

การจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสเต็มศึกษาผสานปรากฏการณ์เป็นฐาน
เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

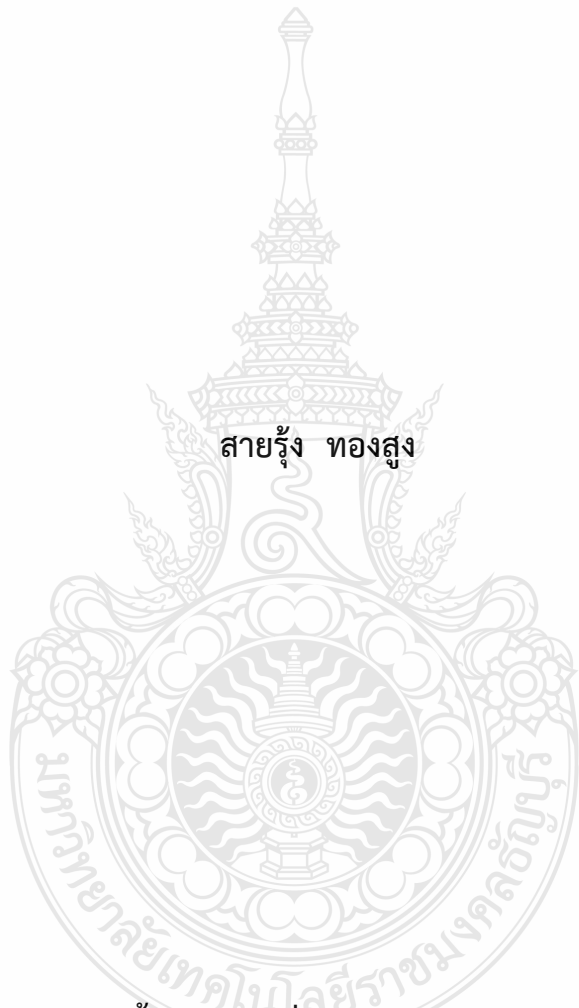
LEARNING MANAGEMENT THROUGH THE COMBINATION OF
STEAM EDUCATION AND PHENOMENON-BASED
LEARNING TO DEVELOP CREATIVE THINKING OF
SECONDARY 6 (GRADE 12) STUDENTS



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการพัฒนาหลักสูตรและนวัตกรรมการสอน
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ปีการศึกษา 2565
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

การจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสเต็มศึกษาผสานปรากฏการณ์
เป็นฐาน เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

สายรุ้ง ทองสูง



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการพัฒนาหลักสูตรและนวัตกรรมการสอน
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ปีการศึกษา 2565
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นงานวิจัยที่เกิดจากการค้นคว้าและวิจัย ขณะที่ข้าพเจ้าศึกษาอยู่ใน คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ดังนั้น งานวิจัยในวิทยานิพนธ์ ฉบับนี้ถือเป็นลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี และข้อความต่าง ๆ ในวิทยานิพนธ์ ฉบับนี้ ข้าพเจ้าขอรับรองว่าไม่มีการคัดลอกหรือนำงานวิจัยของผู้อื่นมานำเสนอในชื่อของข้าพเจ้า

This thesis consists of research materials conducted at Faculty of Technical Education, Rajamangala University of Technology Thanyaburi and hence the copyright owner. I hereby certify that the thesis does not contain any forms of plagiarism.



(..นางสาวสายรุ้ง ทองสูง..)



COPYRIGHT © 2023

FACULTY OF TECHNICAL EDUCATIONAL

RAJAMANGALA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY THANYABURI

ลิขสิทธิ์ พ.ศ. 2565

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

หัวข้อวิทยานิพนธ์

การจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสติศึกษาผสานปรากฏการณ์เป็นฐาน
เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6
Learning Management Through the Combination of STEAM
Education and Phenomenon-Based Learning to Develop
Creative Thinking of Secondary 6 (Grade 12) Students

ชื่อ - นามสกุล

นางสาวสายรุ้ง ทองสูง

สาขาวิชา

การพัฒนาหลักสูตรและนวัตกรรมการสอน

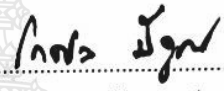
อาจารย์ที่ปรึกษา

ผู้ช่วยศาสตราจารย์สริน เจริมไธสง, ค.ด.

