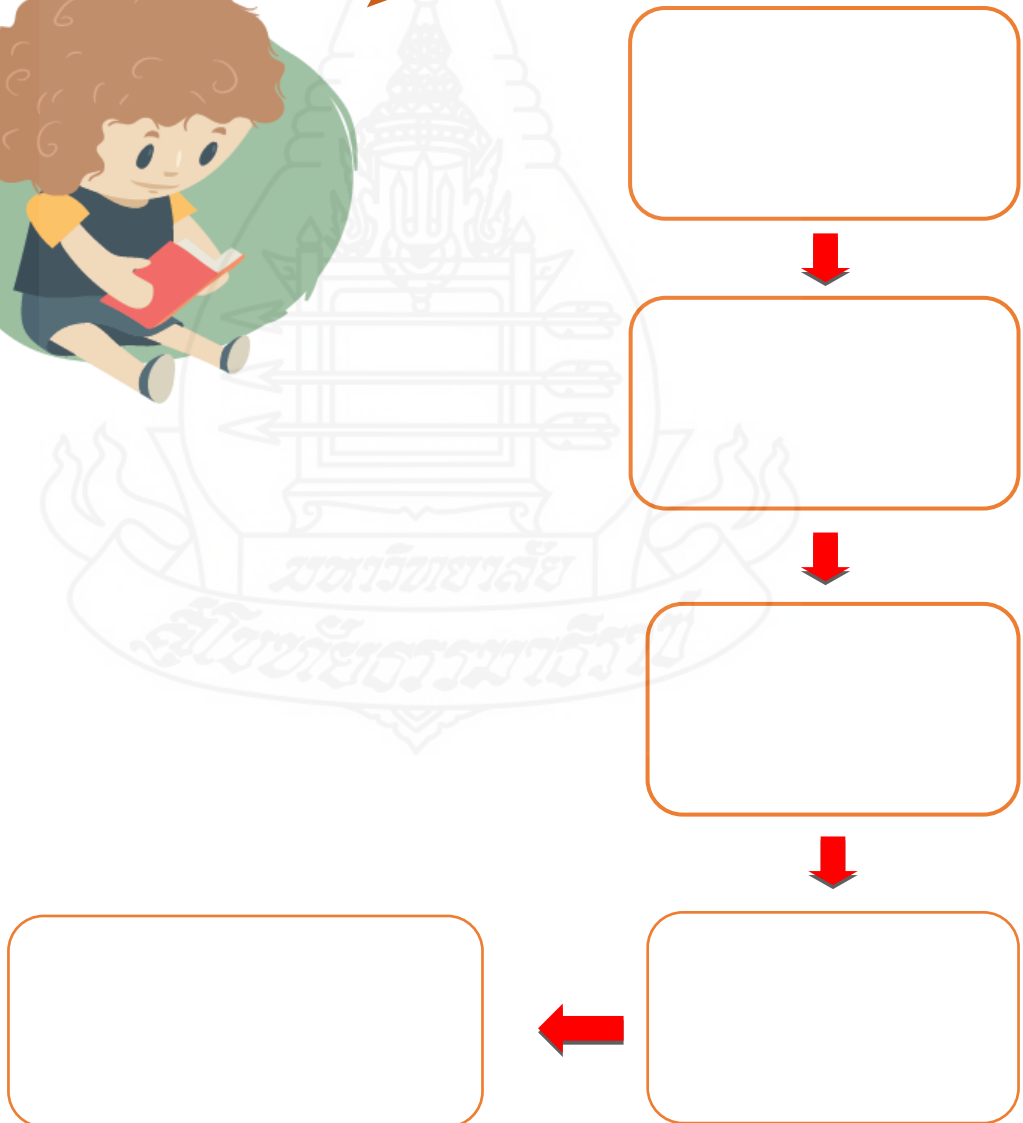
- 1) หน้าที่
- 2) หน้าที่
- 3) หน้าที่
- 4) หน้าที่
- 5) หน้าที่
- 6) หน้าที่
- 7) หน้าที่
- 8) หน้าที่



ให้นักเรียนร่วมกันกำหนดขั้นตอนวิธีการ
สร้าง รถที่มีพลัง (Power Car) และ
ร่วมกันออกแบบรูปร่าง รถที่มีพลัง (Power
Car) พร้อมบันทึกผลหลังจากการสร้าง
ชิ้นงาน และบอกวิธีปรับปรุงชิ้นงานของแต่ละ
กลุ่ม



ลองวางแผนขั้นตอนวิธีการสร้าง
รถที่มีพลัง (Power Car) กันเถอะ





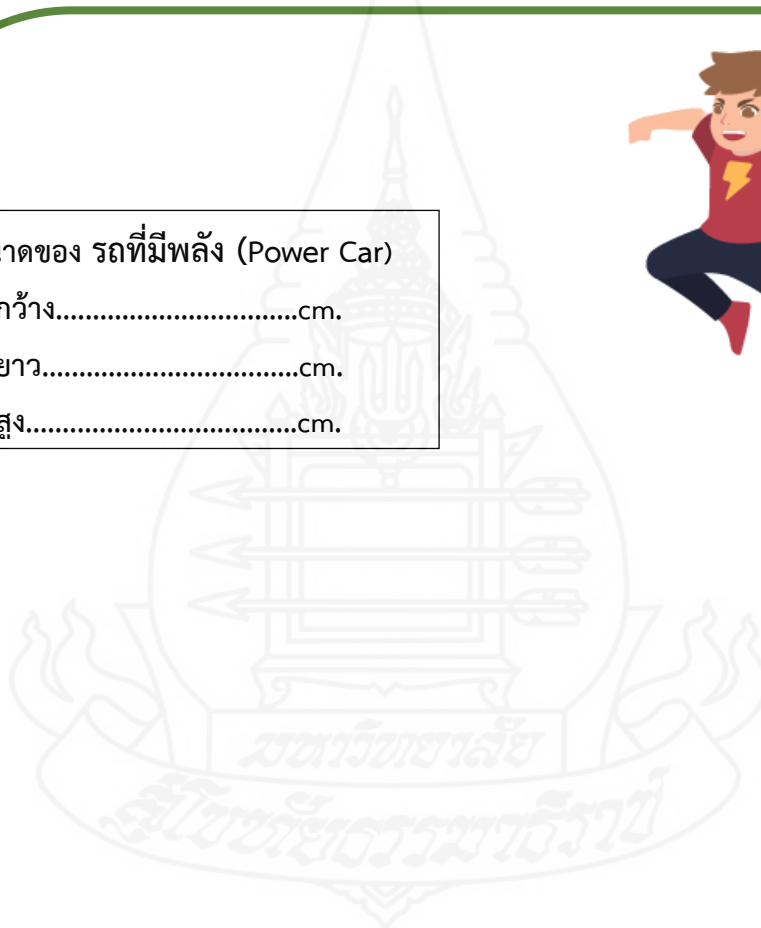
ถ้าหากมีวัสดุ อุปกรณ์ที่กำหนดให้ดังนี้
 ขวดน้ำพลาสติก กรรไกร ปืนกาว ฝาขวดน้ำ ริงถ่านแบบใช้ถ่าน 2 ก้อน สายไฟ
 คัตเตอร์ กระดาษสี ถ่าน มอเตอร์ ไม้เสียบลูกชิ้น เทปพันสายไฟ ดินน้ำมัน
 นักเรียนจะออกแบบ รถที่มีพลัง (Power Car) อย่างไร แล้วหากมีปัญหาจะแก้ปัญหอย่างไร

ขนาดของ รถที่มีพลัง (Power Car)

กว้าง.....cm.

ยาว.....cm.

สูง.....cm.





หลังจากที่ทำการสร้าง รถที่มีพลัง (Power Car) ไปแล้วนั้น เป็นไปตามแผนที่วางไว้หรือไม่ และ ผลเป็นอย่างไร

ผลที่ได้จากการสร้าง Power Car



● ปัญหาที่พบจากการสร้าง Power Car ●

● วิธีแก้ปัญหา/วิธีปรับปรุงผลงาน ●

ประเมินการปฏิบัติกิจกรรมของนักเรียนรายบุคคล
 หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 ไฟฟ้า
 แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง รถที่มีพลัง (Power Car)
 แผนการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา (STEM EDUCATION)

คำชี้แจง ให้ครูผู้สอนสังเกตพฤติกรรม ในการปฏิบัติกิจกรรมในใบกิจกรรม โดยให้ระดับคะแนน ลงใน
 ตารางที่ตรงกับพฤติกรรมของผู้เรียน

เลขที่	ชื่อ-สกุล	รายการประเมิน				รวม	สรุปผล ผ่าน/ไม่ผ่าน
		ความสนใจใฝ่เรียน	มีส่วนร่วมภายในกลุ่ม	ในงานแม่เหล็กไฟฟ้า/ใบ กิจกรรม	ความรับผิดชอบ		
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							

ลงชื่อ.....

นางสาวพิทยาภรณ์ ปัญญาหอม

เกณฑ์การให้คะแนนแบบประเมินการปฏิบัติกิจกรรมของนักเรียน

ตัวชี้วัด	ระดับคะแนน			
	4	3	2	1
1. ความสนใจใฝ่เรียนรู้	<ul style="list-style-type: none"> - มีความสนใจและมี ความกระตือรือร้นในการสืบค้นข้อมูล - มีการจดบันทึกสิ่งที่ได้มาอย่างชัดเจนเป็นระบบ - สามารถนำเอาความรู้ที่สืบค้นมาใช้ในการทำกิจกรรมได้ 	<ul style="list-style-type: none"> - มีความสนใจและมี ความกระตือรือร้นการสืบค้นข้อมูล - มีการจดบันทึกสิ่งที่ได้มาอย่างชัดเจนเป็นระบบ 	<ul style="list-style-type: none"> - มีความสนใจและมี ความกระตือรือร้นในการสืบค้นข้อมูล - มีการจดบันทึกไม่เป็นระบบ 	<ul style="list-style-type: none"> - ไม่มีความสนใจและไม่มีความกระตือรือร้นในการเรียน
2. การมีส่วนร่วมภายในกลุ่ม	<ul style="list-style-type: none"> - มีส่วนร่วมในการเรียนตลอดจนจบชั่วโมงเรียน - มีการแสดงความคิดเห็นและรับฟังความคิดเห็นผู้อื่น - มีส่วนในการแก้ปัญหาในกลุ่ม - มีการทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างเป็นระบบ 	<ul style="list-style-type: none"> - มีส่วนร่วมในการเรียนเป็นบางครั้งจนจบชั่วโมงเรียน - มีการแสดงความคิดเห็นและรับฟังความคิดเห็นผู้อื่น - มีส่วนในการแก้ปัญหาในกลุ่ม 	<ul style="list-style-type: none"> - มีส่วนร่วมในการเรียนตลอดจนจบชั่วโมงเรียน - มีการแสดงความคิดเห็นเห็นผู้อื่น 	<ul style="list-style-type: none"> - ไม่มีส่วนร่วมในการเรียนตลอดจนจบชั่วโมงเรียน
3. ใฝ่เรียน/ ใฝ่กิจกรรม	<ul style="list-style-type: none"> - ทำใฝ่เรียนและใฝ่กิจกรรม ทำตามที่ได้รับมอบหมายได้ครบทุกกิจกรรม เสร็จตามเวลาที่กำหนดและผลคะแนนจากการทำใฝ่เรียน 10 คะแนนเต็ม 	<ul style="list-style-type: none"> - ทำใฝ่เรียนและใฝ่กิจกรรม ทำตามที่ได้รับมอบหมายได้ครบทุกกิจกรรมหรือ ขาดใฝ่เรียนได้ไม่เกิน 2 ใฝ่เรียน เสร็จตามเวลาที่กำหนดและผลคะแนนจากการทำใฝ่เรียน ตั้งแต่7-9คะแนน 	<ul style="list-style-type: none"> - ทำใฝ่เรียนและใฝ่กิจกรรม ทำตามที่ได้รับมอบหมายได้ครบทุกกิจกรรมหรือ ขาดใฝ่เรียนได้ไม่เกิน 3 ใฝ่เรียน เสร็จตามเวลาที่กำหนดและผลคะแนนจากการทำใฝ่เรียน ตั้งแต่4-6 คะแนน 	<ul style="list-style-type: none"> - ไม่ทำใฝ่เรียนและใฝ่กิจกรรมตามที่ได้รับมอบหมายได้ครบทุกกิจกรรมหรือ ขาดใฝ่เรียนทุกใฝ่เรียน ไม่เสร็จตามเวลาที่กำหนดและผลคะแนนจากการทำใฝ่เรียนได้ 1-3 คะแนน
4. ความรับผิดชอบ	<ul style="list-style-type: none"> - มีส่วนร่วมกับผู้อื่นในการทำงานกลุ่ม ด้วยความเต็มใจ 	<ul style="list-style-type: none"> - มีส่วนร่วมกับผู้อื่นในการทำงานกลุ่ม ด้วยความเต็มใจ 	<ul style="list-style-type: none"> - มีส่วนร่วมกับผู้อื่นในการทำงานกลุ่ม ด้วยความเต็มใจ 	<ul style="list-style-type: none"> - ไม่มีส่วนร่วมกับผู้อื่นในการทำงานกลุ่ม ด้วยความเต็มใจ

ตัวชี้วัด	ระดับคะแนน			
	4	3	2	1
	- มีความอดทนในการทำผลงาน/ชิ้นงาน - รับผิดชอบต่อหน้าที่ของตัวเอง ตามที่ได้รับ - มีความช่วยเหลือกลุ่มของตนเองด้วยความเต็มใจ	- มีความอดทนในการทำผลงาน/ชิ้นงาน - รับผิดชอบต่อหน้าที่ของตัวเอง ตามที่ได้รับ	- มีความอดทนในการทำผลงาน/ชิ้นงาน	- ไม่มีความอดทนในการทำผลงาน/ชิ้นงาน - ไม่มีความรับผิดชอบต่อหน้าที่ของตัวเอง ตามที่ได้รับ - ไม่มีความช่วยเหลือกลุ่มของตนเองด้วยความเต็มใจ

เกณฑ์การให้คะแนน

ผลงานหรือพฤติกรรมสมบูรณ์ชัดเจน	ให้	4	คะแนน
ผลงานหรือพฤติกรรมมีข้อบกพร่องบางส่วน	ให้	3	คะแนน
ผลงานหรือพฤติกรรมมีข้อบกพร่องเป็นส่วนใหญ่	ให้	2	คะแนน
ผลงานหรือพฤติกรรมมีข้อบกพร่องมาก	ให้	1	คะแนน

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
13-16	ดีมาก
9-12	ดี
5-8	พอใช้
4	ปรับปรุง

แบบประเมินคุณภาพชิ้นงาน (เป็นกลุ่ม)
 หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 ไฟฟ้า
 แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง รถที่มีพลัง (Power Car)
 แผนการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา (STEM EDUCATION)

คำชี้แจง ให้ครูผู้สอนสังเกตชิ้นงานของนักเรียน โดยให้ระดับคะแนน ลงในตารางที่ตรงกับคุณภาพชิ้นงาน
 ของผู้เรียน

ลำดับ	ชื่อ-สกุล	กลุ่มที่	รายการประเมิน				รวม	สรุปผล ผ่าน/ไม่ผ่าน
			คิดค่องแคล่ว	คิดยืดหยุ่น	คิดริเริ่ม	คิดละเอียดลออ		
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								

ลงชื่อ.....

นางสาวพิทยาภรณ์ ปัญญาหอม

เกณฑ์การให้คะแนนแบบประเมินคุณภาพชิ้นงานของนักเรียน

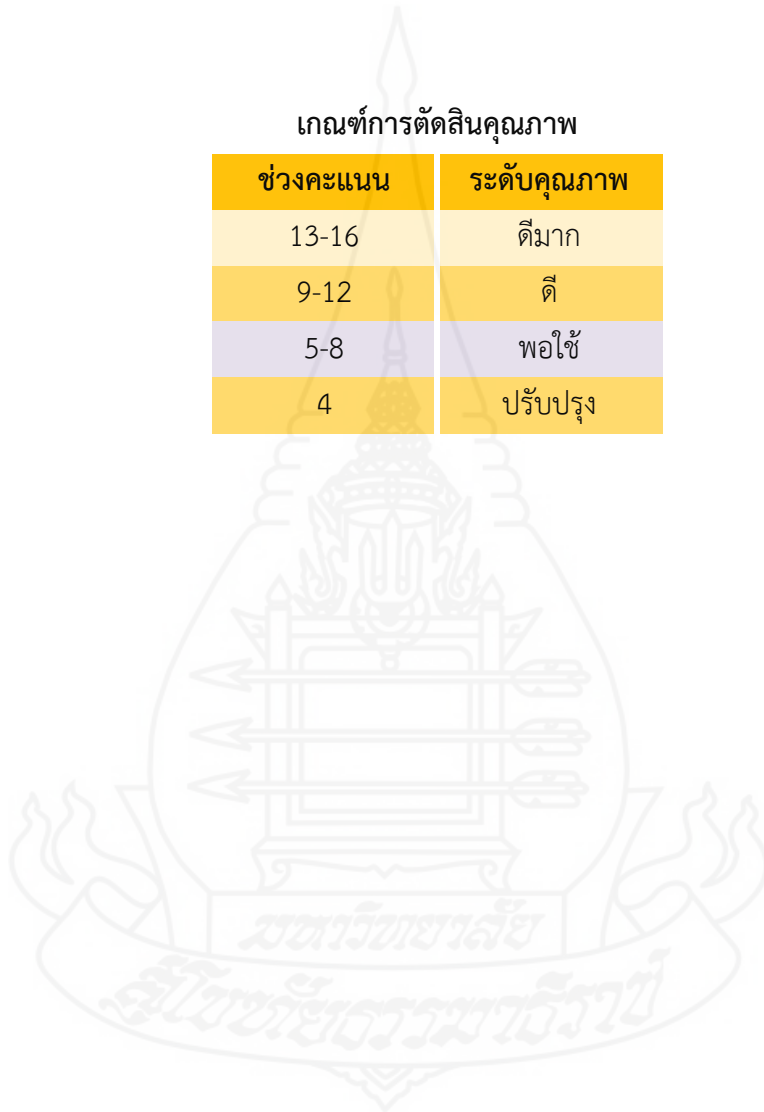
ตัวชี้วัด	ระดับคะแนน			
	4	3	2	1
1. คล่องแคล่ว	ทำงานเสร็จ ตรงตามเวลาที่กำหนด	ทำงานส่งกว่าที่กำหนด 1 ชม	ทำงานส่งกว่าที่กำหนด 1 วัน	ไม่ส่งงานเลย
2. คิดยืดหยุ่น	- มีการนำเสนอผลงานในผลงานได้ถูกต้อง มีการอธิบายข้อมูลให้เห็นความเชื่อมโยงเป็นภาพเป็นลำดับขั้นตอนในการสร้างผลงาน - มีความสร้างสรรค์ - มีการนำความรู้ที่ได้จากการสืบค้นมาประยุกต์ใช้ในการสร้างผลงาน - บอกประโยชน์ของชิ้นงานได้ 4 อย่างขึ้นไป	- มีการนำเสนอผลงานได้ถูกต้อง มีการอธิบายข้อมูลให้เห็นความเชื่อมโยงเป็นภาพเป็นลำดับขั้นตอนในการสร้างผลงาน - มีความสร้างสรรค์ - มีส่วนร่วมในการสร้างผลงานกับกลุ่ม - บอกประโยชน์ของชิ้นงานได้ 3 อย่าง	- มีการนำเสนอผลงานในผลงานได้ถูกต้อง มีการอธิบายข้อมูลให้เห็นความเชื่อมโยงเป็นภาพเป็นลำดับขั้นตอนในการสร้างผลงาน - บอกประโยชน์ของชิ้นงานได้ 1-2 อย่าง	- ไม่มีส่วนร่วมในการเรียนตลอดจนจบชั่วโมงเรียน - ไม่มีการนำเสนอผลงานใดๆ - ไม่สามารถบอกประโยชน์ของชิ้นงานได้
3. คิดริเริ่ม	ผลงานมีความคิดสร้างสรรค์ที่แปลกใหม่ ไม่ซ้ำแบบใคร น่าสนใจ สวยงามจนเกิดเป็นผลงานที่สมบูรณ์และสวยงาม	ผลงานมีแนวคิดที่ดัดแปลงมาจากสิ่งที่เคยมีมาแล้ว มีความน่าสนใจและสวยงาม	ผลงานมีแนวคิดที่ดัดแปลงมาจากสิ่งที่เคยมีมาแล้ว ไม่มีความน่าสนใจ ไม่สวยงาม	ไม่มีความคิดสร้างสรรค์ลอกเพื่อน
4. คิดละเอียดลออ	ชิ้นงานมีความสมบูรณ์ตามแบบที่ร่างไว้ และมีความแข็งแรงคงทน และสามารถบอกรายละเอียดที่น่าสนใจของชิ้นงานได้	ชิ้นงานมีความสมบูรณ์ตามแบบที่ร่างไว้ แต่ไม่มีความแข็งแรงคงทน	ชิ้นงานมีความสมบูรณ์ ไม่เป็นตามแบบที่ร่างไว้ และไม่มีความแข็งแรงคงทน	ชิ้นงานไม่มีความสมบูรณ์ ไม่เป็นตามแบบที่ร่างไว้ และไม่มีควมแข็งแรงคงทนและไม่สามารถบอกรายละเอียดที่น่าสนใจของชิ้นงานได้