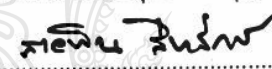
ปีการศึกษา

2564

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

 ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์โกศล มีคุณ, กศ.ด.)

 กรรมการ
(รองศาสตราจารย์สุทธิพร บุญส่ง, ศษ.ด.)

 กรรมการ
(อาจารย์สายพิน สิริรักษ์, ค.ด.)

 กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สริน เจริมไธสง, ค.ด.)

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี อนุมัติวิทยานิพนธ์ฉบับนี้
เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโท

 คณบดีคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์อานนท์ นิยมผล, ค.อ.ม.)
วันที่...28...เดือน...มิถุนายน...พ.ศ. 2565...

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสเต็มศึกษาสถานปรางค์การณเป็นฐาน เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6
ชื่อ – นามสกุล	นางสาวสายรุ้ง ทองสูง
สาขาวิชา	การพัฒนาหลักสูตรและนวัตกรรมการสอน
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์สริน เจริมไธสง, ค.ด.
ปีการศึกษา	2564

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังการจัดการเรียนการสอนแบบปกติ 2) เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสเต็มศึกษาสถานปรางค์การณเป็นฐาน และ 3) เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสเต็มศึกษาสถานปรางค์การณเป็นฐาน และการจัดการเรียนการสอนแบบปกติ

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสระแก้ว จังหวัดสระแก้ว ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 2 ห้อง จำนวน 70 คน โดยการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ และแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที

ผลการวิจัยพบว่า 1) ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียนสูงกว่าก่อนการจัดการเรียนการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียนสูงกว่าก่อนการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสเต็มศึกษาสถานปรางค์การณเป็นฐาน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 3) ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนตามแนวคิดสเต็มศึกษาสถานปรางค์การณเป็นฐาน สูงกว่าการจัดการเรียนการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คำสำคัญ : สเต็มศึกษา ปรางค์การณเป็นฐาน ความคิดสร้างสรรค์

Thesis Title	Learning Management Through the Combination of STEAM Education and Phenomenon-Based Learning to Develop Creative Thinking of Secondary 6 (Grade 12) Students
Name - Surname	Miss Sayrung Tongsoong
Program	Curriculum Development and Instructional Innovation
Thesis Advisor	Assistant Professor Rossarin Jermtaisong, Ph.D.
Academic Year	2021

ABSTRACT

The objectives of this research were to: 1) compare the scientific creative thinking of Secondary 6 (Grade 12) students before and after traditional learning management, 2) compare the scientific creative thinking of Secondary 6 students before and after learning management through the combination of STEAM Education and Phenomenon-based learning, and 3) compare the scientific creative thinking of Secondary 6 students with learning management through the combination of STEAM Education and Phenomenon-based learning and traditional learning management.

The research samples consisted of two classes, 70 students, selected by cluster random sampling of Secondary 6 students in Sakeao school, Sa Keao province in the first semester of the academic year 2020. The research instruments consisted of learning management plans and scientific creative thinking tests. The statistics used for data analysis were percentage, mean, standard deviation, and t-test.

The research results revealed that: 1) the scientific creative thinking of Secondary 6 students after traditional learning management was higher than before at the statistical significance level of .05, 2) the scientific creative thinking of Secondary 6 students after learning management through the combination of STEAM Education and Phenomenon-based learning was higher than before at the statistical significance level of .05, and 3) the scientific creative thinking of Secondary 6 students with learning management through the combination of STEAM Education and Phenomenon-based learning was higher than traditional learning management at the statistical significance level of .05.

Keywords: STEAM Education, Phenomenon-based learning, creative thinking

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงอย่างสมบูรณ์ได้ด้วยความกรุณา และความอนุเคราะห์ของผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รสริน เจริมไธสง อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาสละเวลาให้คำปรึกษา คำแนะนำ และข้อเสนอแนะในปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องจนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.โกศล มีคุณ ประธานกรรมการสอบ รองศาสตราจารย์ ดร.สุทธิพร บุญส่ง ดร.สายพิน สีหรัักษ์ ผู้ทรงคุณวุฒิ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รสริน เจริมไธสง กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ให้ความกรุณาชี้แนะ แก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ เพื่อให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สมบูรณ์