เกณฑ์การให้คะแนน

ผลงานหรือพฤติกรรมสมบูรณ์ชัดเจน	ให้	4	คะแนน
ผลงานหรือพฤติกรรมมีข้อบกพร่องบางส่วน	ให้	3	คะแนน
ผลงานหรือพฤติกรรมมีข้อบกพร่องเป็นส่วนใหญ่	ให้	2	คะแนน
ผลงานหรือพฤติกรรมมีข้อบกพร่องมาก	ให้	1	คะแนน

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
13-16	ดีมาก
9-12	ดี
5-8	พอใช้
4	ปรับปรุง



แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์
 หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 ไฟฟ้า
 แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง รถที่มีพลัง (Power Car)
 แผนการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา (STEM EDUCATION)

คำชี้แจง ให้ครูผู้สอนสังเกตชิ้นงานของนักเรียน โดยให้ระดับคะแนน ลงในตารางที่ตรงกับคุณลักษณะอัน
 พึงประสงค์ของผู้เรียน

เลขที่	ชื่อ-สกุล	รายการประเมิน					รวม	สรุปผล ผ่าน/ ไม่ผ่าน
		ใฝ่เรียนรู้			มุ่งมั่นในการทำงาน			
		แสวงหาข้อมูลจากแหล่งการเรียนรู้ต่างๆ	มีการจัดบันทึกความรู้อย่างเป็นระบบ	สรุปความรู้ได้อย่างมีเหตุผล	มีความตั้งใจและพยายามในการทำงานที่ได้รับมอบหมาย	มีความอดทนและไม่ย่อท้อต่ออุปสรรคเพื่อให้งานสำเร็จ		
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								

ลงชื่อ.....

นางสาวพิทยาภรณ์ ปัญญาหอม

เกณฑ์การให้คะแนนแบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์

คุณลักษณะ อันพึงประสงค์ด้าน	รายการประเมิน	ระดับคะแนน			
		4	3	2	1
ใฝ่เรียนรู้	แสวงหาข้อมูลจากแหล่งการเรียนรู้ต่างๆ				
	มีการจดบันทึกความรู้อย่างเป็นระบบ				
	สรุปความรู้ได้อย่างมีเหตุผล				
มุ่งมั่นในการทำงาน	มีความตั้งใจและพยายามในการทำงานที่ได้รับมอบหมาย				
	มีความอดทนและไม่ท้อแท้ต่ออุปสรรคเพื่อให้งานสำเร็จ				

เกณฑ์การให้คะแนน

ผลงานหรือพฤติกรรมสมบูรณ์ชัดเจน	ให้ 4 คะแนน
ผลงานหรือพฤติกรรมมีข้อบกพร่องบางส่วน	ให้ 3 คะแนน
ผลงานหรือพฤติกรรมมีข้อบกพร่องเป็นส่วนใหญ่	ให้ 2 คะแนน
ผลงานหรือพฤติกรรมมีข้อบกพร่องมาก	ให้ 1 คะแนน

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
16 - 20	ดีมาก
11 - 15	ดี
6 - 10	พอใช้
5	ปรับปรุง

บันทึกหลังการสอน

1. ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

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

2. ปัญหา อุปสรรค

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

3. ข้อเสนอแนะ / แนวทางแก้ไข

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

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นางสาวพิทยาภรณ์ ปัญญาหอม)

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

แผนการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา (STEM EDUCATION)

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 ไฟฟ้า	ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561
แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ตะเกียงของนักเดินทาง	เวลา 5 ชั่วโมง
ผู้สอน นางสาวพิทยาภรณ์ ปัญญาหอม	วันที่/...../.....

1. สาระการเรียนรู้ที่นำมาบูรณาการ

วิทยาศาสตร์ (S)

มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด

สาระที่ 5 พลังงาน

มาตรฐาน ว 5.1 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด

ป.6/4 ทดลองและอธิบายการต่อหลอดไฟฟ้าทั้งแบบอนุกรม แบบขนาน และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา ระบุว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายใต้อุปกรณ์และเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น ๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

ตัวชี้วัด

ป.6/1 ตั้งคำถามเกี่ยวกับประเด็นหรือเรื่อง หรือสถานการณ์ ที่จะศึกษา ตามที่กำหนดให้และตามความสนใจ

ป.6/2 วางแผนการสังเกต เสนอการสำรวจตรวจสอบ หรือศึกษาค้นคว้า คาดการณ์ สิ่งที่จะพบจากการสำรวจตรวจสอบ

ป.6/3 เลือกอุปกรณ์ และวิธีการสำรวจตรวจสอบที่ถูกต้องเหมาะสมให้ได้ผลที่ครอบคลุมและเชื่อถือได้

ป.6/4 บันทึกข้อมูลในเชิงปริมาณและคุณภาพ วิเคราะห์ และตรวจสอบผลกับสิ่งที่คาดการณ์ไว้ นำเสนอผลและข้อสรุป

ป.6/6 แสดงความคิดเห็นอย่างอิสระ อธิบาย ลงความเห็นและสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้

ป.6/7. บันทึกและอธิบายผลการสำรวจ ตรวจสอบตามความเป็นจริง มีเหตุผล และมีประจักษ์พยานอ้างอิง

การงานและเทคโนโลยี (T)

มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด

สาระที่ 2 การออกแบบและเทคโนโลยี

มาตรฐาน ง 2.1 เข้าใจเทคโนโลยีและกระบวนการเทคโนโลยีออกแบบและสร้างสิ่งของเครื่องใช้หรือวิธีการตามกระบวนการเทคโนโลยีอย่างมีความคิดสร้างสรรค์เลือกใช้เทคโนโลยีในทางสร้างสรรค์ต่อชีวิต สังคม สิ่งแวดล้อมและมีส่วนร่วมในการจัด การเทคโนโลยีที่ยั่งยืน

ตัวชี้วัด

ป.6/2 สร้างสิ่งของเครื่องใช้ตามความสนใจ อย่างปลอดภัย โดยกำหนดปัญหาหรือความต้องการรวบรวมข้อมูล เลือ่วิธีการ ออกแบบโดยถ่ายทอดความคิดเป็นภาพร่าง 3 มิติหรือแผนที่ความคิดลงมือสร้าง และประเมินผล

ป.6/3 นำความรู้และทักษะการสร้างชิ้นงานไป ประยุกต์ในการสร้างสิ่งของเครื่องใช้

สาระที่ 3 เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร

มาตรฐาน ง 3.1 เข้าใจเห็นคุณค่าและใช้กระบวนการเทคโนโลยีสารสนเทศในการสืบค้นข้อมูลการเรียนรู้ การสื่อสาร การแก้ปัญหา การทำงาน และอาชีพอย่างมีประสิทธิภาพ ประสิทธิผล มีคุณธรรม

ตัวชี้วัด

ป.6/2 ใช้คอมพิวเตอร์ในการค้นหาข้อมูล

วิศวกรรมศาสตร์ (E)

การบูรณาการความรู้จากทางด้านวิศวกรรม จากศาสตร์ต่างๆ เพื่อออกแบบผลงานหรือชิ้นงานเชิงวิศวกรรม

คณิตศาสตร์ (M)

สาระที่ 2 การวัด

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด

ตัวชี้วัด

ป.6/3. หาความยาวรอบรูปและพื้นที่ของรูปวงกลม

สาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

มาตรฐาน ค 6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

ตัวชี้วัด

ป.6/2 ใช้ความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์และเทคโนโลยีในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม

ป.6/5. เชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ

ป.6/6. มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

2. จุดประสงค์การเรียนรู้ เมื่อนักเรียนเรียนเรื่องนี้แล้วนักเรียนสามารถ

1. นักเรียนสามารถอธิบาย การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบขนานได้ (K)
2. นักเรียนสามารถนำประโยชน์ของการต่อวงจรไฟฟ้าแบบขนานไปใช้ประโยชน์ได้ (K)
3. นักเรียนสามารถทำการทดลอง สืบค้นและสร้างสรรค์ชิ้นงาน ตะเกียงของนักเดินทางได้(P)
4. เลือกใช้วัสดุและอุปกรณ์ ได้อย่างเหมาะสม และปลอดภัย (P)
5. คำนวณพื้นที่ของการสร้าง ตะเกียงของนักเดินทาง เพื่อนำไปสู่ความสว่างมากที่สุด (P)
6. นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาวิทยาศาสตร์ และทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ (A)

3.สาระสำคัญ

การต่อวงจรแบบขนาน เป็นการนำเซลล์ไฟฟ้ามาต่อในวงจรไฟฟ้า โดยนำปลายขั้วของไฟฟ้าที่เป็นขั้วเดียวกันมาต่อรวมกันที่จุดใดจุดหนึ่ง แล้วจึงนำไปต่อกับขั้วอีกขั้วหนึ่งของจุดๆหนึ่ง ซึ่งเป็นการต่อความต่างศักย์ของไฟฟ้าที่คร่อมกันอยู่ นอกจากนี้การต่อวงจรไฟฟ้าแบบขนาน จะทำให้กระแสไฟฟ้าไหลได้หลายทิศทาง ซึ่งจะสามารถแยกผ่านอุปกรณ์ในแต่ละอย่างที่สามารถรวมกันได้ ตัวอย่างเช่น หากจะต่อหลอดไฟฟ้าต่างๆ ภายในบ้าน ตามห้องต่างๆ แต่ถ้าหากไฟดวงใดดวงหนึ่งภายในบ้านเกิดความชำรุดเสียหาย ไฟดวงอื่นๆ ภายในบ้านหรือในห้องต่างๆ ก็ยังคงคงติดอยู่

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

1. ความสามารถในการสื่อสาร
2. ความสามารถในการคิด
3. ความสามารถในการแก้ปัญหา
4. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต
5. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี

คุณลักษณะอันพึงประสงค์

ใฝ่เรียนรู้

มุ่งมั่นในการทำงาน

การบูรณาการตามแนวทางสะเต็มศึกษา

S (Science)	T (Technology)	E (Engineering)	M (Mathematics)
การใช้ความรู้ด้านการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบขนานได้	ใช้ในการสืบค้น เพื่อหาข้อมูลต่างๆ เพื่อนำไปออกแบบตะเกียงของนักเดินทาง	กระบวนการในการประดิษฐ์ตะเกียงของนักเดินทาง	การคำนวณหาขนาดในการประดิษฐ์ตะเกียงของนักเดินทางและการคำนวณการใช้วัสดุต่างๆ

5. กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา (Problem Identification)

1. ครูยกตัวอย่างสถานการณ์ ดังนี้ หากนักเรียนเดินทางเข้าไปในป่า เพื่อไปสำรวจพรรณไม้หายากในป่าลึก โดยไปเป็นกลุ่ม จำนวน 8 คน โดยที่มีความจำเป็นที่จะต้องนอนพักกลางป่า เป็นเวลา 1 คืน แต่นักเรียน ทุกคนไม่ได้นำไฟฉายนำติดตัวไปด้วย จากสถานการณ์ดังกล่าวนี้ นักเรียนและเพื่อนๆ จะช่วยกันแก้ปัญหาอย่างไร และนักเรียนมีวิธีที่จะนำอุปกรณ์อะไรมาใช้เพื่อให้เกิดแสงสว่างได้ในเวลากลางคืน

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง (Related Information Search)

1. แบ่งกลุ่มให้นักเรียน ออกเป็น 5 กลุ่ม (โดยคณะเด็ก เก่ง กลาง อ่อน) กลุ่มละ 8 คน ร่วมกันอภิปรายถึงการต่อวงจรไฟฟ้าแบบขนานที่ถูกต้อง เพื่อนำไปสู่การประดิษฐ์ ตะเกียงของนักเดินทาง

2. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันเก็บรวบรวมข้อมูลหรือสืบค้น เพื่อสร้างและออกแบบตะเกียงของนักเดินทาง จากแหล่งค้นคว้าได้แก่ ห้องสมุด ห้องคอมพิวเตอร์ และเครื่องมือ สื่ออุปกรณ์ทางเทคโนโลยีต่าง ๆ เป็นต้น

ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design)

1. ให้นักเรียนร่วมกันวางแผนการใช้ข้อมูลตามที่ได้ไปสืบค้นมาในขั้นที่ 2 นำมาเป็นข้อมูลในการออกแบบการทำตะเกียงของนักเดินทางโดยครูผู้สอน ตั้งคำถามเพื่อเป็นแนวทางกระตุ้นความคิดของนักเรียนดังนี้

1.1 ถ้าหากมีวัสดุอุปกรณ์อย่างจำกัดมาให้ นักเรียนจะสามารถออกแบบ ตะเกียงของนักเดินทางได้อย่างไร และแบบไหนที่จะสามารถให้แสงสว่างได้ดีที่สุด

1.2 นักเรียนจะมีวิธีการออกแบบและการทดลองนำไปใช้อย่างไร

2. ให้นักเรียนร่วมกันออกแบบร่าง และกำหนดขั้นตอนการสร้าง ตะเกียงของนักเดินทาง การเลือกใช้วัสดุตามที่กำหนดมาให้ แล้วออกแบบผลงานร่วมกันลงในใบกิจกรรม ที่ 1 ตะเกียงของนักเดินทาง (ตามความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน) โดยใช้การคำนวณทางคณิตศาสตร์ เข้ามาช่วยในการทำ ตะเกียงของนักเดินทางโดยใช้การวัด การคิดคำนวณ มาประกอบ

ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and Development)

1. ครูแจกอุปกรณ์ตามที่กำหนดให้ดังนี้

ลำดับ	รายการ	จำนวน
1	ถ่าน (ขนาด PP3)	1 ก้อน
2	กรรไกร	1 อัน
3	ปืนกาว	1 อัน
4	สายไฟ	1 ชุด
5	คัตเตอร์	1 อัน
6	กระดาษสี	1 ชุด
7	เทปใส	1อัน
8	ดินน้ำมัน	1ก้อน
9	กระดาษแก้วสีขาว	2 ก้อน
10	ถ้วยกระดาษ	1 อัน
11	ฟิวเจอร์บอร์ด	1 อัน
12	หลอดไฟ LED	4 ดวง

2. นักเรียนสำรวจตรวจสอบวัสดุ ตามที่ครูกำหนดให้ โดยศึกษาจากขั้นตอนและแบบที่ร่างขึ้นไว้ในใบกิจกรรมที่ 1 แล้วทบทวนวิธีการสร้าง ตะเกียงของนักเดินทาง ร่วมกันพร้อมลงมือปฏิบัติ

ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุง (Testing Evaluation and Design Improvement)

1. ชิ้นงานสำเร็จแล้ว ให้แต่ละกลุ่มนำ ตะเกียงของนักเดินทาง ที่ได้ มาทดสอบใช้ความสว่างจากตะเกียงของนักเดินทาง ที่นักเรียนได้สร้างขึ้น หากตะเกียงของนักเดินทาง ของนักเรียนกลุ่มใด มีความสว่างมากกว่า สวยงาม และมีความแข็งแรงคงทน มาที่สุดกลุ่มนั้นเป็นผู้ชนะ โดยให้นักเรียนภายในห้องเรียน เป็นผู้ตัดสิน หากตะเกียงของนักเดินทาง ของนักเรียนกลุ่มใด ขำรุตระหว่างการทดลอง หรือ ให้แสงสว่างได้ไม่ดีเท่าที่ควร ให้ปรับปรุงแก้ไข ภายใน 10 นาที พร้อมบันทึกวิธีการปรับปรุงแก้ไข ลงในใบกิจกรรมที่ 1 ตะเกียงของนักเดินทาง

ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา หรือผลการพัฒนานวัตกรรม (Presentation)

- ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมาแนะนำผลงาน ของตนเองหน้าชั้นเรียน
- โดยที่ครูตั้งคำถามเพื่อให้นักเรียนได้กระตุ้นความคิด ดังนี้
 - การสร้างตะเกียงของนักเดินทางมีขั้นตอนการสร้างอย่างไร
 - เมื่อสร้างเสร็จเรียบร้อยแล้ว นำมาทดลอง ผลเป็นอย่างไร

2.3 ตะเกียงของนักเดินทางมีการปรับปรุงแก้ไขอย่างไร (เมื่อเกิดความชำรุด)

2.4 การต่อวงจรไฟฟ้า ในตะเกียงของนักเดินทางนั้น เป็นอย่างไร

3. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุป ความรู้และหลักการในการทำตะเกียงของนักเดินทางและการต่อวงจรไฟฟ้าแบบขนาน และตอบคำถามลงในใบงาน การต่อวงจรไฟฟ้าแบบขนาน

4. ครูทบทวนและเสริมความรู้เรื่อง การจ่อไฟฟ้าแบบขนานให้กับนักเรียน

6. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. หนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สสวท.
2. ห้องสมุด ห้องคอมพิวเตอร์ และ เอกสารต่างๆ
3. อุปกรณ์ในการทำกิจกรรม
4. ใบกิจกรรม ที่ 1 เรื่อง ตะเกียงของนักเดินทาง
5. ใบงาน การต่อวงจรไฟฟ้า แบบขนาน
6. แบบประเมินความสามารถในการคิดสร้างสรรค์

7. การวัดและประเมินผล

สิ่งที่ต้องประเมิน	รายการประเมิน	เครื่องมือที่ใช้ประเมิน	เกณฑ์การประเมิน
ความรู้ (K)	บอกและอธิบายความหมายของการต่อวงจรแบบขนาน และสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้	แบบประเมินใบงาน การต่อวงจรไฟฟ้าแบบขนาน	ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 ขึ้นไป
ทักษะกระบวนการ (P)	ทำการวางแผนและออกแบบสร้างสรรค์ชิ้นงานได้	- แบบประเมินการปฏิบัติกิจกรรม - แบบประเมินคุณภาพชิ้นงาน	- ผ่านระดับดีขึ้นไป - ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 ขึ้นไป
คุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)	การเข้าร่วมทำกิจกรรมและการใฝ่รู้ใฝ่เรียน	แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์	ผ่านระดับดีขึ้นไป