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์กมล เอี่ยมพนากิจ ดร.สุรัตน์ ขวัญบุญจันทร์ ดร.แสงรุ่ง พูลสุวรรณ อาจารย์ภูวิทย์ กนกฤทธิไกรวัล และ อาจารย์ปัญญาพัฒน์ พัฒนญาณนท์ ผู้ทรงคุณวุฒิ ที่ได้สละเวลาในการตรวจสอบเพื่อพัฒนาคุณภาพเครื่องมือในการวิจัย อีกทั้งยังให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงแก้ไขอันเป็นประโยชน์ต่องานวิจัยได้อย่างดียิ่ง

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ภูริพันธ์ เลิศโอภาส และคณาจารย์คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมทุกท่าน ที่ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้นำมาประยุกต์ใช้ในการทำวิทยานิพนธ์ คุณและประโยชน์ของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบแด่บุพการี บุรพจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่าน

สุดท้ายนี้ ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะเป็นประโยชน์สำหรับผู้สนใจ และหากขาดตกบกพร่องประการใด ผู้วิจัยขออภัยมา ณ โอกาสนี้

สายรุ้ง ทองสูง



สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	(3)
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	(4)
กิตติกรรมประกาศ.....	(5)
สารบัญ.....	(6)
สารบัญตาราง.....	(8)
สารบัญภาพ.....	(9)
บทที่ 1 บทนำ.....	10
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	10
1.2 คำถามการวิจัย.....	12
1.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	13
1.4 สมมติฐานการวิจัย.....	13
1.5 ขอบเขตของการวิจัย.....	13
1.6 ตัวแปรที่ศึกษา.....	14
1.7 นิยามศัพท์เฉพาะ.....	14
1.8 กรอบแนวคิดการวิจัย.....	15
1.9 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	15
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	16
2.1 หลักสูตรแกนกลางสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง 2560) ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2551.....	17
2.2 การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสเต็มศึกษา.....	20
2.3 การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน.....	26
2.4 ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์.....	31
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	43
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	47
3.1 แบบแผนการวิจัย.....	47
3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	48
3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	48
3.4 ขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือ.....	49
3.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	60
3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล.....	60

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	64
4.1 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังการจัดการเรียนการสอนแบบปกติ.....	64
4.2 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสเต็มศึกษา ผสานปรากฏการณ์เป็นฐาน.....	66
4.3 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสเต็มศึกษา ผสานปรากฏการณ์เป็นฐานและการจัดการเรียนการสอนแบบปกติ.....	67
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย การอภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	69
5.1 สรุปผลการวิจัย.....	69
5.2 การอภิปรายผล.....	70
5.3 ข้อเสนอแนะ.....	72
บรรณานุกรม.....	73
ภาคผนวก.....	81
ภาคผนวก ก รายนามผู้เชี่ยวชาญที่ตรวจเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	82
หนังสือเชิญผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	84
ภาคผนวก ข เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	89
ภาคผนวก ค แบบประเมินเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	143
ภาคผนวก ง คุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	163
ประวัติผู้เขียน.....	191

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1 โครงสร้างเวลาเรียนหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนสระแก้ว ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 6 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์- คณิตศาสตร์.....	19
ตารางที่ 2.2 แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ของกิลฟอร์ด.....	37
ตารางที่ 2.3 แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ของทอแรนซ์.....	38
ตารางที่ 3.1 แบบแผนการทดลอง The Randomized Pretest-Posttest Control Group Design.....	47
ตารางที่ 3.2 การจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสเต็มศึกษาผสานกับปรากฏการณ์เป็นฐาน.....	49
ตารางที่ 3.3 องค์ประกอบและตัวชี้วัดพฤติกรรมของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์.....	56
ตารางที่ 3.4 เกณฑ์การให้คะแนนความคิดคล่อง.....	57
ตารางที่ 3.5 เกณฑ์การให้คะแนนความคิดยืดหยุ่น.....	57
ตารางที่ 3.6 เกณฑ์การให้คะแนนความคิดริเริ่ม.....	58
ตารางที่ 3.7 เกณฑ์การให้คะแนนความคิดละเอียดลออ.....	58
ตารางที่ 4.1 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยในแต่ละองค์ประกอบของความคิด สร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการจัดการเรียนการสอนแบบปกติ.....	64
ตารางที่ 4.2 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังการจัดการเรียนการสอนแบบปกติ โดยใช้แบบวัด ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์.....	65
ตารางที่ 4.3 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยในแต่ละองค์ประกอบของความคิด สร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิด สเต็มศึกษาผสานปรากฏการณ์เป็นฐาน (3PA).....	66
ตารางที่ 4.4 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสเต็มศึกษา ผสานปรากฏการณ์เป็นฐาน.....	67
ตารางที่ 4.5 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสเต็มศึกษาผสาน ปรากฏการณ์เป็นฐานและการจัดการเรียนการสอนแบบปกติ.....	67

สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 1.1 กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	17
ภาพที่ 2.1 การจัดกิจกรรมเน้นนักเรียนเป็นสำคัญ.....	25
ภาพที่ 3.1 ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสเต็มศึกษาผสานแนวคิดปรากฏการณ์ เป็นฐาน (3PA) เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์.....	53



บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

โลกในปัจจุบันมีการเปลี่ยนแปลงไปอย่างมากในศตวรรษที่ 21 เพราะเทคโนโลยีและความรู้ใหม่ๆ ทำให้บริบทการใช้ชีวิตเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมรวมถึงการศึกษาด้วย ในสมัยก่อนครูเป็นผู้ที่มีบทบาทในการถ่ายทอดความรู้โดยมีนักเรียนเป็นผู้รับ แต่ในปัจจุบันครูมีหน้าที่เพียงแค่อำนวยความสะดวกให้นักเรียน นักเรียนใช้เครื่องมือทางเทคโนโลยีในการแสวงหาความรู้มากกว่าเนื้อหาในตำรา (อักษรเจริญทัศน์, 2559) ความเจริญก้าวหน้าทางเทคโนโลยีสื่อสารจึงทำให้ผู้เรียนสามารถค้นคว้าหาความรู้ได้ด้วยตนเองจากแหล่งเรียนรู้ต่างๆ และสามารถเรียนรู้ได้ตลอดเวลาที่ต้องการ สังคมแห่งการเรียนรู้ในห้องเรียนจึงไม่ได้มีแค่หนังสืออีกต่อไป นักเรียนใช้คอมพิวเตอร์พกพา แท็บเล็ต ไอแพด หรือสมาร์ทโฟนเพื่อการเรียนรู้ เทคโนโลยีจึงเข้ามามีบทบาทอย่างมากในศตวรรษที่ 21 ทำให้โลกปฏิวัติอุตสาหกรรมยุคเก่าไปสู่โลกแห่งดิจิทัล ความต้องการของตลาดแรงงานจึงเปลี่ยนไป การเรียนรู้ภายในห้องเรียนจึงไม่เพียงพออีกต่อไป

ประเทศไทยกำลังเผชิญกับการเปลี่ยนแปลงทางด้านเศรษฐกิจ สังคม การเมือง เทคโนโลยี พลังงานและสิ่งแวดล้อม เช่นเดียวกับประเทศอื่นๆ ทั่วโลก เนื่องจากการเข้ามามีบทบาทของเทคโนโลยีดิจิทัลถือเป็นการเปลี่ยนแปลงของระบบเศรษฐกิจและตลาดแรงงานครั้งสำคัญของโลก เพื่อให้ก้าวทันโลกการค้ายุค 4.0 จุดเปลี่ยนนี้นับเป็นอีกก้าวสำคัญของไทยและประเทศเพื่อนบ้านในอาเซียนที่จะต้องเตรียมตัวรับมือให้ทันกับกระแสการย้ายฐานการผลิต การนำเทคโนโลยีหุ่นยนต์และระบบจักรกลอัตโนมัติเข้ามาใช้เพื่อทดแทนการพึ่งพาแรงงานราคาถูก ทำให้มีการประมาณการกันว่า ภายในปี พ.ศ. 2573 แรงงานกว่า 375 ล้านคนทั่วโลก อาจต้องเปลี่ยนอาชีพหรือหายไป โดยเฉพาะแรงงานที่ไม่สามารถปรับตัวได้ทัน (ชลธิชา ภัทรสิริวรกุล, 2561) ขณะเดียวกันในศตวรรษที่ 21 นี้ จะเกิดตำแหน่งงานใหม่ที่มีทักษะสูงขึ้น การผลิตและพัฒนาทักษะแรงงานให้ตรงกับความต้องการของตลาดที่เปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็วจึงจำเป็นอย่างยิ่งในโลกแห่งปัจจุบัน