ใบงาน เรื่องการต่อวงจรไฟฟ้าแบบขนาน


ชื่อ ชั้น เลขที่

คำสั่ง ให้นักเรียน ชีตเครื่องหมาย ✓ หน้าข้อความที่ถูกต้อง และขีดเครื่องหมาย ✗ หน้าข้อความที่ผิด


-1. การต่อวงจรไฟฟ้าแบบขนาน จะทำให้กระแสไฟฟ้าแบ่งออกเป็นหลายทาง
-2. การต่อวงจรไฟฟ้าแบบขนาน ความต่างศักย์ของไฟฟ้าจะคร่อมกันอยู่
-3. หากต่อหลอดไฟแบบขนาน จำนวน 3 ดวง หากหลอดไฟดวงใดดวงหนึ่ง เสียหายก็จะส่งผลทำให้ดวงไฟที่เหลือดับไปด้วย
-4. การต่อวงจรไฟฟ้าภายในบ้านต้องต่อแบบขนาน เพราะจะทำให้อุปกรณ์เครื่องใช้ ภายในบ้านได้รับความต่างศักย์ เท่ากัน
-5. การต่อวงจรแบบขนาน จะมีลักษณะการต่อวงจร เป็นแถวยาวเรียงกันไปเรื่อยๆ โดยมีการนำขั้วบวกไปต่อกับขั้วลบเสมอ
-6. ถ้าหากนำหลอดไฟมาต่อจำนวน 5 ดวง พบว่าการต่อวงจรไฟฟ้าแบบขนานจะให้ความสว่างของหลอดไฟ มีความสว่างมากกว่า การต่อแบบอนุกรม
-7. การต่อหลอดไฟแบบขนานจะทำให้ มีอายุการใช้งานนานกว่าแบบอนุกรม
-8. การต่อเครื่องใช้ภายในบ้าน เป็นการต่อวงจรไฟฟ้าแบบขนาน
-9. เมื่อนำการต่อวงจรทั้งแบบอนุกรมและแบบขนานเข้าไปในวงจรเดียวเรียกว่า การต่อวงจรแบบผสม
-10. การต่อหลอดไฟต้นคริสต์มาส ควรต่อแบบขนานจะดีที่สุด



เฉลย



ใบงาน เรื่องการต่อวงจรไฟฟ้าแบบขนาน



ชื่อ ชั้น เลขที่

คำสั่ง ให้นักเรียน ชีตเครื่องหมาย ✓ หน้าข้อความที่ถูกต้อง และชิตเครื่องหมาย ✗ หน้าข้อความที่ผิด

- ✓ 1. การต่อวงจรไฟฟ้าแบบขนาน จะทำให้กระแสไฟฟ้าแบ่งออกเป็นหลายทาง
- ✓ 2. การต่อวงจรไฟฟ้าแบบขนาน ความต่างศักย์ของไฟฟ้าจะคร่อมกันอยู่
- ✗ 3. หากต่อหลอดไฟแบบขนาน จำนวน 3 ดวง หากหลอดไฟดวงใดดวงหนึ่ง เสียหายก็จะส่งผลทำให้ดวงไฟที่เหลือดับไปด้วย
- ✓ 4. การต่อวงจรไฟฟ้าภายในบ้านต้องต่อแบบขนาน เพราะจะทำให้อุปกรณ์เครื่องใช้ ภายในบ้านได้รับความต่างศักย์ เท่ากัน
- ✗ 5. การต่อวงจรแบบขนาน จะมีลักษณะการต่อวงจร เป็นแถวยาวเรียงกันไปเรื่อยๆ โดยมีการนำขั้วบวกไปต่อกับขั้วลบเสมอ
- ✓ 6. ถ้าหากนำหลอดไฟมาต่อจำนวน 5 ดวง พบว่าการต่อวงจรไฟฟ้าแบบขนานจะทำให้ความสว่างของหลอดไฟ มีความสว่างมากกว่า การต่อแบบอนุกรม
- ✓ 7. การต่อหลอดไฟแบบขนานจะทำให้ มีอายุการใช้งานนานกว่าแบบอนุกรม
- ✓ 8. การต่อเครื่องใช้ภายในบ้าน เป็นการต่อวงจรไฟฟ้าแบบขนาน
- ✓ 9. เมื่อนำการต่อวงจรทั้งแบบอนุกรมและแบบขนานเข้าไปในวงจรเดียวเรียกว่า การต่อวงจรแบบผสม
- ✗ 10. การต่อหลอดไฟต้นคริสต์มาส ควรต่อแบบขนานจะดีที่สุด



เกณฑ์การประเมินใบงาน

(ผ่านที่ 6 คะแนนหรือมากกว่า 6 คะแนนขึ้นไป (ร้อยละ60) ผ่านเกณฑ์ประเมิน)

เกณฑ์	คะแนน	ผ่านเกณฑ์ / ไม่ผ่านเกณฑ์
ได้คะแนน 10 คะแนน	10	✓
ได้คะแนน 9 คะแนน	9	✓
ได้คะแนน 8 คะแนน	8	✓
ได้คะแนน 7 คะแนน	7	✓
ได้คะแนน 6 คะแนน	6	✓
ได้คะแนน 5 คะแนน	5	✗
ได้คะแนน 4 คะแนน	4	✗
ได้คะแนน 3 คะแนน	3	✗
ได้คะแนน 2 คะแนน	2	✗
ได้คะแนน 1 คะแนน	1	✗





ใบกิจกรรม ที่ 1 เรื่อง ตะเกียงของนักเดินทาง



คำชี้แจง ให้นักเรียนรวมกลุ่มกัน กลุ่มละ 8 คน เพื่อร่วมกันระดมความคิดตามใบกิจกรรมที่กำหนดให้ต่อไป

ชื่อกลุ่ม

สมาชิก

- 1) หน้าที
- 2) หน้าที
- 3) หน้าที
- 4) หน้าที
- 5) หน้าที
- 6) หน้าที
- 7) หน้าที
- 8) หน้าที



ให้นักเรียนร่วมกันกำหนดขั้นตอนวิธีการประดิษฐ์ ตะเกียงของนักเดินทาง และ ร่วมกันออกแบบรูปร่าง ตะเกียงของนักเดินทาง พร้อมบันทึกผลหลังจากการสร้างชิ้นงาน และบอกวิธีปรับปรุงชิ้นงานของแต่ละกลุ่ม ด้วยนะจ๊ะ



ลองวางแผนขั้นตอนวิธีการประดิษฐ์ ตะเกียง
ของนักเดินทาง กันนะจ๊ะ!!!





ถ้าหากมีวัสดุ อุปกรณ์ที่กำหนดให้ดังนี้

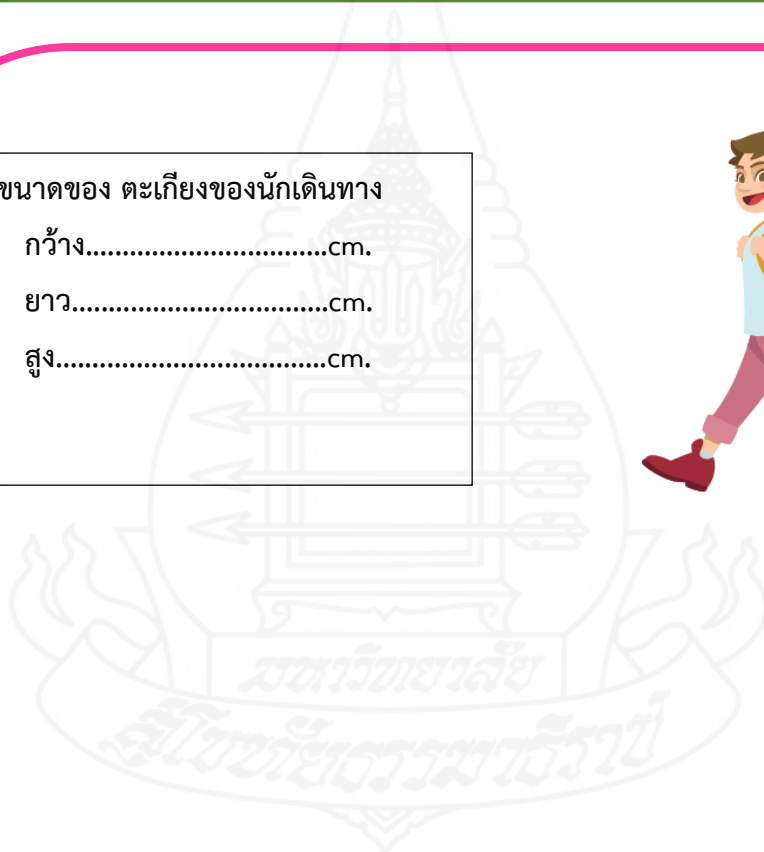
ถ่าน (ขนาด PP3) กรรไกร ปืนกาว สายไฟ คัตเตอร์ กระดาษสี เทปใส แก้ว
พลาสติก ฟิวเจอร์บอร์ด หลอดไฟ นักเรียนจะออกแบบ ตะเกียงของนักเดินทาง
อย่างไร แล้วหากมีปัญหาจะแก้ปัญหอย่างไร

ขนาดของ ตะเกียงของนักเดินทาง

กว้าง.....cm.

ยาว.....cm.

สูง.....cm.



ประเมินการปฏิบัติกิจกรรมของนักเรียนรายบุคคล
 หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 ไฟฟ้า
 แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ตะเกียงของนักเดินทาง
 แผนการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา (STEM EDUCATION)

คำชี้แจง ให้ครูผู้สอนสังเกตพฤติกรรม ในการปฏิบัติกิจกรรมในใบกิจกรรม โดยให้ระดับคะแนน ลงใน
 ตารางที่ตรงกับพฤติกรรมของผู้เรียน

เลขที่	ชื่อ-สกุล	รายการประเมิน				รวม	สรุปผล ผ่าน/ไม่ผ่าน
		ความสนใจใฝ่เรียน	มีส่วนร่วมภายในกลุ่ม	ในงานแม่เหล็กไฟฟ้า/ใบ กิจกรรม	ความรับผิดชอบ		
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							

ลงชื่อ.....

นางสาวพิทยาภรณ์ ปัญญาหอม

เกณฑ์การให้คะแนนแบบประเมินการปฏิบัติกิจกรรมของนักเรียน

ตัวชี้วัด	ระดับคะแนน			
	4	3	2	1
1. ความสนใจ ใฝ่เรียนรู้	<ul style="list-style-type: none"> - มีความสนใจและมี ความกระตือรือร้นในการ สืบค้นข้อมูล - มีการจดบันทึกสิ่งที่ ได้มาอย่างชัดเจนเป็น ระบบ - สามารถนำเอาความรู้ที่ สืบค้นมาใช้ในการทำ กิจกรรมได้ 	<ul style="list-style-type: none"> - มีความสนใจและมี ความกระตือรือร้น ในการสืบค้นข้อมูล - มีการจดบันทึกสิ่งที่ ได้มาอย่างชัดเจนเป็น ระบบ 	<ul style="list-style-type: none"> - มีความสนใจและ มีความกระตือรือร้นใน การสืบค้นข้อมูล - มีการจดบันทึกไม่เป็น ระบบ 	<ul style="list-style-type: none"> - ไม่มีความสนใจและไม่ มีความกระตือรือร้น ในการเรียน
2. การมีส่วนร่วม ภายใน กลุ่ม	<ul style="list-style-type: none"> - มีส่วนร่วมในการเรียน ตลอดจนจบชั่วโมงเรียน - มีการแสดงความคิดเห็น และรับฟังความคิดเห็น ผู้อื่น - มีส่วนในการแก้ปัญหา ในกลุ่ม - มีการทำงานร่วมกับ ผู้อื่นอย่างเป็นระบบ 	<ul style="list-style-type: none"> - มีส่วนร่วมในการ เรียนเป็นบางครั้งจน จบชั่วโมงเรียน - มีการแสดงความคิดเห็น และรับฟังความ คิดเห็นผู้อื่น - มีส่วนในการ แก้ปัญหาในกลุ่ม 	<ul style="list-style-type: none"> - มีส่วนร่วมในการเรียน ตลอดจนจบชั่วโมง เรียน - มีการแสดงความคิดเห็น และรับฟังความ คิดเห็นผู้อื่น 	<ul style="list-style-type: none"> - ไม่มีส่วนร่วมในการ เรียนตลอดจนจบ ชั่วโมงเรียน
3. ใฝ่งาน/ ใฝ่กิจกรรม	<ul style="list-style-type: none"> - ทำใฝ่งานและใฝ่กิจ กรรม ทำตามที่ได้รับ มอบหมายได้ครบทุก กิจกรรม เสร็จตามเวลาที่ กำหนดและผลคะแนน จากการทำใฝ่งาน 10 คะแนนเต็ม 	<ul style="list-style-type: none"> - ทำใฝ่งานและใฝ่กิจ กรรม ทำตามที่ได้รับ มอบหมายได้ครบทุก กิจกรรมหรือ ขาด ใฝ่งานได้ไม่เกิน 2 ใฝ่ งาน เสร็จตามเวลาที่ กำหนดและผล คะแนนจากการทำ ใฝ่งาน ตั้งแต่ 7-9 คะแนน 	<ul style="list-style-type: none"> - ทำใฝ่งานและใฝ่กิจ กรรม ทำตามที่ได้รับ มอบหมายได้ครบทุก กิจกรรมหรือ ขาดใฝ่ งานได้ไม่เกิน 3 ใฝ่งาน เสร็จตามเวลาที่กำหนด และผลคะแนนจากการ ทำใฝ่งาน ตั้งแต่4-6 คะแนน 	<ul style="list-style-type: none"> - ไม่ทำใฝ่งานและใฝ่ กิจกรรมตามที่ได้รับ มอบหมายได้ครบทุก กิจกรรมหรือ ขาด ใฝ่งานทุกใฝ่งาน ไม่เสร็จตามเวลาที่ กำหนดและผล คะแนนจากการทำใฝ่ งานได้ 1-3 คะแนน
4. ความ รับผิดชอบ	<ul style="list-style-type: none"> - มีส่วนร่วมกับผู้อื่นใน การทำงานกลุ่ม ด้วย ความเต็มใจ 	<ul style="list-style-type: none"> - มีส่วนร่วมกับผู้อื่น ในการทำงานกลุ่ม ด้วยความเต็มใจ 	<ul style="list-style-type: none"> - มีส่วนร่วมกับผู้อื่นใน การทำงานกลุ่ม ด้วย ความเต็มใจ 	<ul style="list-style-type: none"> - ไม่มีส่วนร่วมกับ ผู้อื่นในการทำงาน กลุ่ม ด้วยความเต็มใจ

ตัวชี้วัด	ระดับคะแนน			
	4	3	2	1
	<ul style="list-style-type: none"> - มีความอดทนในการทำผลงาน/ชิ้นงาน - รับผิดชอบต่อหน้าที่ของตนเอง ตามที่ได้รับ - มีความช่วยเหลือกลุ่มของตนเองด้วยความเต็มใจ 	<ul style="list-style-type: none"> - มีความอดทนในการทำผลงาน/ชิ้นงาน - รับผิดชอบต่อหน้าที่ของตนเอง ตามที่ได้รับ 	<ul style="list-style-type: none"> - มีความอดทนในการทำผลงาน/ชิ้นงาน 	<ul style="list-style-type: none"> - ไม่มีความอดทนในการทำผลงาน/ชิ้นงาน - ไม่มีความรับผิดชอบต่อหน้าที่ของตนเอง ตามที่ได้รับ - ไม่มีความช่วยเหลือกลุ่มของตนเองด้วยความเต็มใจ

เกณฑ์การให้คะแนน

ผลงานหรือพฤติกรรมสมบูรณ์ชัดเจน	ให้ 4 คะแนน
ผลงานหรือพฤติกรรมมีข้อบกพร่องบางส่วน	ให้ 3 คะแนน
ผลงานหรือพฤติกรรมมีข้อบกพร่องเป็นส่วนใหญ่	ให้ 2 คะแนน
ผลงานหรือพฤติกรรมมีข้อบกพร่องมาก	ให้ 1 คะแนน

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
13-16	ดีมาก
9-12	ดี
5-8	พอใช้
4	ปรับปรุง

แบบประเมินคุณภาพชิ้นงาน (เป็นกลุ่ม)
 หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 ไฟฟ้า
 แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ตะเกียงของนักเดินทาง
 แผนการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา (STEM EDUCATION)

คำชี้แจง ให้ครูผู้สอนสังเกตชิ้นงานของนักเรียน โดยให้ระดับคะแนน ลงในตารางที่ตรงกับคุณภาพชิ้นงาน
 ของผู้เรียน

ลำดับ	ชื่อ-สกุล	กลุ่มที่	รายการประเมิน				รวม	สรุปผล ผ่าน/ไม่ผ่าน
			คิดค่องแคล่ว	คิดยืดหยุ่น	คิดริเริ่ม	คิดละเอียดลออ		
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								

ลงชื่อ.....

นางสาวพิทยาภรณ์ ปัญญาหอม

เกณฑ์การให้คะแนนแบบประเมินคุณภาพชิ้นงานของนักเรียน

ตัวชี้วัด	ระดับคะแนน			
	4	3	2	1
1. คิดคล่องแคล่ว	ทำงานเสร็จ ตรงตามเวลาที่กำหนด	ทำงานส่งกว่าที่กำหนด 1 ชม	ทำงานส่งกว่าที่กำหนด 1 วัน	ไม่ส่งงานเลย
2. คิดยืดหยุ่น	- มีการนำเสนอผลงานในผลงานได้ถูกต้อง มีการอธิบายข้อมูลให้เห็นความเชื่อมโยงเป็นภาพเป็นลำดับขั้นตอนในการสร้างผลงาน - มีความสร้างสรรค์ - มีการนำความรู้ที่ได้จากการสืบค้นมาประยุกต์ใช้ในการสร้างผลงาน - บอกประโยชน์ของชิ้นงานได้ 4 อย่างขึ้นไป	- มีการนำเสนอผลงานได้ถูกต้อง มีการอธิบายข้อมูลให้เห็นความเชื่อมโยงเป็นภาพเป็นลำดับขั้นตอนในการสร้างผลงาน - มีความสร้างสรรค์ - มีส่วนร่วมในการสร้างผลงานกับกลุ่ม - บอกประโยชน์ของชิ้นงานได้ 3 อย่าง	- มีการนำเสนอผลงานในผลงานได้ถูกต้อง มีการอธิบายข้อมูลให้เห็นความเชื่อมโยงเป็นภาพเป็นลำดับขั้นตอนในการสร้างผลงาน - บอกประโยชน์ของชิ้นงานได้ 1-2 อย่าง	- ไม่มีส่วนร่วมในการเรียนตลอดจนจบชั่วโมงเรียน - ไม่มีการนำเสนอผลงานใดๆ - ไม่สามารถบอกประโยชน์ของชิ้นงานได้
3. คิดริเริ่ม	ผลงานมีความคิดสร้างสรรค์ที่แปลกใหม่ ไม่ซ้ำแบบใคร น่าสนใจ สวยงามจนเกิดเป็นผลงานที่สมบูรณ์และสวยงาม	ผลงานมีแนวคิดที่ดัดแปลงมาจากสิ่งที่เคยมีมาแล้ว มีความน่าสนใจและสวยงาม	ผลงานมีแนวคิดที่ดัดแปลงมาจากสิ่งที่เคยมีมาแล้ว ไม่มีความน่าสนใจ ไม่สวยงาม	ไม่มีความคิดสร้างสรรค์ลอกเพื่อน
4. คิดละเอียดลออ	ชิ้นงานมีความสมบูรณ์ตามแบบที่ร่างไว้ และมีความแข็งแรงคงทน และสามารถบอกรายละเอียดที่น่าสนใจของชิ้นงานได้	ชิ้นงานมีความสมบูรณ์ตามแบบที่ร่างไว้ แต่ไม่มีความแข็งแรงคงทน	ชิ้นงานมีความสมบูรณ์ ไม่เป็นตามแบบที่ร่างไว้ และไม่มีความแข็งแรงคงทน	ชิ้นงานไม่มีความสมบูรณ์ ไม่เป็นตามแบบที่ร่างไว้ และไม่มีความแข็งแรงคงทนและไม่สามารถบอกรายละเอียดที่น่าสนใจของชิ้นงานได้

เกณฑ์การให้คะแนน

ผลงานหรือพฤติกรรมสมบูรณ์ชัดเจน	ให้ 4 คะแนน
ผลงานหรือพฤติกรรมมีข้อบกพร่องบางส่วน	ให้ 3 คะแนน
ผลงานหรือพฤติกรรมมีข้อบกพร่องเป็นส่วนใหญ่	ให้ 2 คะแนน
ผลงานหรือพฤติกรรมมีข้อบกพร่องมาก	ให้ 1 คะแนน

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
13-16	ดีมาก
9-12	ดี
5-8	พอใช้
4	ปรับปรุง



แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์
 หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 ไฟฟ้า
 แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ตะเกียงของนักเดินทาง
 แผนการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา (STEM EDUCATION)

คำชี้แจง ให้ครูผู้สอนสังเกตชิ้นงานของนักเรียน โดยให้ระดับคะแนน ลงในตารางที่ตรงกับคุณลักษณะอัน
 พึงประสงค์ ของผู้เรียน

เลขที่	ชื่อ-สกุล	รายการประเมิน				รวม	สรุปผล ผ่าน/ ไม่ผ่าน
		ไฟเรียนรู้		มุ่งมั่นในการทำงาน			
		แสวงหาข้อมูลจากแหล่งการเรียนรู้ ต่างๆ	มีการจัดบันทึกความรู้อย่างเป็นระบบ	สรุปความรู้ได้อย่างมีเหตุผล	มีความตั้งใจและพยายามในการทำงาน ที่ได้รับมอบหมาย		
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							

ลงชื่อ.....

นางสาวพิทยาภรณ์ ปัญญาหอม

เกณฑ์การให้คะแนนแบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์

คุณลักษณะ อันพึงประสงค์ ด้าน	รายการประเมิน	ระดับคะแนน			
		4	3	2	1
ใฝ่เรียนรู้	แสวงหาข้อมูลจากแหล่งการเรียนรู้ต่างๆ				
	มีการจดบันทึกความรู้อย่างเป็นระบบ				
	สรุปความรู้ได้อย่างมีเหตุผล				
มุ่งมั่นในการทำงาน	มีความตั้งใจและพยายามในการทำงานที่ได้รับมอบหมาย				
	มีความอดทนและไม่ท้อแท้ต่ออุปสรรคเพื่อให้งานสำเร็จ				

เกณฑ์การให้คะแนน

ผลงานหรือพฤติกรรมสมบูรณ์ชัดเจน	ให้ 4 คะแนน
ผลงานหรือพฤติกรรมมีข้อบกพร่องบางส่วน	ให้ 3 คะแนน
ผลงานหรือพฤติกรรมมีข้อบกพร่องเป็นส่วนใหญ่	ให้ 2 คะแนน
ผลงานหรือพฤติกรรมมีข้อบกพร่องมาก	ให้ 1 คะแนน

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
16 - 20	ดีมาก
11 - 15	ดี
6 - 10	พอใช้
5	ปรับปรุง

บันทึกหลังการสอน

1. ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

.....

2. ปัญหา อุปสรรค

.....

.....

.....

.....

.....

3. ข้อเสนอแนะ / แนวทางแก้ไข

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นางสาวพิทยาภรณ์ ปัญญาหอม)

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

แผนการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา (STEM EDUCATION)

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 ไฟฟ้า

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561

แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง เครื่องปรับอากาศดีบร้อน

เวลา 5 ชั่วโมง

ผู้สอน นางสาวพิทยาภรณ์ ปัญญาหอม

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

1. สาระการเรียนรู้ที่นำมาบูรณาการ

วิทยาศาสตร์ (S)

มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด

สาระที่ 5 พลังงาน

มาตรฐาน ว 5.1 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด

ป.6/5 ทดลองและอธิบายการเกิดสนามแม่เหล็กรอบสายไฟที่มีกระแสไฟฟ้าผ่าน และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอนสามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายใต้อุปกรณ์และเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น ๆ เข้าใจว่า วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

ตัวชี้วัด

ป.6/1 ตั้งคำถามเกี่ยวกับประเด็นหรือเรื่องหรือสถานการณ์ที่จะศึกษาตามที่กำหนดให้และตามความสนใจ

ป.6/2 วางแผนการสังเกต เสนอการสำรวจตรวจสอบ หรือศึกษาค้นคว้า คาดการณ์ สิ่งที่จะพบจากการสำรวจตรวจสอบ

ป.6/3 เลือกอุปกรณ์และวิธีการสำรวจตรวจสอบที่ถูกต้องเหมาะสมให้ได้ผลที่ครอบคลุมและเชื่อถือได้

ป.6/4 บันทึกข้อมูลในเชิงปริมาณและคุณภาพ วิเคราะห์ และตรวจสอบผลกับสิ่งที่คาดการณ์ไว้ นำเสนอผลและข้อสรุป

ป.6/6 แสดงความคิดเห็นอย่างอิสระอธิบายลงความเห็นและสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้

ป.6/7 บันทึกและอธิบายผลการสำรวจ ตรวจสอบตามความเป็นจริง มีเหตุผล และมีประจักษ์พยานอ้างอิง

การงานและเทคโนโลยี (T)

มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด

สาระที่ 2 การออกแบบและเทคโนโลยี

มาตรฐาน ง 2.1 เข้าใจเทคโนโลยีและกระบวนการเทคโนโลยี ออกแบบและสร้างสิ่งของเครื่องใช้หรือวิธีการ ตามกระบวนการเทคโนโลยีอย่างมีความคิดสร้างสรรค์เลือกใช้เทคโนโลยีในทางสร้างสรรค์ต่อชีวิต สังคม สิ่งแวดล้อม และมีส่วนร่วมในการจัดการเทคโนโลยีที่ยั่งยืน

ตัวชี้วัด

ป.6/2 สร้างสิ่งของเครื่องใช้ตามความสนใจ อย่างปลอดภัย โดยกำหนดปัญหา หรือความต้องการ รวบรวมข้อมูล เลือกรูปแบบ ออกแบบโดยถ่ายทอดความคิดเป็นภาพร่าง 3 มิติ หรือแผนที่ความคิด ลงมือสร้าง และประเมินผล

ป.6/3 นำความรู้และทักษะการสร้างขึ้นงานไป ประยุกต์ในการสร้างสิ่งของเครื่องใช้

สาระที่ 3 เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร

มาตรฐาน ง 3.1 เข้าใจ เห็นคุณค่า และใช้กระบวนการเทคโนโลยีสารสนเทศในการสืบค้นข้อมูล การเรียนรู้ การสื่อสาร การแก้ปัญหา การทำงาน และอาชีพอย่างมีประสิทธิภาพ ประสิทธิผล มีคุณธรรม

ตัวชี้วัด

ป.6/2 ใช้คอมพิวเตอร์ในการค้นหาข้อมูล

วิศวกรรมศาสตร์ (E)

การบูรณาการความรู้จากทางด้านวิศวกรรม จากศาสตร์ต่างๆ เพื่อออกแบบผลงานหรือชิ้นงานเชิงวิศวกรรม

คณิตศาสตร์ (M)

สาระที่ 2 การวัด

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด

ตัวชี้วัด

ป.6/3 หาความยาวรอบรูปและพื้นที่ของรูปวงกลม

สาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

มาตรฐาน ค.6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

ตัวชี้วัด

ป.6/2 ใช้ความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์และเทคโนโลยีในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม

ป.6/5 เชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ

ป.6/6 มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

2. จุดประสงค์การเรียนรู้ เมื่อนักเรียนเรียนเรื่องนี้แล้วนักเรียนสามารถ

1. บอกและอธิบาย ลักษณะเฉพาะของแม่เหล็ก แม่เหล็กไฟฟ้า แรงแม่เหล็ก และแรงดึงดูดและแรงผลักรัน ระหว่างขั้วแม่เหล็ก (K)
2. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแม่เหล็กไฟฟ้ากับจำนวนรอบและขนาดของแม่เหล็กไฟฟ้าได้ (K)
3. นำประโยชน์ของแม่เหล็กไฟฟ้าไปใช้ประโยชน์ได้ในชีวิตประจำวัน (K)
4. ทำการทดลองสืบค้นและสร้างสรรค์ชิ้นงาน เครื่องปรับอากาศตัวร้อน (P)
5. เลือกใช้วัสดุและอุปกรณ์ ในการประดิษฐ์ เครื่องปรับอากาศตัวร้อน ได้อย่างเหมาะสม และปลอดภัย (P)
6. คำนวณพื้นที่ของการประดิษฐ์ เครื่องปรับอากาศตัวร้อน เพื่อนำไปสู่การประดิษฐ์ เครื่องปรับอากาศตัวร้อนให้มีประสิทธิภาพมากที่สุด (P)
7. นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาวิทยาศาสตร์ และทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ (A)

3. สารสำคัญ

แม่เหล็กกับไฟฟ้า มีสมบัติที่คล้ายกันคือ แม่เหล็ก จะสามารถดูดวัตถุบางชนิดได้ มีสองขั้ว (ขั้วเหนือและขั้วใต้) ซึ่งขั้วที่เหมือนกันจะผลักรัน ส่วนขั้วที่ต่างกันจะดูดกัน ซึ่งคล้ายกับไฟฟ้า จะมีประจุบวกและประจุลบ ซึ่งจะดูดกันเมื่อมีประจุที่ต่างกันและจะดูดกัน แต่หากประจุไฟฟ้าชนิดกันจะผลักรัน แม่เหล็กไฟฟ้า เกิดจากการมีกระแสไฟฟ้า ไหลผ่านขดลวดที่พันรอบแท่งแม่เหล็ก จะเกิดอำนาจแม่เหล็กขึ้นรอบขดลวด แล้วเหนี่ยวนำแท่งเหล็กเป็นแม่เหล็ก นอกจากนี้แม่เหล็กไฟฟ้า ยังมีประโยชน์อยู่มากมายหลายอย่าง โดยสามารถเอามาเป็นส่วนประกอบของเครื่องใช้ไฟฟ้าและอุปกรณ์ไฟฟ้าหลายชนิด เช่น ปั่นจักรยาน เศษเหล็ก กระดิ่งไฟฟ้า โทรศัพท์ และ มอเตอร์ เป็นต้น

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

1. ความสามารถในการสื่อสาร
2. ความสามารถในการคิด
3. ความสามารถในการแก้ปัญหา
4. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต
5. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี

คุณลักษณะอันพึงประสงค์

ใฝ่เรียนรู้

มุ่งมั่นในการทำงาน

การบูรณาการตามแนวทางสะเต็มศึกษา

S (Science)	T (Technology)	E (Engineering)	M (Mathematics)
การใช้ความรู้ด้านแม่เหล็กไฟฟ้ามาใช้	ใช้ในการสืบค้น เพื่อหาข้อมูลต่างๆ เพื่อนำไปออกแบบเครื่องปรับอากาศตัวร้อน	กระบวนการในการประดิษฐ์เครื่องปรับอากาศตัวร้อน	การคำนวณหาพื้นที่ขนาดในการประดิษฐ์เครื่องปรับอากาศตัวร้อน

5. กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา (Problem Identification)

1. ครูอภิปรายถึงประโยชน์ของแม่เหล็กไฟฟ้า ที่นำมาใช้ในอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า และอุปกรณ์ต่างๆ ที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ในชีวิตประจำวัน โดยใช้คำถาม ดังนี้

1.1 ให้นักเรียนยกตัวอย่างประโยชน์ของแม่เหล็กไฟฟ้า ที่นำมาใช้ประกอบเป็นเครื่องใช้ไฟฟ้า ว่ามีอะไรบ้าง (ปั่นจั่น เครื่องยกเศษเหล็ก กระดิงไฟฟ้า ลำโพง โทรศัพท ยานพาหนะเพื่อใช้ในการคมนาคม)

2. ครูยกประเด็นเกี่ยวกับ รถไฟความเร็วสูงหรือรถราง ที่มีแม่เหล็กติดอยู่บริเวณใต้ท้องรถไฟความเร็วสูงหรือรถราง นั้นว่าประโยชน์ของแม่เหล็กนั้นเกี่ยวข้องกับ หรือมีความสำคัญอย่างไร กับ รถไฟความเร็วสูงหรือรถราง โดยมีคำถาม ดังนี้

2.1 เพราะเหตุใดนำแม่เหล็กมาเป็นส่วนประกอบของ รถไฟความเร็วสูงหรือรถราง (เนื่องจาก แม่เหล็กเป็นขั้วเดียวกัน จะผลักกันจึงทำให้ รถไฟความเร็วสูงหรือรถราง ลอยขึ้นเหนือราง จึงทำให้ลดแรงเสียดทานลงด้วย)

2.2 นักเรียนคิดว่าเครื่องใช้ภายในบ้านอะไรบ้าง ที่มีมอเตอร์ไฟฟ้าเป็นส่วนประกอบ (โทรทัศน์ พัดลม เครื่องตัดหญ้า เป็นต้น)

3. จากความรู้ในเรื่องแม่เหล็กไฟฟ้า และประโยชน์ของแม่เหล็กไฟฟ้า หากนักเรียนต้องการออกแบบ เครื่องปรับอากาศตัวร้อน นักเรียนจะสามารถออกแบบอย่างไร เพื่อให้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้และมีความแข็งแรงทนทานที่สุด

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง (Related Information Search)

1. แบ่งกลุ่มให้นักเรียน ออกเป็น 5 กลุ่ม (โดยคณะเด็ก เก่ง กลาง อ่อน) กลุ่มละ 8 คน ร่วมกันอภิปรายถึงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงดึงดูดของแม่เหล็กไฟฟ้า และประโยชน์ของแม่เหล็ก เพื่อนำไปสู่การประดิษฐ์ เครื่องปรับอากาศดีบร้อน
2. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันเก็บรวบรวมข้อมูลหรือสืบค้น เพื่อสร้างและออกแบบเครื่องปรับอากาศดีบร้อน จากแหล่งค้นคว้าได้แก่ ห้องสมุด ห้องคอมพิวเตอร์ และเครื่องมือ สื่ออุปกรณ์ทางเทคโนโลยีต่าง ๆ เป็นต้น

ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design)

1. ให้นักเรียนร่วมกันวางแผนการใช้ข้อมูลตามที่ได้ไปสืบค้นมาในขั้นที่ 2 นำมาเป็นข้อมูลในการออกแบบกาประดิษฐ์ เครื่องปรับอากาศดีบร้อน โดยครูผู้สอน ตั้งคำถามเพื่อเป็นแนวทางการกระตุ้นความคิดของนักเรียน ดังนี้

1.1 ถ้าหากมีวัสดุอุปกรณ์อย่างจำกัดมาให้ นักเรียนจะสามารถออกแบบเครื่องปรับอากาศดีบร้อน ได้อย่างไร และแบบไหนที่จะสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้และมีความแข็งแรงทนทานที่สุด

1.2 นักเรียนจะมีวิธีการออกแบบและการทดลองนำไปใช้อย่างไร

2. ให้นักเรียนร่วมกัน ออกแบบร่าง และกำหนดขั้นตอนการสร้าง เครื่องปรับอากาศดีบร้อน การเลือกใช้วัสดุตามที่กำหนดมาให้ แล้วออกแบบผลงานร่วมกันลงในใบกิจกรรมที่ 1 เครื่องปรับอากาศดีบร้อน (ตามความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน) โดยใช้การคำนวณทางคณิตศาสตร์ เข้ามาช่วยในการทำเครื่องปรับอากาศดีบร้อน โดยใช้การวัด การคิดคำนวณ มาประกอบ

ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and Development)

1. ครูแจกอุปกรณ์ตามที่กำหนดให้ดังนี้

ลำดับ	รายการ	จำนวน
1	มอเตอร์	1 ชุด
2	กรรไกร	1 อัน
3	ปืนกาว	1 อัน
4	สายไฟ	1 ชุด
5	คัตเตอร์	1 อัน
6	กระดาษสี	1 ชุด
7	ร้งถ่าน	1อัน
8	กระป๋องพลาสติก	1 อัน
9	ขวดน้ำพลาสติก	1 อัน

2. นักเรียนสำรวจตรวจสอบวัสดุ ตามที่ครูกำหนดให้ โดยศึกษาจากขั้นตอนและแบบที่ร่างขึ้นไว้ในใบกิจกรรมที่ 1 แล้วทบทวนวิธีการประดิษฐ์ เครื่องปรับอากาศตั้งร้อน ร่วมกันพร้อมลงมือปฏิบัติ

ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุง (Testing Evaluation and Design Improvement)

1. ชิ้นงานสำเร็จแล้ว ให้แต่ละกลุ่มนำ เครื่องปรับอากาศตั้งร้อนที่ได้ มาทดสอบสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้และมีความแข็งแรงทนทานที่สุด หากเครื่องปรับอากาศตั้งร้อนของนักเรียนกลุ่มใดที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้และมีความแข็งแรงทนทานที่สุด มากที่สุดกลุ่มนั้นเป็นผู้ชนะ โดยให้นักเรียนภายในห้องเรียน เป็นผู้ตัดสิน หากเครื่องปรับอากาศตั้งร้อนของนักเรียนกลุ่มใด ชำรุดระหว่างการทดลอง หรือ ไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้และมีความแข็งแรงทนทานที่สุดให้ปรับปรุงแก้ไข ภายใน 10 นาที พร้อมบันทึกวิธีการปรับปรุงแก้ไขลงในใบกิจกรรมที่ 1 เครื่องปรับอากาศตั้งร้อน

ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา หรือผลการพัฒนานวัตกรรม (Presentation)

1. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอผลงานของตนเองหน้าชั้นเรียน
2. โดยที่ครูตั้งคำถามเพื่อให้นักเรียนได้กระตุ้นความคิด ดังนี้
 - 2.1 การประดิษฐ์เครื่องปรับอากาศตั้งร้อน มีขั้นตอนการทำงานอย่างไร
 - 2.2 เมื่อสร้างเสร็จเรียบร้อยแล้ว นำมาทดลอง ผลเป็นอย่างไร
 - 2.3 เครื่องปรับอากาศตั้งร้อน มีการปรับปรุงแก้ไขอย่างไร (เมื่อเกิดความชำรุด)
3. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุป ความรู้ หลักการในการทำและข้อเสนอแนะในการทำเครื่องปรับอากาศตั้งร้อนอย่างไรให้มีประสิทธิภาพที่ดี
4. ครูทบทวนและเพิ่มเติมความรู้เรื่อง แม่เหล็กไฟฟ้าให้กับนักเรียน

6. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. หนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สสวท.
2. ห้องสมุด ห้องคอมพิวเตอร์ และ เอกสารต่างๆ
3. อุปกรณ์ในการทำกิจกรรม
4. ใบกิจกรรม ที่ 1 เรื่อง เครื่องปรับอากาศตั้งร้อน
5. ใบงาน แม่เหล็กไฟฟ้า
6. แบบประเมินความสามารถในการคิดสร้างสรรค์

7. การวัดและประเมินผล

สิ่งที่ต้องประเมิน	รายการประเมิน	เครื่องมือที่ใช้ประเมิน	เกณฑ์การประเมิน
ความรู้ (K)	- บอกละออริบายสมบัติของแม่เหล็กไฟฟ้าและสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้	แบบประเมินใบงานแม่เหล็กไฟฟ้า	ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 ขึ้นไป
ทักษะกระบวนการ (P)	- ทำการวางแผนและออกแบบสร้างสรรค์ชิ้นงานได้	- แบบประเมินการปฏิบัติกิจกรรม - แบบประเมินคุณภาพชิ้นงาน	- ผ่านระดับดีขึ้นไป - ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 ขึ้นไป
คุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)	การเข้าร่วมทำกิจกรรม และการใฝ่รู้ใฝ่เรียน	แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์	ผ่านระดับดีขึ้นไป



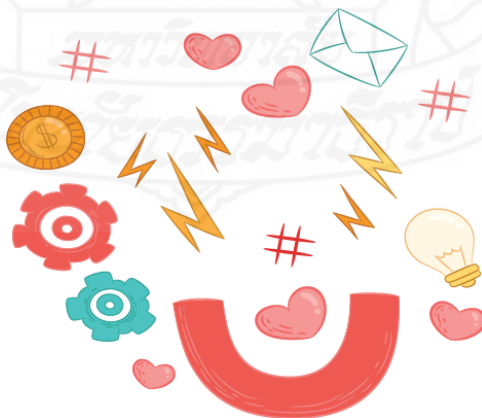


ใบงาน เรื่อง แม่เหล็กไฟฟ้า



คำสั่ง ให้นักเรียน ชี้เครื่องหมาย ✓ หน้าข้อความที่ถูกต้อง และชี้เครื่องหมาย ✗ หน้าข้อความที่ผิด

-1. วัสดุตั้งต่อไปนี้แม่เหล็กไม่สามารถดูดได้ คือ กุญแจทองเหลือง หม้ออลูมิเนียม กระจกฟอยล์
-2. เหล็ก นิกเกิล สังกะสี คือ สารแม่เหล็ก
-3. แรงแม่เหล็ก เป็นแรงที่เกิดจากการส่งเข้ามาจากขั้วแม่เหล็ก
-4. แม่เหล็กไฟฟ้า เกิดจากการที่กระแสไฟฟ้าไหลผ่านเส้นขดลวด
-5. พลังงานจลน์ ถือเป็นการเปลี่ยนรูปพลังงานในมอเตอร์ไฟฟ้า
-6. ขั้วแม่เหล็กและขั้วไฟฟ้ามี สมบัติที่มีความเหมือนกัน คือ ขั้วที่เหมือนกันจะผลักกัน แต่ขั้วที่ต่างกันจะดูดกัน
-7. ตู้อบไฟฟ้า ถือเป็นการเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกล (ใช้มอเตอร์)
-8. จากการศึกษาเครื่องปรับอากาศบร็อน ถือเป็นการเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้า เป็นพลังงานกล
-9. มอเตอร์ ถือเป็นอุปกรณ์ที่ใช้หลักการทำงานโดยอาศัยหลักการทำงานของแม่เหล็กไฟฟ้า
-10. การนำตะปูมาอยู่กับแท่งเหล็ก จะทำให้แท่งเหล็กกลายเป็นแม่เหล็ก โดยมีหลักในการดูคือจะต้องดูไปในทิศทางที่สลับกัน



เฉลย



ใบงาน เรื่อง แม่เหล็กไฟฟ้า



ชื่อ ชั้น เลขที่

คำสั่ง ให้นักเรียน ชิดเครื่องหมาย ✓ หน้าข้อความที่ถูกต้อง และขีดเครื่องหมาย ✗ หน้าข้อความที่ผิด

- ✓ 1. วัสดุดังต่อไปนี้แม่เหล็กไม่สามารถดูดได้ คือ กุญแจทองเหลือง หม้ออลูมิเนียม กระดาษฟอยล์
- ✓ 2. เหล็ก นิกเกิล สังกะสี คือ สารแม่เหล็ก
- ✗ 3. แรงแม่เหล็ก เป็นแรงที่เกิดจากการส่งเข้ามาจากขั้วแม่เหล็ก
- ✓ 4. แม่เหล็กไฟฟ้า เกิดจากการที่กระแสไฟฟ้าไหลผ่านเส้นขดลวด
- ✗ 5. พลังงานจลน์ ถือเป็นการเปลี่ยนรูปพลังงานในมอเตอร์ไฟฟ้า
- ✓ 6. ขั้วแม่เหล็กและขั้วไฟฟ้ามี สมบัติที่มีความเหมือนกัน คือ ขั้วที่เหมือนกันจะผลักกัน แต่ขั้วที่ต่างกันจะดูดกัน
- ✗ 7. ตู้อบไฟฟ้า ถือเป็นการเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกล (ใช้มอเตอร์)
- ✓ 8. จากการประดิษฐ์ เครื่องปรับอากาศดีบร้อน ถือเป็นการเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้า เป็นพลังงานกล
- ✓ 9. มอเตอร์ ถือเป็นอุปกรณ์ที่ใช้หลักการทํางานโดยอาศัยหลักการทํางานของแม่เหล็กไฟฟ้า
- ✗ 10. การนำตะปูมาถูกับแท่งเหล็ก จะทำให้แท่งเหล็กกลายเป็นแม่เหล็ก โดยมีหลักในการถูคือจะต้องถูไปในทิศทางที่สลับกัน



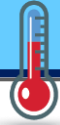
เกณฑ์การประเมินใบงาน

(ผ่านที่ 6 คะแนนหรือมากกว่า 6 คะแนนขึ้นไป (ร้อยละ60) ผ่านเกณฑ์ประเมิน)

เกณฑ์	คะแนน	ผ่านเกณฑ์ / ไม่ผ่านเกณฑ์
ได้คะแนน 10 คะแนน	10	✓
ได้คะแนน 9 คะแนน	9	✓
ได้คะแนน 8 คะแนน	8	✓
ได้คะแนน 7 คะแนน	7	✓
ได้คะแนน 6 คะแนน	6	✓
ได้คะแนน 5 คะแนน	5	✗
ได้คะแนน 4 คะแนน	4	✗
ได้คะแนน 3 คะแนน	3	✗
ได้คะแนน 2 คะแนน	2	✗
ได้คะแนน 1 คะแนน	1	✗



ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง เครื่องปรับอากาศดีร้อน



คำชี้แจง ให้นักเรียนรวมกลุ่มกัน กลุ่มละ 8 คน เพื่อร่วมกันระดมความคิดตามใบกิจกรรมที่กำหนดให้ต่อไป

ชื่อกลุ่ม

สมาชิก

- 1) หน้าที
- 2) หน้าที
- 3) หน้าที
- 4) หน้าที
- 5) หน้าที
- 6) หน้าที
- 7) หน้าที
- 8) หน้าที

ให้นักเรียนร่วมกันกำหนดขั้นตอน
วิธีการประดิษฐ์ เครื่องปรับอากาศ
ดีร้อน และ ร่วมกันออกแบบ
เครื่องปรับอากาศดีร้อน พร้อม
บันทึกผลหลังจากการสร้างชิ้นงาน
และบอกวิธีปรับปรุงชิ้นงานของแต่ละ
กลุ่ม ด้วยนะจ๊ะ





มาช่วยกันร่วมวางแผน ประดิษฐ์ เครื่องปรับอากาศตัวร้อน กันเถอะ



ร่วมสร้างสรรค์!

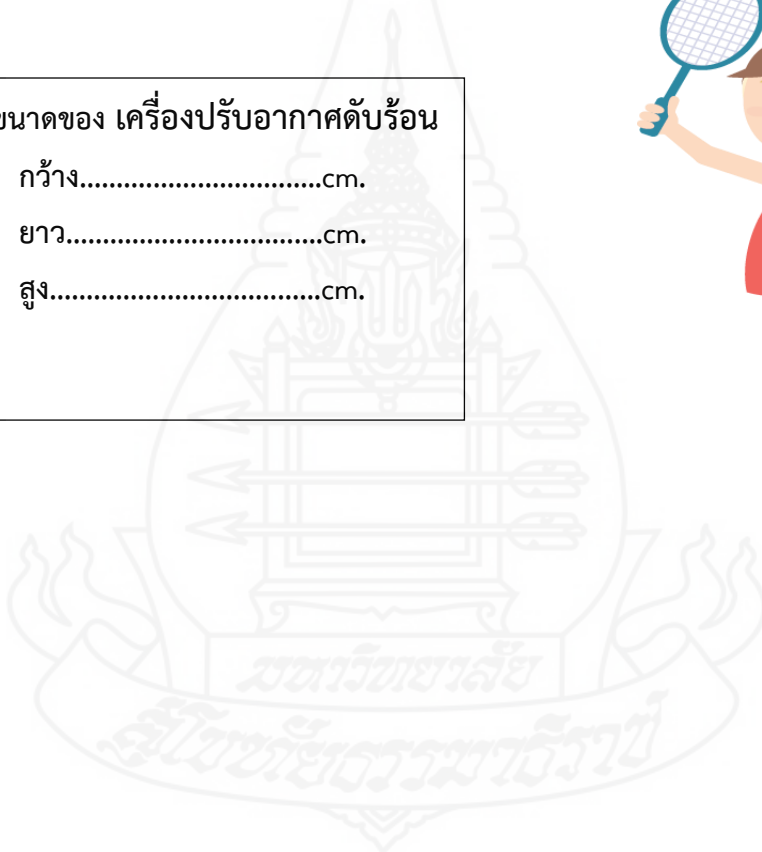
ถ้าหากมีวัสดุ อุปกรณ์ที่กำหนดให้ดังนี้
 มอเตอร์ กรรไกร ปืนกาว สายไฟ คัตเตอร์ กระดาษสี รางถ่าน
 กระจกพลาสติก ขวดน้ำพลาสติก นักเรียนจะออกแบบ
 เครื่องปรับอากาศตัวร้อน อย่างไร แล้วหากมีปัญหาจะแก้ปัญหอย่างไร

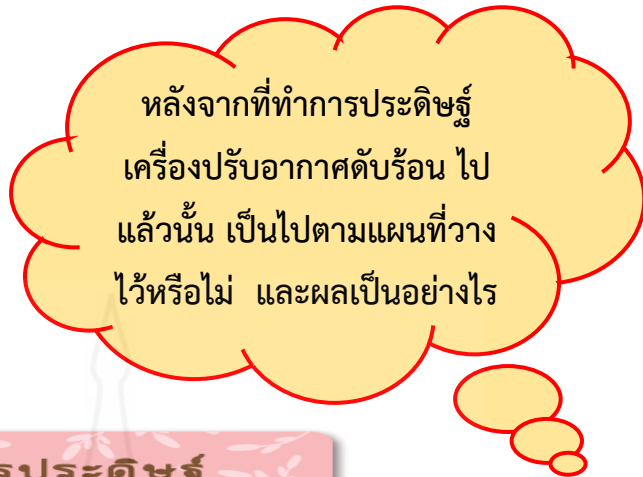
ขนาดของ เครื่องปรับอากาศตัวร้อน

กว้าง.....cm.

ยาว.....cm.

สูง.....cm.





ผลที่ได้จากการประดิษฐ์
เครื่องปรับอากาศดีร้อน



ปัญหาที่พบจากการประดิษฐ์
เครื่องปรับอากาศดีร้อน

วิธีแก้ปัญหา/
การปรับปรุงผลงาน

ประเมินการปฏิบัติกิจกรรมของนักเรียนรายบุคคล
 หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 ไฟฟ้า
 แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง เครื่องปรับอากาศบรื้อน
 แผนการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา (STEM EDUCATION)

คำชี้แจง ให้ครูผู้สอนสังเกตพฤติกรรม ในการปฏิบัติกิจกรรมในใบกิจกรรม โดยให้ระดับคะแนน ลงใน
 ตารางที่ตรงกับพฤติกรรมของผู้เรียน

เลขที่	ชื่อ-สกุล	รายการประเมิน				รวม	สรุปผล ผ่าน/ ไม่ผ่าน
		ความสนใจใฝ่เรียน	การมีส่วนร่วมภายในกลุ่ม	ในงานแม่เหล็กไฟฟ้า/ใบ กิจกรรม	ความรับผิดชอบ		
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							

ลงชื่อ.....

นางสาวพิทยาภรณ์ ปัญญาหอม

เกณฑ์การให้คะแนนแบบประเมินการปฏิบัติกิจกรรมของนักเรียน

ตัวชี้วัด	ระดับคะแนน			
	4	3	2	1
1. ความสนใจใฝ่เรียนรู้	<ul style="list-style-type: none"> - มีความสนใจและมีความกระตือรือร้นในการสืบค้นข้อมูล - มีการจดบันทึกสิ่งที่ได้มาอย่างชัดเจนเป็นระบบ - สามารถนำเอาความรู้ที่สืบค้นมาใช้ในการทำกิจกรรมได้ 	<ul style="list-style-type: none"> - มีความสนใจและมีความกระตือรือร้นในการสืบค้นข้อมูล - มีการจดบันทึกสิ่งที่ได้มาอย่างชัดเจนเป็นระบบ 	<ul style="list-style-type: none"> - มีความสนใจและมีความกระตือรือร้นในการสืบค้นข้อมูล - มีการจดบันทึกไม่เป็นระบบ 	<ul style="list-style-type: none"> - ไม่มีความสนใจและไม่มีความกระตือรือร้นในการเรียน
2. การมีส่วนร่วมภายในกลุ่ม	<ul style="list-style-type: none"> - มีส่วนร่วมในการเรียนตลอดจนจบชั่วโมงเรียน - มีการแสดงความคิดเห็นและรับฟังความคิดเห็นผู้อื่น - มีส่วนในการแก้ปัญหาในกลุ่ม - มีการทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างเป็นระบบ 	<ul style="list-style-type: none"> - มีส่วนร่วมในการเรียนเป็นบางครั้งจนจบชั่วโมงเรียน - มีการแสดงความคิดเห็นและรับฟังความคิดเห็นผู้อื่น - มีส่วนในการแก้ปัญหาในกลุ่ม 	<ul style="list-style-type: none"> - มีส่วนร่วมในการเรียนตลอดจนจบชั่วโมงเรียน - มีการแสดงความคิดเห็นและรับฟังความคิดเห็นผู้อื่น 	<ul style="list-style-type: none"> - ไม่มีส่วนร่วมในการเรียนตลอดจนจบชั่วโมงเรียน
3. ไบงาน/ไบกิจกรรม	<ul style="list-style-type: none"> - ทำไบงานและไบกิจกรรม ทำตามที่ได้รับมอบหมายได้ครบทุกกิจกรรม เสร็จตามเวลาที่กำหนดและผลคะแนนจากการทำไบงาน 10 คะแนนเต็ม 	<ul style="list-style-type: none"> - ทำไบงานและไบกิจกรรม ทำตามที่ได้รับมอบหมายได้ครบทุกกิจกรรมหรือ ขาดไบงานได้ไม่เกิน 2 ไบงาน เสร็จตามเวลาที่กำหนดและผลคะแนนจากการทำไบงาน ตั้งแต่ 7-9 คะแนน 	<ul style="list-style-type: none"> - ทำไบงานและไบกิจกรรม ทำตามที่ได้รับมอบหมายได้ครบทุกกิจกรรมหรือ ขาดไบงานได้ไม่เกิน 3 ไบงาน เสร็จตามเวลาที่กำหนดและผลคะแนนจากการทำไบงาน ตั้งแต่ 4-6 คะแนน 	<ul style="list-style-type: none"> - ไม่ทำไบงานและไบกิจกรรมตามที่ได้รับมอบหมายได้ครบทุกกิจกรรมหรือ ขาดไบงานทุกไบงาน ไม่เสร็จตามเวลาที่กำหนดและผลคะแนนจากการทำไบงานได้ 1-3 คะแนน
4. ความรับผิดชอบ	<ul style="list-style-type: none"> - มีส่วนร่วมกับผู้อื่นในการทำงานกลุ่ม ด้วยความเต็มใจ 	<ul style="list-style-type: none"> - มีส่วนร่วมกับผู้อื่นในการทำงานกลุ่ม ด้วยความเต็มใจ 	<ul style="list-style-type: none"> - มีส่วนร่วมกับผู้อื่นในการทำงานกลุ่ม ด้วยความเต็มใจ 	<ul style="list-style-type: none"> - ไม่มีส่วนร่วมกับผู้อื่นในการทำงานกลุ่ม ด้วยความเต็มใจ

ตัวชี้วัด	ระดับคะแนน			
	4	3	2	1
	<ul style="list-style-type: none"> - มีความอดทนในการทำผลงาน/ชิ้นงาน - รับผิดชอบต่อหน้าที่ของตัวเอง ตามที่ได้รับ - มีความช่วยเหลือกลุ่มของตนเองด้วยความเต็มใจ 	<ul style="list-style-type: none"> - มีความอดทนในการทำผลงาน/ชิ้นงาน - รับผิดชอบต่อหน้าที่ของตัวเอง ตามที่ได้รับ 	<ul style="list-style-type: none"> - มีความอดทนในการทำผลงาน/ชิ้นงาน 	<ul style="list-style-type: none"> - ไม่มีความอดทนในการทำผลงาน/ชิ้นงาน - ไม่มีความรับผิดชอบต่อหน้าที่ของตัวเอง ตามที่ได้รับ - ไม่มีความช่วยเหลือกลุ่มของตนเองด้วยความเต็มใจ

เกณฑ์การให้คะแนน

ผลงานหรือพฤติกรรมสมบูรณ์ชัดเจน	ให้ 4 คะแนน
ผลงานหรือพฤติกรรมมีข้อบกพร่องบางส่วน	ให้ 3 คะแนน
ผลงานหรือพฤติกรรมมีข้อบกพร่องเป็นส่วนใหญ่	ให้ 2 คะแนน
ผลงานหรือพฤติกรรมมีข้อบกพร่องมาก	ให้ 1 คะแนน

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
13-16	ดีมาก
9-12	ดี
5-8	พอใช้
4	ปรับปรุง

แบบประเมินคุณภาพชิ้นงาน (เป็นกลุ่ม)
 หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 ไฟฟ้า
 แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง เครื่องปรับอากาศดีบร้อน
 แผนการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา (STEM EDUCATION)

คำชี้แจง ให้ครูผู้สอนสังเกตชิ้นงานของนักเรียน โดยให้ระดับคะแนน ลงในตารางที่ตรงกับคุณภาพชิ้นงาน
 ของผู้เรียน

ลำดับ	ชื่อ-สกุล	กลุ่มที่	รายการประเมิน				รวม	สรุปผล ผ่าน/ไม่ผ่าน
			คิดต้องแล้ว	คิดยืดหยุ่น	คิดริเริ่ม	คิดละเอียดลออ		
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								

ลงชื่อ.....

นางสาวพิทยาภรณ์ ปัญญาหอม

เกณฑ์การให้คะแนนแบบประเมินคุณภาพชิ้นงานของนักเรียน

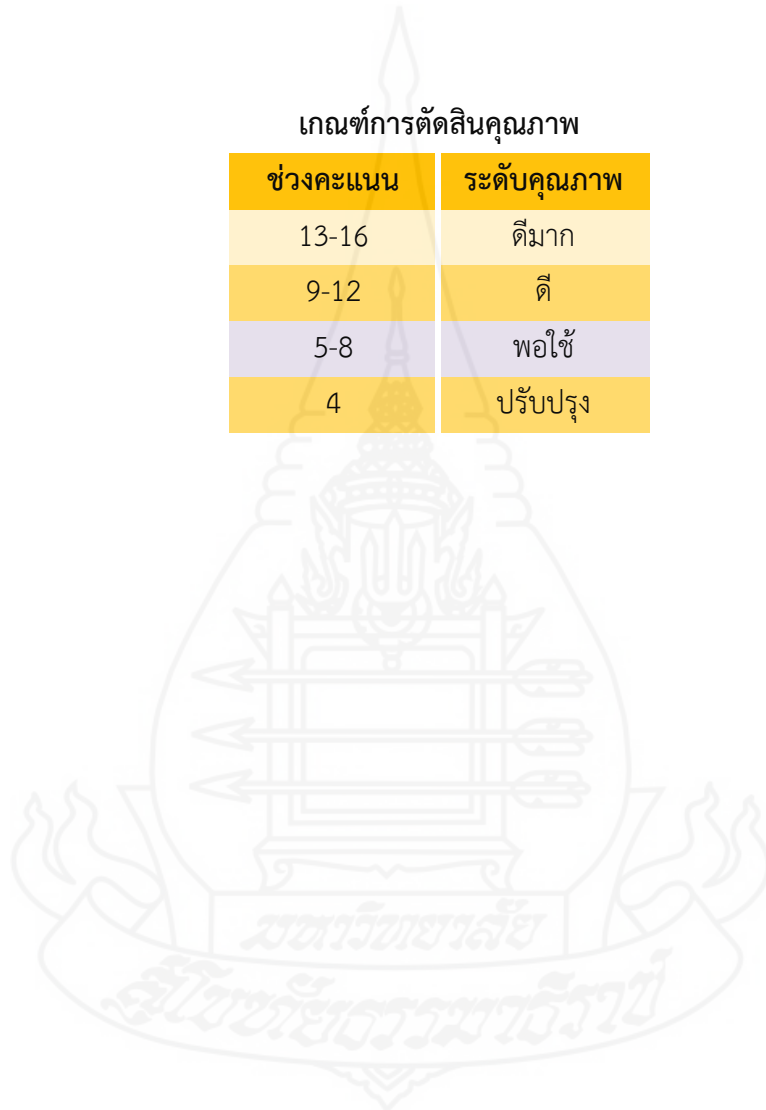
ตัวชี้วัด	ระดับคะแนน			
	4	3	2	1
1. คิดคล่องแคล่ว	ทำงานเสร็จ ตรงตามเวลาที่กำหนด	ทำงานส่งกว่าที่กำหนด 1 ชม	ทำงานส่งกว่าที่กำหนด 1 วัน	ไม่ส่งงานเลย
2. คิดยืดหยุ่น	- มีการนำเสนอผลงานในผลงานได้ถูกต้อง มีการอธิบายข้อมูลให้เห็นความเชื่อมโยงเป็นภาพเป็นลำดับขั้นตอนในการสร้างผลงาน - มีความสร้างสรรค์ - มีการนำความรู้ที่ได้จากการสืบค้นมาประยุกต์ใช้ในการสร้างผลงาน - บอกประโยชน์ของชิ้นงานได้ 4 อย่างขึ้นไป	- มีการนำเสนอผลงานได้ถูกต้อง มีการอธิบายข้อมูลให้เห็นความเชื่อมโยงเป็นภาพเป็นลำดับขั้นตอนในการสร้างผลงาน - มีความสร้างสรรค์ - มีส่วนร่วมในการสร้างผลงานกับกลุ่ม - บอกประโยชน์ของชิ้นงานได้ 3 อย่าง	- มีการนำเสนอผลงานในผลงานได้ถูกต้อง มีการอธิบายข้อมูลให้เห็นความเชื่อมโยงเป็นภาพเป็นลำดับขั้นตอนในการสร้างผลงาน - บอกประโยชน์ของชิ้นงานได้ 1-2 อย่าง	- ไม่มีส่วนร่วมในการเรียนตลอดจนจบชั่วโมงเรียน - ไม่มีการนำเสนอผลงานใดๆ - ไม่สามารถบอกประโยชน์ของชิ้นงานได้
3. คิดริเริ่ม	ผลงานมีความคิดสร้างสรรค์ที่แปลกใหม่ไม่ซ้ำแบบใคร น่าสนใจ สวยงามจนเกิดเป็นผลงานที่สมบูรณ์และสวยงาม	ผลงานมีแนวคิดที่ดัดแปลงมาจากสิ่งที่เคยมีมาแล้ว มีความน่าสนใจและสวยงาม	ผลงานมีแนวคิดที่ดัดแปลงมาจากสิ่งที่เคยมีมาแล้ว ไม่มีความน่าสนใจ ไม่สวยงาม	ไม่มีความคิดสร้างสรรค์ลอกเพื่อน
4. คิดละเอียดลออ	ชิ้นงานมีความสมบูรณ์ ตามแบบที่ร่างไว้ และมีความแข็งแรงคงทน และสามารถบอกรายละเอียดที่น่าสนใจของชิ้นงานได้	ชิ้นงานมีความสมบูรณ์ตามแบบที่ร่างไว้ แต่ไม่มีความแข็งแรงคงทน	ชิ้นงานมีความสมบูรณ์ ไม่เป็นตามแบบที่ร่างไว้ และไม่มีความแข็งแรงคงทน	ชิ้นงานไม่มีความสมบูรณ์ ไม่เป็นตามแบบที่ร่างไว้ และไม่มีความแข็งแรงคงทนและไม่สามารถบอกรายละเอียดที่น่าสนใจของชิ้นงานได้

เกณฑ์การให้คะแนน

ผลงานหรือพฤติกรรมสมบูรณ์ชัดเจน	ให้	4	คะแนน
ผลงานหรือพฤติกรรมมีข้อบกพร่องบางส่วน	ให้	3	คะแนน
ผลงานหรือพฤติกรรมมีข้อบกพร่องเป็นส่วนใหญ่	ให้	2	คะแนน
ผลงานหรือพฤติกรรมมีข้อบกพร่องมาก	ให้	1	คะแนน

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
13-16	ดีมาก
9-12	ดี
5-8	พอใช้
4	ปรับปรุง



แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์
 หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 ไฟฟ้า
 แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง เครื่องปรับอากาศดีบร้อน
 แผนการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา (STEM EDUCATION)

คำชี้แจง ให้ครูผู้สอนสังเกตชิ้นงานของนักเรียน โดยให้ระดับคะแนน ลงในตารางที่ตรงกับคุณลักษณะอัน
 พึงประสงค์ของผู้เรียน

เลขที่	ชื่อ-สกุล	รายการประเมิน					รวม	สรุปผล ผ่าน/ ไม่ผ่าน
		ใฝ่เรียนรู้			มุ่งมั่นในการทำงาน			
		แสวงหาข้อมูลจากแหล่งการเรียนรู้ ต่างๆ	มีการจัดบันทึกความรู้อย่างเป็นระบบ	สรุปความรู้ได้อย่างมีเหตุผล	มีความตั้งใจและพยายามในการทำงาน ที่ได้รับมอบหมาย	มีความอดทนและไม่ท้อแท้ต่ออุปสรรค เพื่อให้งานสำเร็จ		
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								

ลงชื่อ.....

นางสาวพิทยาภรณ์ ปัญญาหอม

เกณฑ์การให้คะแนนแบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์

คุณลักษณะ อันพึงประสงค์ ด้าน	รายการประเมิน	ระดับคะแนน			
		4	3	2	1
ใฝ่เรียนรู้	แสวงหาข้อมูลจากแหล่งการเรียนรู้ต่างๆ				
	มีการจดบันทึกความรู้อย่างเป็นระบบ				
	สรุปความรู้ได้อย่างมีเหตุผล				
มุ่งมั่นในการทำงาน	มีความตั้งใจและพยายามในการทำงานที่ได้รับมอบหมาย				
	มีความอดทนและไม่ท้อแท้ต่ออุปสรรคเพื่อให้งานสำเร็จ				

เกณฑ์การให้คะแนน

ผลงานหรือพฤติกรรมสมบูรณ์ชัดเจน ให้ 4 คะแนน

ผลงานหรือพฤติกรรมมีข้อบกพร่องบางส่วน ให้ 3 คะแนน

ผลงานหรือพฤติกรรมมีข้อบกพร่องเป็นส่วนใหญ่ ให้ 2 คะแนน

ผลงานหรือพฤติกรรมมีข้อบกพร่องมาก ให้ 1 คะแนน

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
16 - 20	ดีมาก
11 - 15	ดี
6 - 10	พอใช้
5	ปรับปรุง

บันทึกหลังการสอน

1. ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

.....

2. ปัญหา อุปสรรค

.....

.....

.....

.....

.....

3. ข้อเสนอแนะ / แนวทางแก้ไข

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นางสาวพิทยาภรณ์ ปัญญาหอม)

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

8. สัญลักษณ์  เรียกว่าอะไร

- ก. สายไฟ
- ข. หลอดไฟ
- ค. แบตเตอรี่
- ง. เซลล์ไฟฟ้า

9. หากนักเรียนต้องการที่จะป้องกันไฟไหม้ในบ้านเรือน นักเรียนควรเลือกอุปกรณ์ชนิดใด

- ก. หลอดไฟ
- ข. สะพานไฟ
- ค. สายไฟ
- ง. ฟิวส์

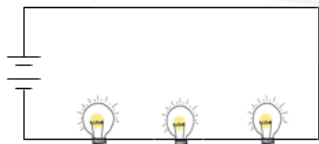
10. ใครปฏิบัติตนได้ถูกต้องที่สุด เมื่อเกิดไฟตกภายในบ้าน

- ก. สมชายติดตั้งสายดิน
- ข. มินนี่เปลี่ยนสวิตซ์ไฟฟ้าใหม่
- ค. อารีถอดปลั๊กเครื่องใช้ไฟฟ้าออก
- ง. ชันนี่ตัดกระแสไฟออกจากเครื่องใช้ไฟฟ้า

11. นารีนำสายไฟไปพาดไว้ที่รั้วสังกะสีการกระทำของนารีเหมาะสมหรือไม่เพราะเหตุใด

- ก. ไม่เหมาะสม เพราะรั้วสังกะสีอาจทำให้สายไฟชำรุดได้
- ข. เหมาะสม เพราะทำให้มีความปลอดภัยในการใช้ไฟฟ้าในบ้าน
- ค. ไม่เหมาะสม เพราะ จะทำให้รั้วสังกะสีเกิดสนิมได้
- ง. เหมาะสม เพราะ จะทำให้วงจรไฟฟ้าปิด

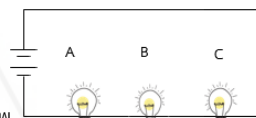
12. จากภาพเป็นการต่อไฟฟ้าแบบใด



- ก. แบบกิ่งผสม
- ข. แบบอนุกรม
- ค. แบบขนาน
- ง. แบบวงจรเปิด

13. ข้อใดคือข้อดีและข้อเสียของการต่อวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรม

	ข้อดี	ข้อเสีย
ก.	ช่วยประหยัดพลังงานไฟฟ้า	ทำให้ไฟฟ้าในวงจรเดินไม่สะดวก
ข.	ทำให้อุปกรณ์ในวงจรไฟฟ้า ทำงานพร้อมกันได้	หาอุปกรณ์ในวงจรไฟ ในวงจรเสีย อุปกรณ์ในวงจรไฟฟ้า ไม่สามารถทำงานพร้อมกันได้
ค.	สามารถเลือกเปิด-ปิดการใช้งานอุปกรณ์ในวงจรไฟฟ้าได้	ใช้เวลาในการต่อนาน
ง.	นำไปต่อใช้ภายในบ้าน	ใช้อุปกรณ์ในการต่อค่อนข้างมาก



14. จากภาพ  การต่อไฟฟ้าลักษณะนี้จะมีข้อเสียอย่างไร

- ก. หากวงจรไฟฟ้าขาด จะทำให้ไฟฟ้ดับทุกดวง
- ข. ทำให้ต้องใช้พลังงานไฟฟ้ามากจนเกินไป
- ค. หลอดไฟชำรุดเสียหายได้ง่าย
- ง. เสียเวลาในการต่อวงจรมาก

15. เมื่อนักเรียนต้องการประดิษฐ์ นาฬิกา ไว้ใช้ควรต่อวงจรแบบใด

- ก. แบบผสม
- ข. แบบก้ำกึ่ง
- ค. แบบขนาน
- ง. แบบอนุกรม

16. หากนักเรียนต้องการประดิษฐ์เครื่องใช้ไฟฟ้า โดยที่นำความรู้จากการต่อวงจรแบบอนุกรมมาใช้ นักเรียนจะประดิษฐ์อะไร

- ก. ไฟฉาย
- ข. พัดลม
- ค. คอมพิวเตอร์
- ง. เครื่องล้างจาน

<p>17. จากภาพเป็นการต่อหลอดไฟแบบขนาน</p>  <p>หากไฟดวงใดชำรุดจะมีผลอย่างไร</p> <p>ก. ดับหมดทุกดวง ข. ดวงไฟยังสว่างอยู่ ค. ดวงไฟชำรุดเสียหาย ง. ดวงไฟเกิดการกระพริบ</p> <p>18. ข้อใดบอกความแตกต่างของการต่อวงจรไฟฟ้าแบบขนานและแบบอนุกรมได้ถูกต้อง</p> <table border="1" data-bbox="349 775 842 1514"> <thead> <tr> <th></th> <th>แบบขนาน</th> <th>แบบอนุกรม</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ก.</td> <td>กระแสไฟฟ้าจะไหลเพียงทิศทางเดียว</td> <td>กระแสไฟฟ้าจะไหลหลายทิศทางเดียว</td> </tr> <tr> <td>ข.</td> <td>ไม่สามารถเลือก เปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าได้</td> <td>สามารถเลือก เปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าได้</td> </tr> <tr> <td>ค.</td> <td>หาก เครื่องใช้ไฟฟ้าชำรุดเพียง 1 ชนิด จะทำให้ เครื่องใช้ไฟฟ้าอื่นๆ ไม่สามารถใช้งานได้</td> <td>หาก เครื่องใช้ไฟฟ้าชำรุด เพียง 1 ชนิด จะทำให้ เครื่องใช้ไฟฟ้าอื่นๆ สามารถใช้งานได้อยู่</td> </tr> <tr> <td>ง.</td> <td>นำขั้วเซลล์ไฟฟ้าที่เหมือนกันในแต่ละเซลล์มาต่อเข้าด้วยกัน</td> <td>นำเซลล์ไฟฟ้ามารเรียงต่อกัน แล้วนำขั้วของเซลล์ไฟฟ้าที่ต่างกันมาต่อเข้าด้วยกัน</td> </tr> </tbody> </table> <p>19. ถ้าต้องการให้วงจรเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้าน ต่อแบบขนาน ควรต่อวงจรไฟฟ้าแบบใด</p> <p>ก. เพื่อตัดวงจรไฟฟ้า ข. เพื่อให้เครื่องใช้ไฟฟ้าทำงานเร็วขึ้น ค. เพื่อควบคุมการไหลของกระแสไฟฟ้าให้ไปทางเดียวกัน ง. เพื่อให้สามารถเลือกใช้งานเครื่องใช้ไฟฟ้าได้ตามที่ต้องการใช้ได้</p>		แบบขนาน	แบบอนุกรม	ก.	กระแสไฟฟ้าจะไหลเพียงทิศทางเดียว	กระแสไฟฟ้าจะไหลหลายทิศทางเดียว	ข.	ไม่สามารถเลือก เปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าได้	สามารถเลือก เปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าได้	ค.	หาก เครื่องใช้ไฟฟ้าชำรุดเพียง 1 ชนิด จะทำให้ เครื่องใช้ไฟฟ้าอื่นๆ ไม่สามารถใช้งานได้	หาก เครื่องใช้ไฟฟ้าชำรุด เพียง 1 ชนิด จะทำให้ เครื่องใช้ไฟฟ้าอื่นๆ สามารถใช้งานได้อยู่	ง.	นำขั้วเซลล์ไฟฟ้าที่เหมือนกันในแต่ละเซลล์มาต่อเข้าด้วยกัน	นำเซลล์ไฟฟ้ามารเรียงต่อกัน แล้วนำขั้วของเซลล์ไฟฟ้าที่ต่างกันมาต่อเข้าด้วยกัน	<p>20. หากนักเรียนต้องการจะต่อหลอดไฟฟ้าภายในบ้านเรือน นักเรียนควรต่อวงจรไฟฟ้าแบบใด เพราะเหตุใด</p> <p>ก. แบบขนาน เพราะทำให้สามารถเลือกใช้หลอดไฟฟ้าภายในบ้านได้ ตามที่ต้องการ</p> <p>ข. แบบขนาน เพราะ จะทำให้กระแสไฟฟ้ามีเพียงทิศทางเดียว จึงทำให้สามารถควบคุมวงจรไฟฟ้าภายในบ้านได้ง่าย</p> <p>ค. แบบอนุกรม เพราะจำทำให้หลอดไฟฟ้าภายในบ้านสว่างที่สุด</p> <p>ง. แบบอนุกรม เพราะจะทำให้ประหยัดไฟฟ้าภายในบ้าน</p> <p>21. ถ้านักเรียนจะนำความรู้เรื่อง การต่อวงจรแบบขนานไปใช้จะใช้ประโยชน์อะไร</p> <p>ก. ตึกต่า ข. นาฬิกาปลุก ค. เครื่องบินร้อนใส่ถ่าน ง. หลอดไฟตกแต่งในห้องรับแขก</p> <p>22. นักวิทยาศาสตร์คนใดที่ค้นพบหลักการการทำงานของแม่เหล็กไฟฟ้า</p> <p>ก. ฮันส์ คริสเตียน เออร์สเตด ข. เซอร์ ไอแซก นิวตัน ค. ยูคาลิดีส ง. เมนเดล</p> <p>23. วัตถุชนิดใดที่นำมาพันกับลวดทองแดงแล้วผ่านกระแสไฟฟ้าแล้วจะกลายเป็นแม่เหล็กไฟฟ้า</p> <p>ก. อะลูมิเนียม ข. ผ้าขนสัตว์ ค. กระดาษ ง. เหล็ก</p>
	แบบขนาน	แบบอนุกรม														
ก.	กระแสไฟฟ้าจะไหลเพียงทิศทางเดียว	กระแสไฟฟ้าจะไหลหลายทิศทางเดียว														
ข.	ไม่สามารถเลือก เปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าได้	สามารถเลือก เปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าได้														
ค.	หาก เครื่องใช้ไฟฟ้าชำรุดเพียง 1 ชนิด จะทำให้ เครื่องใช้ไฟฟ้าอื่นๆ ไม่สามารถใช้งานได้	หาก เครื่องใช้ไฟฟ้าชำรุด เพียง 1 ชนิด จะทำให้ เครื่องใช้ไฟฟ้าอื่นๆ สามารถใช้งานได้อยู่														
ง.	นำขั้วเซลล์ไฟฟ้าที่เหมือนกันในแต่ละเซลล์มาต่อเข้าด้วยกัน	นำเซลล์ไฟฟ้ามารเรียงต่อกัน แล้วนำขั้วของเซลล์ไฟฟ้าที่ต่างกันมาต่อเข้าด้วยกัน														

<p>24. เครื่องใช้ไฟฟ้าในข้อใดที่อาศัยหลักการการทำงานของแม่เหล็กไฟฟ้า</p> <p>ก. เครื่องซักผ้า</p> <p>ข. หลอดไฟฟ้า</p> <p>ค. โคมไฟ</p> <p>ง. ไซควง</p> <p>25. การที่มอเตอร์ไฟฟ้าหมุน เกิดมาจากหลักการใด</p> <p>ก. ขั้วแม่เหล็กต่างกันดูดกัน</p> <p>ข. ขั้วแม่เหล็กต่างกันผลักกัน</p> <p>ค. ขั้วแม่เหล็กเหมือนกันดูดกัน</p> <p>ง. ขั้วแม่เหล็กเหมือนกันผลักกัน</p> <p>26. หากต้องการให้อำนาจแม่เหล็กรอบขดลวดมีปริมาณมากต้องทำอย่างไร</p> <p>ก. ลดจำนวนรอบของขดลวดตัวนำ</p> <p>ข. ใช้สายไฟเส้นใหญ่ขึ้นต่อในวงจร</p> <p>ค. ใช้กระดาษเป็นแกนกลางของขดลวดตัวนำ</p> <p>ง. เพิ่มจำนวนรอบของขดลวดตัวนำให้มากขึ้น</p> <p>27. หากนักเรียนต้องการที่จะให้ปืนจันยกเศษเหล็กได้มากขึ้น นักเรียนสามารถเพิ่มจำนวนรอบของขดลวดภายในปืนจันได้ใช่หรือไม่ เพราะเหตุใด</p> <p>ก. ได้ เพราะจะทำให้มีแรงแม่เหล็กไฟฟ้าภายในปืนจันยกเศษเหล็กเพิ่มมากขึ้น</p> <p>ข. ไม่ได้ เพราะ จะทำให้มีแรงแม่เหล็กไฟฟ้าภายในปืนจันยกเศษเหล็กลดน้อยลง</p> <p>ค. ได้ เพราะจะไปลดแรงแม่เหล็กไฟฟ้าภายในปืนจันยกเศษเหล็ก</p> <p>ง. ไม่ได้ เพราะ จะทำให้ปืนจันยกเศษเหล็กชำรุดได้</p>	<p>28. ข้อใดคือประโยชน์ของปืนจัน</p> <p>ก. เคลื่อนย้ายกองขารถยนต์</p> <p>ข. เคลื่อนย้ายกองขวดแก้ว</p> <p>ค. เคลื่อนย้ายกองกระดาษ</p> <p>ง. เคลื่อนย้ายกองเศษใบไม้</p> <p>29. การนำยางลบ1 ก้อนไปถูกับแท่งแม่เหล็กจะทำให้ยางลบมี อำนาจแม่เหล็กได้หรือไม่อย่างไร</p> <p>ก. ได้ เพราะวัตถุอะไรเมื่อไปถูกับแท่งแม่เหล็กแล้วก็จะมีอำนาจแม่เหล็กทุกชนิด</p> <p>ข. ไม่ได้ เพราะ ต้องใช้ยางลบจำนวนมากขึ้น</p> <p>ค. ไม่ได้ เพราะ มีสมบัติเป็นฉนวน</p> <p>ง. ได้ เพราะเป็นตัวนำไฟฟ้า</p> <p>30. นักเรียนจะผลิตเครื่องใช้ในครัวชนิดใด โดยอาศัยหลักการทำงานของแม่เหล็กไฟฟ้า</p> <p>ก. เครื่องตีไข่</p> <p>ข. จาน</p> <p>ค. ครก</p> <p>ง. มีด</p>
--	--

แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์วิชาวิทยาศาสตร์
เรื่อง ไฟฟ้า ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561
คะแนนเต็ม 16 คะแนน เวลา 40 นาที ข้อสอบมี 4 ข้อ

คำชี้แจง 1. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบอัตนัยจำนวน 4 ข้อ
2. ให้นักเรียนตอบคำถามให้สมบูรณ์และถูกต้องตามความคิดของนักเรียน โดยข้อสอบจะใช้เวลา 30 นาที โดยเฉพาะข้อที่ 1 จะกำหนดเวลาให้ทำ 10 นาที เมื่อหมดเวลาครูผู้คุมสอบให้นักเรียนวางปากกาแล้วจึงให้สอบต่อ ในข้อต่อไป จนครบเวลา 30 นาที ทำลงในกระดาษคำตอบตามที่กำหนดให้

1. ให้นักเรียนระบุชื่อเครื่องใช้ไฟฟ้าหรืออุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆที่ใช้หลักการของไฟฟ้าและแม่เหล็กไฟฟ้าให้ได้มากที่สุดภายในเวลา 10 นาที (ด้านคิดคล่องแคล่ว)

2. ให้นักเรียนบอกหน้าที่ของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ในการต่อวงจรไฟฟ้า ในชีวิตประจำวัน มาว่ามีหน้าที่อะไรบ้าง (ด้านคิดยืดหยุ่น)

3. หากนักเรียนเป็นผู้ประดิษฐ์ หุ่นยนต์ เพื่อช่วยอำนวยความสะดวกให้แก่มนุษย์ โดยใช้หลักความรู้จากการเรียนเรื่องไฟฟ้า นักเรียนจะประดิษฐ์หุ่นยนต์ อะไรและอำนวยความสะดวกในด้านใด (ความคิดริเริ่ม)

4. จากข้อที่ 3 หุ่นยนต์ที่นักเรียนได้สร้างขึ้นมานั้น มีคุณสมบัติเฉพาะตัวอย่างไรบ้าง (ด้านความคิดละเอียดลออ)

ภาคผนวก จ

ผลการวิเคราะห์คุณภาพเครื่องมือ

- ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา (ในภาพรวม) เรื่อง ไฟฟ้า
- ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องไฟฟ้า
- ค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ เรื่องไฟฟ้า
- ค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ เรื่องไฟฟ้า
- ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์

ตารางภาคผนวกที่ 1 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา
(ในภาพรวม) บทที่ 5 เรื่อง ไฟฟ้า แผนการสอน เรื่อง โคมไฟจากลั้งกระดาษ

รายการประเมิน	คะแนนผู้เชี่ยวชาญ			เฉลี่ย (\bar{X})	S.D.	ระดับ ความ เหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
1. รายละเอียดแผนการจัดการเรียนรู้						
1.1 แผนการจัดการเรียนรู้ มีความเหมาะสม และมีความสอดคล้องสัมพันธ์กันกับเนื้อหา	5	5	4	4.67	.58	มากที่สุด
1.2 แผนการจัดการเรียนรู้ มีความเหมาะสม และมีความสอดคล้องสัมพันธ์กันกับเนื้อหา	5	4	5	4.67	.58	มากที่สุด
1.3 แผนการจัดการเรียนรู้มีการนำสาระการ เรียนรู้มาบูรณาการตามแนวทางสะเต็มศึกษา กับ วิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และ คณิตศาสตร์	5	5	4	4.67	.58	มากที่สุด
1.4 จุดประสงค์การเรียนรู้มีความชัดเจน ครอบคลุมเนื้อหาสาระ	5	4	4	4.33	.58	มาก
1.5 จุดประสงค์การเรียนรู้มุ่งให้นักเรียนได้มี การพัฒนาด้านความรู้ กระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ และเจตคติที่ดีต่อวิชาวิทยาศาสตร์	5	5	5	5.00	.00	มากที่สุด
1.6 มีช่วงเวลาที่ใช้ในการสอนมีความ เหมาะสมกับเรื่องที่สอน	5	4	5	4.67	.58	มากที่สุด
2. กิจกรรมการเรียนรู้						
2.1 กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับ จุดประสงค์และเนื้อหาสาระ ตรงตามที่กำหนดไว้	5	5	4	4.67	.58	มากที่สุด
2.2 กิจกรรมการเรียนรู้ที่จัดขึ้นทำให้ผู้เรียน เกิดทักษะด้าน ความรู้ กระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ และเจตคติที่ดีต่อวิชาวิทยาศาสตร์	5	5	5	5.00	.00	มากที่สุด
2.3 กิจกรรมการเรียนรู้ผู้เรียนสามารถปฏิบัติ ได้จริง และมีความปลอดภัย	5	5	5	5.00	.00	มากที่สุด

ตารางภาคผนวกที่ 1 (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนนผู้เชี่ยวชาญ			เฉลี่ย (\bar{X})	S.D.	ระดับ ความ เหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
2.4 กิจกรรมการเรียนรู้มีการบูรณาการสอน กับวิชา วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และ คณิตศาสตร์	4	5	4	4.33	.58	มาก
2.5 กิจกรรมการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นให้ นักเรียนเรียนรู้จากการปฏิบัติเรียนรู้ค้นคว้าหา ความรู้ และออกแบบชิ้นงานด้วยตนเอง	5	5	5	5.00	.00	มากที่สุด
2.6 กิจกรรมการจัดการเรียนรู้เป็นการฝึกให้ นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์	5	5	5	5.00	.00	มากที่สุด
2.7 กิจกรรมการจัดการเรียนรู้เป็นการฝึกให้ นักเรียนการแสดงความคิดเห็นของตนเองต่อ ผลงานของเพื่อนในชั้นเรียน	5	5	4	4.67	.58	มากที่สุด
3. วัสดุอุปกรณ์						
3.1 วัสดุอุปกรณ์ในการทำกิจกรรม มีความ หลากหลายและเหมาะสมในการจัดกิจกรรมการ เรียนรู้	5	4	4	4.33	.58	มาก
4.การวัดและประเมินผล						
4.1 วัดประเมินผลจากชิ้นงานที่ได้จากการนำ ความรู้ไปใช้ ในการออกแบบชิ้นงาน	5	5	4	4.67	.58	มากที่สุด
4.2 มีการวัดและประเมินผลที่สอดคล้องกับ จุดประสงค์การเรียนรู้ตามที่กำหนดไว้	5	5	5	5.00	.00	มากที่สุด
สรุป				4.73	.36	มากที่สุด

ตารางภาคผนวกที่ 2 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา
(ในภาพรวม) บทที่ 5 เรื่อง ไฟฟ้า แผนการสอน เรื่อง รถที่มีพลัง (Power Car)

รายการประเมิน	คะแนนผู้เชี่ยวชาญ			เฉลี่ย (\bar{X})	S.D.	ระดับ ความ เหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
1. รายละเอียดแผนการจัดการเรียนรู้						
1.1 แผนการจัดการเรียนรู้ มีความเหมาะสม และมีความสอดคล้องสัมพันธ์กันกับเนื้อหา	5	5	4	4.67	.58	มากที่สุด
1.2 แผนการจัดการเรียนรู้ มีความเหมาะสม และมีความสอดคล้องสัมพันธ์กันกับเนื้อหา	5	4	5	4.67	.58	มากที่สุด
1.3 แผนการจัดการเรียนรู้มีการนำสาระการ เรียนรู้มาบูรณาการตามแนวทางสะเต็มศึกษา กับวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และ คณิตศาสตร์	5	5	4	4.67	.58	มากที่สุด
1.4 จุดประสงค์การเรียนรู้มีความชัดเจน ครอบคลุมเนื้อหาสาระ	5	4	4	4.33	.58	มาก
1.5 จุดประสงค์การเรียนรู้มุ่งให้นักเรียนได้มี การพัฒนาด้านความรู้ กระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ และเจตคติที่ดีต่อวิชาวิทยาศาสตร์	5	5	5	5.00	.00	มากที่สุด
1.6 มีช่วงเวลาที่ใช้ในการสอนมีความ เหมาะสมกับเรื่องที่สอน	5	4	5	4.67	.58	มากที่สุด
2. กิจกรรมการเรียนรู้						
2.1 กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับ จุดประสงค์และเนื้อหาสาระ ตรงตามที่กำหนด ไว้	5	5	4	4.67	.58	มากที่สุด
2.2 กิจกรรมการเรียนรู้ที่จัดขึ้นทำให้ผู้เรียน เกิดทักษะด้าน ความรู้ กระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ และเจตคติที่ดีต่อวิชาวิทยาศาสตร์	5	5	5	5.00	.00	มากที่สุด
2.3 กิจกรรมการเรียนรู้ผู้เรียนสามารถปฏิบัติ ได้จริง และมีความปลอดภัย	5	5	5	5.00	.00	มากที่สุด

ตารางภาคผนวกที่ 2 (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนนผู้เชี่ยวชาญ			เฉลี่ย (\bar{X})	S.D.	ระดับ ความ เหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
2.4 กิจกรรมการเรียนรู้มีการบูรณาการสอน กับวิชา วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และ คณิตศาสตร์	4	5	4	4.33	.58	มาก
2.5 กิจกรรมการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นให้ นักเรียนเรียนรู้จากการปฏิบัติเรียนรู้ค้นคว้าหา ความรู้ และออกแบบชิ้นงานด้วยตนเอง	5	5	5	5.00	.00	มากที่สุด
2.6 กิจกรรมการจัดการเรียนรู้เป็นการฝึกให้ นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์	5	5	4	4.67	.58	มากที่สุด
2.7 กิจกรรมการจัดการเรียนรู้เป็นการฝึกให้ นักเรียนการแสดงความคิดเห็นของตนเองต่อ ผลงานของเพื่อนในชั้นเรียน	5	5	4	4.67	.58	มากที่สุด
3. วัสดุอุปกรณ์						
3.1 วัสดุอุปกรณ์ในการทำกิจกรรม มีความ หลากหลายและเหมาะสมในการจัดกิจกรรมการ เรียนรู้	5	4	3	4.00	1.00	มาก
4. การวัดและประเมินผล						
4.1 วัดประเมินผลจากชิ้นงานที่ได้จากการนำ ความรู้ไปใช้ ในการออกแบบชิ้นงาน	5	5	4	4.67	.58	มากที่สุด
4.2 มีการวัดและประเมินผลที่สอดคล้องกับ จุดประสงค์การเรียนรู้ตามที่กำหนดไว้	5	5	5	5.00	.00	มากที่สุด
สรุป				4.69	.42	มากที่สุด

ตารางภาคผนวกที่ 3 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา
(ในภาพรวม) บทที่ 5 เรื่อง ไฟฟ้า แผนการสอน เรื่อง ตะเกียงของนักเดินทาง

รายการประเมิน	คะแนนผู้เชี่ยวชาญ			เฉลี่ย (\bar{X})	S.D.	ระดับ ความ เหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
1. รายละเอียดแผนการจัดการเรียนรู้						
1.1 แผนการจัดการเรียนรู้ มีความเหมาะสม และมีความสอดคล้องสัมพันธ์กันกับเนื้อหา	4	5	4	4.33	.58	มาก
1.2 แผนการจัดการเรียนรู้ มีความเหมาะสม และมีความสอดคล้องสัมพันธ์กันกับเนื้อหา	5	4	5	4.67	.58	มากที่สุด
1.3 แผนการจัดการเรียนรู้มีการนำสาระการ เรียนรู้มาบูรณาการตามแนวทางสะเต็มศึกษา กับวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และ คณิตศาสตร์	5	5	4	4.67	.58	มากที่สุด
1.4 จุดประสงค์การเรียนรู้มีความชัดเจน ครอบคลุมเนื้อหาสาระ	5	4	4	4.33	.58	มาก
1.5 จุดประสงค์การเรียนรู้มุ่งให้นักเรียนได้มี การพัฒนาด้านความรู้ กระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ และเจตคติที่ดีต่อวิชาวิทยาศาสตร์	5	5	5	5.00	.00	มากที่สุด
1.6 มีช่วงเวลาที่ใช้ในการสอนมีความ เหมาะสมกับเรื่องที่สอน	5	4	5	4.67	.58	มากที่สุด
2. กิจกรรมการเรียนรู้						
2.1 กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับ จุดประสงค์และเนื้อหาสาระ ตรงตามที่กำหนด ไว้	5	5	4	4.67	.58	มากที่สุด
2.2 กิจกรรมการเรียนรู้ที่จัดขึ้นทำให้ผู้เรียน เกิดทักษะด้าน ความรู้ กระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ และเจตคติที่ดีต่อวิชาวิทยาศาสตร์	5	5	5	5.00	.00	มากที่สุด
2.3 กิจกรรมการเรียนรู้ผู้เรียนสามารถปฏิบัติ ได้จริง และมีความปลอดภัย	5	5	5	5.00	.00	มากที่สุด

ตารางภาคผนวกที่ 3 (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนนผู้เชี่ยวชาญ			เฉลี่ย (\bar{X})	S.D.	ระดับ ความ เหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
2.4 กิจกรรมการเรียนรู้มีการบูรณาการสอน กับวิชา วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และ คณิตศาสตร์	4	5	4	4.33	.58	มาก
2.5 กิจกรรมการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นให้ นักเรียนเรียนรู้จากการปฏิบัติเรียนรู้ค้นคว้าหา ความรู้ และออกแบบชิ้นงานด้วยตนเอง	5	5	5	5.00	.00	มากที่สุด
2.6 กิจกรรมการจัดการเรียนรู้เป็นการฝึกให้ นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์	5	5	4	4.67	.58	มากที่สุด
2.7 กิจกรรมการจัดการเรียนรู้เป็นการฝึกให้ นักเรียนการแสดงความคิดเห็นของตนเองต่อ ผลงานของเพื่อนในชั้นเรียน	5	5	4	4.67	.58	มากที่สุด
3. วัสดุอุปกรณ์						
3.1 วัสดุอุปกรณ์ในการทำกิจกรรม มีความ หลากหลายและเหมาะสมในการจัดกิจกรรมการ เรียนรู้	5	4	3	4.00	1.00	มาก
4. การวัดและประเมินผล						
4.1 วัดประเมินผลจากชิ้นงานที่ได้จากการนำ ความรู้ไปใช้ ในการออกแบบชิ้นงาน	5	5	4	4.67	.58	มากที่สุด
4.2 มีการวัดและประเมินผลที่สอดคล้องกับ จุดประสงค์การเรียนรู้ตามที่กำหนดไว้	5	5	5	5.00	.00	มากที่สุด
สรุป				4.67	.42	มากที่สุด

ตารางภาคผนวกที่ 4 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา
(ในภาพรวม) บทที่ 5 เรื่อง ไฟฟ้า แผนการสอน เรื่อง เครื่องปรับอากาศตัวร้อน

รายการประเมิน	คะแนนผู้เชี่ยวชาญ			เฉลี่ย (\bar{X})	S.D.	ระดับ ความ เหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
1. รายละเอียดแผนการจัดการเรียนรู้						
1.1 แผนการจัดการเรียนรู้ มีความเหมาะสม และมีความสอดคล้องสัมพันธ์กันกับเนื้อหา	5	5	4	4.67	.58	มากที่สุด
1.2 แผนการจัดการเรียนรู้ มีความเหมาะสม และมีความสอดคล้องสัมพันธ์กันกับเนื้อหา	5	4	5	4.67	.58	มากที่สุด
1.3 แผนการจัดการเรียนรู้มีการนำสาระการ เรียนรู้มาบูรณาการตามแนวทางสะเต็มศึกษา กับวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และ คณิตศาสตร์	5	5	4	4.67	.58	มากที่สุด
1.4 จุดประสงค์การเรียนรู้มีความชัดเจน ครอบคลุมเนื้อหาสาระ	5	4	3	4.00	1.00	มาก
1.5 จุดประสงค์การเรียนรู้มุ่งให้นักเรียนได้มี การพัฒนาด้านความรู้ กระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ และเจตคติที่ดีต่อวิชาวิทยาศาสตร์	5	5	5	5.00	.00	มากที่สุด
1.6 มีช่วงเวลาที่ใช้ในการสอนมีความ เหมาะสมกับเรื่องที่สอน	5	4	5	4.67	.58	มากที่สุด
2. กิจกรรมการเรียนรู้						
2.1 กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับ จุดประสงค์และเนื้อหาสาระ ตรงตามที่กำหนด ไว้	5	5	3	4.33	1.15	มาก
2.2 กิจกรรมการเรียนรู้ที่จัดขึ้นทำให้ผู้เรียน เกิดทักษะด้าน ความรู้ กระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ และเจตคติที่ดีต่อวิชาวิทยาศาสตร์	5	5	4	4.67	.58	มากที่สุด
2.3 กิจกรรมการเรียนรู้ผู้เรียนสามารถปฏิบัติ ได้จริง และมีความปลอดภัย	5	5	5	5.00	.00	มากที่สุด

ตารางภาคผนวกที่ 4 (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนนผู้เชี่ยวชาญ			เฉลี่ย (\bar{X})	S.D.	ระดับ ความ เหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
2.4 กิจกรรมการเรียนรู้มีการบูรณาการสอน กับวิชา วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และ คณิตศาสตร์	5	5	4	4.67	.58	มากที่สุด
2.5 กิจกรรมการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นให้ นักเรียนเรียนรู้จากการปฏิบัติเรียนรู้ค้นคว้าหา ความรู้ และออกแบบชิ้นงานด้วยตนเอง	5	5	5	5.00	.00	มากที่สุด
2.6 กิจกรรมการจัดการเรียนรู้เป็นการฝึกให้ นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์	5	5	5	5.00	.00	มากที่สุด
2.7 กิจกรรมการจัดการเรียนรู้เป็นการฝึกให้ นักเรียนการแสดงความคิดเห็นของตนเองต่อ ผลงานของเพื่อนในชั้นเรียน	5	5	4	4.67	.58	มากที่สุด
3. วัสดุอุปกรณ์						
3.1 วัสดุอุปกรณ์ในการทำกิจกรรม มีความ หลากหลายและเหมาะสมในการจัดกิจกรรมการ เรียนรู้	5	4	3	4.00	1.00	มาก
4. การวัดและประเมินผล						
4.1 วัดประเมินผลจากชิ้นงานที่ได้จากการนำ ความรู้ไปใช้ ในการออกแบบชิ้นงาน	5	5	4	4.67	.58	มากที่สุด
4.2 มีการวัดและประเมินผลที่สอดคล้องกับ จุดประสงค์การเรียนรู้ตามที่กำหนดไว้	5	5	5	5.00	.00	มากที่สุด
สรุป				4.67	.47	มากที่สุด

ตารางภาคผนวกที่ 5 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ไฟฟ้า

ข้อ	ผู้เชี่ยวชาญ			ค่า IOC	สรุปผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
1 *	1	1	1	1.0000	ใช้ได้
2 *	1	1	1	1.0000	ใช้ได้
3 *	1	1	1	1.0000	ใช้ได้
4 *	1	1	1	1.0000	ใช้ได้
5 *	1	1	1	1.0000	ใช้ได้
6 *	1	0	1	.6667	ใช้ได้
7 *	1	0	1	.6667	ใช้ได้
8 *	1	1	1	1.0000	ใช้ได้
9 *	0	1	1	.6667	ใช้ได้
10 *	1	1	1	1.0000	ใช้ได้
11 *	1	1	1	1.0000	ใช้ได้
12 *	1	1	1	1.0000	ใช้ได้
13 *	0	1	1	.6667	ใช้ได้
14 *	1	1	1	1.0000	ใช้ได้
15 *	1	1	1	1.0000	ใช้ได้
16 *	0	1	1	.6667	ใช้ได้
17 *	1	1	1	1.0000	ใช้ได้
18 *	1	1	1	1.0000	ใช้ได้
19 *	1	1	1	1.0000	ใช้ได้
20 *	0	1	1	.6667	ใช้ได้
21 *	1	1	1	1.0000	ใช้ได้
22 *	1	1	1	1.0000	ใช้ได้
23 *	1	1	1	1.0000	ใช้ได้
24 *	1	1	1	1.0000	ใช้ได้
25 *	1	1	1	1.0000	ใช้ได้
26 *	1	1	1	1.0000	ใช้ได้
27 *	1	1	1	1.0000	ใช้ได้
28	1	-1	1	.3333	ใช้ไม่ได้
29 *	1	1	1	1.0000	ใช้ได้
30 *	1	1	1	1.0000	ใช้ได้

ตารางภาคผนวกที่ 5 (ต่อ)

ข้อ	ผู้เชี่ยวชาญ			ค่า IOC	สรุปผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
31 *	1	1	1	1.0000	ใช้ได้
32 *	1	1	1	1.0000	ใช้ได้
33 *	1	1	0	.6667	ใช้ได้
34 *	0	1	1	.6667	ใช้ได้
35 *	1	1	1	1.0000	ใช้ได้
36 *	1	1	1	1.0000	ใช้ได้
37 *	1	1	1	1.0000	ใช้ได้
38 *	1	1	1	1.0000	ใช้ได้
39 *	1	1	1	1.0000	ใช้ได้
40 *	1	1	1	1.0000	ใช้ได้
41 *	1	1	1	1.0000	ใช้ได้
42 *	1	1	1	1.0000	ใช้ได้
43 *	1	1	0	.6667	ใช้ได้
44 *	1	1	0	.6667	ใช้ได้
45 *	1	1	1	1.0000	ใช้ได้
46 *	1	1	1	1.0000	ใช้ได้
47 *	1	1	1	1.0000	ใช้ได้
48 *	1	1	1	1.0000	ใช้ได้
49 *	1	1	1	1.0000	ใช้ได้
50 *	1	1	1	1.0000	ใช้ได้
51 *	1	1	1	1.0000	ใช้ได้
52 *	1	1	1	1.0000	ใช้ได้

หมายเหตุ เครื่องหมาย * คือสัญลักษณ์ข้อสอบที่นำไปใช้จริง

ตารางภาคผนวกที่ 6 ค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ข้อ	ค่าความยากง่าย	ค่าอำนาจจำแนก	ข้อ	ค่าความยากง่าย	ค่าอำนาจจำแนก
1*	.77	.20	27*	.37	.20
2	.80	.40	28	.43	-.07
3	.87	.27	29*	.43	.20
4*	.77	.33	30*	.77	.20
5	.83	.33	31	.97	.07
6*	.63	.47	32*	.53	.27
7*	.77	.20	33*	.70	.20
8*	.77	.33	34*	.63	.33
9	.80	-.13	35*	.67	.27
10	.87	.13	36	.93	.00
11	.87	.13	37	.87	.00
12*	.77	.20	38*	.73	.27
13*	.33	.40	39	.23	.33
14*	.37	.20	40*	.70	.47
15*	.57	.47	41	.37	-.07
16*	.37	.33	42	.97	.07
17	.83	.20	43	.97	.07
18	.97	.07	44	.03	.07
19*	.77	.47	45*	.73	.53
20	.93	.13	46*	.60	.53
21*	.77	.33	47*	.37	.33
22	.73	.00	48*	.67	.53
23	.73	.00	49*	.70	.33
24*	.77	.47	50	.37	.07
25	.90	.20	51*	.67	.40
26*	.73	.53	52*	.73	.27

หมายเหตุ เครื่องหมาย * คือสัญลักษณ์ข้อสอบที่นำไปใช้จริง

ตารางภาคผนวกที่ 7 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

คนที่	ข้อที่														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0
2	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0
3	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	0
4	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
5	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1
6	1	1	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
7	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1
8	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0
9	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0
10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0
11	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1
12	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1	0	1	1
13	1	1	0	1	0	1	0	0	1	1	1	1	0	1	0
14	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1
15	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0
16	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1
17	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0
18	1	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0
19	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0
20	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0
21	1	1	0	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1
22	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1
23	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	0
24	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0
25	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0
26	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0
27	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1
28	1	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0
29	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1
30	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	1
$\sum x$	24	23	19	23	23	23	10	10	17	11	23	23	23	22	12
p	.80	.76	.63	.76	.76	.76	.33	.33	.56	.36	.76	.76	.76	.73	.40
q	.20	.23	.36	.23	.23	.23	.66	.66	.43	.63	.23	.23	.23	.26	.60

ตารางภาคผนวกที่ 7 (ต่อ)

คนที่	ข้อที่															X	X ²
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30		
1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1	0	18	324
2	1	0	1	0	1	1	0	1	1	0	0	0	1	0	1	12	144
3	0	1	1	0	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1	0	15	225
4	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	0	11	121
5	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	28	784
6	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	22	484
7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	27	729
8	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	8	64
9	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	25	625
10	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	24	576
11	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	28	784
12	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	20	400
13	0	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	18	324
14	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	0	1	0	14	196
15	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	22	484
16	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0	20	400
17	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	0	0	19	361
18	0	1	0	0	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0	20	400
19	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	25	625
20	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	25	625
21	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	23	529
22	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0	23	529
23	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	23	529
24	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	14	196
25	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	23	529
26	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	19	361
27	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	25	625
28	0	1	0	1	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	15	225
29	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	19	361
30	1	1	1	0	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	20	400
$\sum X$	13	23	16	21	19	20	22	21	29	21	13	25	25	25	13	605	12,959
P	.43	.76	.53	.70	.63	.66	.73	.70	.96	.70	.43	.83	.83	.83	.43	$\sum qp = 5.76$ $S_t^2 = 25.27$	
q	.56	.23	.46	.30	.36	.33	.26	.30	.03	.30	.56	.16	.16	.16	.56		

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คำนวณจากสูตร KR-20 ของ คูเดอร์ -ริชาร์ดสัน (Kuder Richardson) เท่ากับ 0.79 จากสูตรดังนี้

$$r_{tt} = \frac{K}{k-1} \left(1 - \frac{\sum qp}{S_t^2} \right)$$

ตารางภาคผนวกที่ 8 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ เรื่องไฟฟ้า

ข้อ	ผู้เชี่ยวชาญ			ค่า IOC	สรุปผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
ความคิดคล่องแคล่ว (Fluency)					
1*	+1	0	+1	0.67	ใช้ได้
2	+1	0	+1	0.67	ใช้ได้
ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility)					
3	+1	0	+1	0.67	ใช้ได้
4*	+1	0	+1	0.67	ใช้ได้
ความคิดริเริ่ม (Originality)					
5*	+1	0	+1	0.67	ใช้ได้
ความคิดละเอียดลออ (Elaboration)					
6*	+1	0	+1	0.67	ใช้ได้
ความคิดริเริ่ม (Originality) และ ความคิดละเอียดลออ (Elaboration)					
7	+1	0	+1	0.67	ใช้ได้

หมายเหตุ

- เครื่องหมาย * คือสัญลักษณ์ข้อสอบที่นำไปใช้จริง

- จากข้อที่เลือก จำนวน 4 ข้อ ได้แก่

ข้อที่ 1 วัดความคิดคล่องแคล่ว

ข้อที่ 2 วัดความคิดยืดหยุ่น

ข้อที่ 3 วัดความคิดริเริ่ม

ข้อที่ 4 วัดความคิดละเอียดลออ

ตารางภาคผนวกที่ 9 ค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง ไฟฟ้า (โดยใช้เทคนิค 37%)

คนที่	ข้อที่							N _T
	1*	2	3	4*	5*	6*	7	
1	4	3	2	3	4	3	4	22
2	4	2	2	3	4	3	1	22
3	3	2	1	3	4	4	2	22
4	4	2	2	4	3	4	3	22
5	3	2	2	3	3	3	2	22
6	4	3	1	4	4	4	3	22
7	3	2	2	3	4	3	2	22
8	4	3	3	3	3	3	1	22
9	4	2	0	4	3	3	4	22
10	4	2	2	4	3	3	3	22
11	4	3	1	3	3	4	2	22
12	4	4	1	0	3	0	0	22
13	3	0	2	0	3	3	1	22
14	4	2	1	0	2	2	0	22
15	1	3	1	2	1	2	1	22
16	3	0	2	0	3	2	1	22
17	2	2	1	2	2	1	1	22
18	1	3	1	1	2	1	1	22
19	2	2	1	1	1	1	2	22
20	2	2	1	2	1	1	0	22
21	4	0	0	0	2	2	0	22
22	2	1	1	1	0	0	2	22
S _H	41	26	18	37	38	37	27	
S _L	28	19	12	9	20	15	9	
X _{Max}	4	4	3	3	4	4	4	
X _{Min}	1	0	0	0	0	0	0	
N _H	11	11	11	11	11	11	11	
ค่าความยาก (P _E)	.71	.51	.45	.70	.66	.59	.41	
ค่าอำนาจจำแนก (D)	.39	.16	.18	.85	.41	.50	.41	
สรุปผล	ใช้ได้	ใช้ไม่ได้	ใช้ไม่ได้	ใช้ได้	ใช้ได้	ใช้ได้	ใช้ได้	

หมายเหตุ เครื่องหมาย * คือสัญลักษณ์ข้อสอบที่นำไปใช้จริง

ตารางภาคผนวกที่ 10 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์

ข้อมูล	ข้อที่ 1	ข้อที่ 4	ข้อที่ 5	ข้อที่ 6	ผลรวมคะแนน
1	4	0	2	2	8
2	3	3	4	4	14
3	4	4	3	4	15
4	4	3	3	3	13
5	2	1	0	0	3
6	2	2	2	3	9
7	2	1	0	0	3
8	3	2	1	1	7
9	2	2	1	2	7
10	4	3	4	3	14
11	3	1	1	2	7
12	4	4	3	3	14
13	4	4	3	3	14
14	4	0	2	2	8
15	2	2	1	1	6
16	1	2	1	2	6
17	4	3	4	3	14
18	2	2	1	1	6
19	3	3	3	3	12
20	2	1	1	1	5
21	2	0	3	4	9
22	3	0	3	2	8
23	4	3	3	4	14
24	4	4	4	4	16
25	3	3	4	3	13
26	4	0	3	0	7
27	1	1	2	1	5

ตารางภาคผนวกที่ 10 (ต่อ)

ข้อมูล	ข้อที่ 1	ข้อที่ 4	ข้อที่ 5	ข้อที่ 6	ผลรวมคะแนน
28	2	2	2	1	7
29	3	0	3	3	9
30	3	0	3	2	8
$\sum S_i^2$.93	1.85	1.42	1.51	5.71
S_t^2					14.23
ค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา α เท่ากับ					.80





ภาคผนวก จ

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

- ผลคะแนนสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ไฟฟ้า ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 (ก่อนเรียน-หลังเรียน)
- ผลคะแนนสอบความคิดสร้างสรรค์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ไฟฟ้า ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 (ก่อนเรียน-หลังเรียน)

ตารางภาคผนวกที่ 11 คะแนนสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ไฟฟ้า ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
(ก่อนเรียน-หลังเรียน)

จำนวนนักเรียน	คะแนนสอบ (30คะแนน)		ค่าต่าง (D)	ค่าต่าง ² (D ²)
	ก่อนเรียน	หลังเรียน		
1	7	17	10.00	100.00
2	4	21	17.00	289.00
3	12	17	5.00	25.00
4	11	22	11.00	121.00
5	5	24	19.00	361.00
6	6	19	13.00	169.00
7	9	21	12.00	144.00
8	8	19	11.00	121.00
9	15	23	8.00	64.00
10	5	20	15.00	225.00
11	7	16	9.00	81.00
12	10	16	6.00	36.00
13	5	23	18.00	324.00
14	10	18	8.00	64.00
15	8	16	8.00	64.00
16	6	15	9.00	81.00
17	10	23	13.00	169.00
18	4	20	16.00	256.00
19	7	23	16.00	256.00
20	7	16	9.00	81.00
21	8	20	12.00	144.00
22	9	26	17.00	289.00
23	4	18	14.00	196.00
24	7	20	13.00	169.00
25	9	16	7.00	49.00
26	8	22	14.00	196.00

ตารางภาคผนวกที่ 11 (ต่อ)

จำนวนนักเรียน	คะแนนสอบ (30คะแนน)		ค่าต่าง (D)	ค่าต่าง ² (D ²)
	ก่อนเรียน	หลังเรียน		
27	7	18	11.00	121.00
28	5	18	13.00	169.00
29	6	21	15.00	225.00
30	7	21	14.00	196.00
31	4	22	18.00	324.00
32	7	22	15.00	225.00
33	6	23	17.00	289.00
34	10	15	5.00	25.00
35	8	28	20.00	400.00
36	5	21	16.00	256.00
37	4	23	19.00	361.00
38	13	18	5.00	25.00
39	11	16	5.00	25.00
40	4	22	18.00	324.00
รวม	298	799	501	7,039

ตารางภาคผนวกที่ 12 คะแนนสอบความคิดสร้างสรรค์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ไฟฟ้า ชั้นประถมศึกษา
ปีที่ 6 (ก่อนเรียน-หลังเรียน)

จำนวนนักเรียน	คะแนนสอบ (30คะแนน)		ค่าต่าง (D)	ค่าต่าง ² (D ²)
	ก่อนเรียน	หลังเรียน		
1	7.00	12.00	5.00	25.00
2	9.00	13.00	4.00	16.00
3	7.00	10.00	3.00	9.00
4	10.00	12.00	2.00	4.00
5	10.00	12.00	2.00	4.00
6	5.00	9.00	4.00	16.00
7	10.00	12.00	2.00	4.00
8	2.00	12.00	10.00	100.00
9	10.00	12.00	2.00	4.00
10	7.00	12.00	5.00	25.00
11	5.00	12.00	7.00	49.00
12	10.00	13.00	3.00	9.00
13	1.00	11.00	10.00	100.00
14	5.00	13.00	8.00	64.00
15	4.00	9.00	5.00	25.00
16	5.00	13.00	8.00	64.00
17	4.00	11.00	7.00	49.00
18	5.00	12.00	7.00	49.00
19	9.00	10.00	1.00	1.00
20	1.00	9.00	8.00	64.00
21	9.00	13.00	4.00	16.00
22	4.00	11.00	7.00	49.00
23	5.00	8.00	3.00	9.00
24	8.00	13.00	5.00	25.00
25	6.00	12.00	6.00	36.00

ตารางภาคผนวกที่ 12 (ต่อ)

จำนวนนักเรียน	คะแนนสอบ (30คะแนน)		ค่าต่าง (D)	ค่าต่าง ² (D ²)
	ก่อนเรียน	หลังเรียน		
26	7.00	9.00	2.00	4.00
27	5.00	8.00	3.00	9.00
28	6.00	10.00	4.00	16.00
29	7.00	8.00	1.00	1.00
30	1.00	11.00	10.00	100.00
31	11.00	12.00	1.00	1.00
32	1.00	9.00	8.00	64.00
33	6.00	10.00	4.00	16.00
34	2.00	8.00	6.00	36.00
35	4.00	12.00	8.00	64.00
36	7.00	14.00	7.00	49.00
37	3.00	11.00	8.00	64.00
38	5.00	11.00	6.00	36.00
39	4.00	15.00	11.00	121.00
40	1.00	14.00	13.00	169.00
รวม	228.00	448.00	220.00	1,566.00

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ	นางสาวพิทยาภรณ์ ปัญญาหอม
วัน เดือน ปีเกิด	12 สิงหาคม 2533
สถานที่เกิด	อำเภอบ้านหมี่ จังหวัดลพบุรี
ประวัติการศึกษา	ปริญญาตรี เอกวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ ปี พ.ศ. 2557
สถานที่ทำงาน	โรงเรียนวัดชันสูตร อำเภอบางระจัน จังหวัดสิงห์บุรี
ตำแหน่ง	ครู ค.ศ.1