การเตรียมคนรุ่นใหม่ให้มีทักษะในศตวรรษที่ 21 (21st Century Skills) ได้แก่ การคิดวิเคราะห์ การสื่อสาร การร่วมมือ และความคิดสร้างสรรค์ รวมถึงทักษะชีวิตและอาชีพ เพื่อให้สามารถดำรงชีวิตที่มีการเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอได้ (พรทิพย์ ศิริภัทราชัย, 2556, น.49-56) โลกยุคใหม่เป็นโลกแห่งการแข่งขันที่มุ่งเน้นการค้าและนวัตกรรม ทำให้ต้องพัฒนาและส่งเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์ซึ่งเป็นทักษะที่สำคัญในศตวรรษที่ 21 ให้แก่พลเมืองในประเทศ เนื่องจากทักษะนี้จะช่วยส่งเสริมให้มนุษย์สังเกตสิ่งรอบตัว ประยุกต์ใช้ความรู้ พัฒนา และสร้างนวัตกรรมให้เป็นสิ่งแปลกใหม่อย่างเหมาะสม ด้วยเหตุนี้ความคิดสร้างสรรค์จึงเป็นหนึ่งในทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ที่ควรพัฒนาให้แก่เยาวชน (Partnership for 21st Century Skills, 2015) และเป็นหนึ่งในทักษะที่ประเทศไทยมีความต้องการ ดังจะเห็นได้จากนโยบาย Thailand 4.0 ซึ่งเป็นนโยบายทางเศรษฐกิจที่ระบุว่า ประเทศไทยจะสามารถเปลี่ยนแปลงจากประเทศที่มีรายได้ระดับปานกลางสู่ประเทศที่มีรายได้สูงจากการสร้างนวัตกรรมได้นั้น ต้องอาศัยกำลังคนที่มี

คุณสมบัติการจัดการวัตถุดิบและทรัพยากร มีการทำงานอย่างเป็นระบบ มีจินตนาการที่แปลกใหม่ และใช้สื่อมัลติมีเดียได้ (Boric, 2017)

ทักษะที่นายจ้างขององค์กรในศตวรรษที่ 21 คาดหวังให้พนักงานมีมากที่สุด คือ ทักษะด้านการคิดวิเคราะห์ (Critical Thinking) และความคิดสร้างสรรค์ (Creativity) เพราะช่วยสร้างรายได้เปรียบคู่แข่ง และเป็นสิ่งที่เทคโนโลยียังไม่สามารถแทนได้ (เสาวลักษณ์ พิสิษฐ์ไพบูลย์, 2559) ดังผลการสำรวจความต้องการแรงงานของนายจ้างและองค์กรเกิดใหม่ในปี พุทธศักราช 2557 ขององค์การเพื่อความร่วมมือทางเศรษฐกิจและการพัฒนา (OECD) ซึ่งเป็นผู้ริเริ่มโครงการประเมินผลนักเรียนร่วมกับนานาชาติ (Programme for International Student Assessment: PISA) และจากผลการประเมินคุณภาพภายนอกของสถานศึกษา รอบสาม (พ.ศ. 2554 - 2558) ของสำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา (องค์การมหาชน) (สมศ.) พบว่า ผู้เรียนยังขาดทักษะการค้นคว้า ความคิดสร้างสรรค์ ทางนวัตกรรมและสิ่งประดิษฐ์ จึงได้มีการมุ่งเน้นโดยเน้นการพัฒนาทักษะ การคิดวิเคราะห์ ความคิดสร้างสรรค์ การพัฒนานวัตกรรมและความรับผิดชอบในกิจกรรมการเรียนรู้ในห้องเรียน ภายใต้กรอบยุทธศาสตร์ชาติ ระยะ 20 ปี (พ.ศ. 2560 - 2579) และกรอบทิศทางของแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2560 - 2564) (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2560, น.48)

จากปัญหาดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า นักเรียนยังขาดการสนับสนุนด้านความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นผลมาจากการจัดการเรียนการสอนที่เน้นการศึกษาเนื้อหาและข้อเท็จจริง ด้วยเหตุนี้การพัฒนาพลเมืองและการเพิ่มกำลังคนด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีคุณภาพได้นั้น เยาวชนจำเป็นต้องได้รับการฝึกฝนกระบวนการคิดและพัฒนาด้วยกระบวนการสอนที่เหมาะสมต่อการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ครูผู้สอนจึงต้องเปิดโอกาสให้ผู้เรียนลงมือเรียนรู้ด้วยตนเองให้มากที่สุด เปิดโอกาสให้ผู้เรียนกำหนดเป้าหมายในการเรียนรู้ได้หาความรู้ด้วยตนเอง รู้จักเลือกและคัดกรองข้อมูล สร้างความรู้และประยุกต์ความรู้ได้ พร้อมทั้งประเมินการเรียนรู้ของตนเองได้ (ไพฑูรย์ สินลารัตน์, 2558, น.8-11) อีกทั้งยังต้องเพิ่มความสามารถในการแก้ปัญหา จึงต้องส่งเสริมให้เด็กมีความรู้ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ได้ด้วยตนเอง เพื่อให้เด็กมีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ได้ด้วยตนเองนั้น เด็กจะต้องได้รับการส่งเสริมโดยการจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมให้เด็กได้แก้ปัญหาด้วยวิธีการที่สร้างสรรค์ที่แปลกใหม่ และสามารถปฏิบัติได้ผลจริง การฝึกฝนให้เด็กได้แก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์จะช่วยพัฒนาให้เด็กได้เรียนรู้การใช้ชีวิตอย่างคุ้มค่า และดำเนินชีวิตร่วมกับผู้อื่นในสังคมได้อย่างมีความสุข

การพัฒนาผู้เรียนให้เกิดทักษะดังกล่าว แนวคิดหนึ่งที่ใช้ในการจัดการศึกษา คือ สเต็มศึกษา (STEAM Education) เป็นแนวคิดของการจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการที่ได้รับการสนับสนุนจากสหรัฐอเมริกาแนวคิดหนึ่ง ประกอบไปด้วยการบูรณาการเรียนรู้อันประกอบด้วย 5 ศาสตร์ไว้ด้วยกัน ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (S) เทคโนโลยี (T) วิศวกรรม (E) ศิลปะ (A) และคณิตศาสตร์ (M) โดยนำจุดเด่นของธรรมชาติตลอดจนวิธีการสอนของแต่ละศาสตร์ผสมผสานกันอย่างลงตัว สเต็มศึกษาได้พัฒนามาจากสะเต็มศึกษา (STEM Education) ซึ่งเป็นแนวคิดที่กระตุ้นให้นักเรียนมุ่งคิดหาวิธีแก้ปัญหาที่ดีที่สุดเพียงวิธีเดียว (Convergent Thinking) ส่วนสเต็มศึกษานั้นเป็นแนวคิดที่กระตุ้นให้นักเรียนมุ่งคิดหาคำตอบหรือวิธีแก้ปัญหาที่หลากหลาย (Divergent Thinking) (Madden et al., 2013) การบูรณาการเนื้อหา

ศิลปะเข้าไปในสติมิศึกษาเป็นการกระตุ้นความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน และทั้งนี้สติมิศึกษามีลักษณะสำคัญ 3 ประการ ดังนี้ (1) มีสถานการณ์นำไปสู่การแก้ปัญหา (2) มีการออกแบบเชิงสร้างสรรค์เพื่อค้นหาแนวทางแก้ปัญหา และ (3) มีความดึงดูดเพื่อให้เกิดความกระตือรือร้นในการแก้ปัญหา กิจกรรมการเรียนการสอนของสติมิศึกษาทำให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ทางวิทยาศาสตร์ให้เข้ากับสถานการณ์ได้ และสามารถจดจำความรู้ได้ยาวนานผ่านการสืบสอบและการนำความรู้มาสร้างสรรค์ชิ้นงาน (Yakman, 2008)

นอกจากนี้ ยังสามารถบูรณาการแนวคิดสติมิศึกษาร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อให้ผู้เรียนได้โยงสิ่งที่อยู่ใกล้ตัวมาเข้าสู่บทเรียน ทำให้นักเรียนรู้สึกว่าการใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เป็นแนวคิดของประเทศฟินแลนด์ โดยมีชื่อภาษาอังกฤษว่า Phenomenon-Based Learning หรือ PhenoBL ได้ผ่านการทดลองและได้รับการพัฒนาตั้งแต่ ค.ศ. 1980 จนกระทั่งถูกประกาศใช้อย่างเป็นทางการในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานฉบับใหม่ของฟินแลนด์ ใน ค.ศ. 2014 (Zhukov, 2015) การนำปรากฏการณ์ในโลกแห่งความเป็นจริงมาเป็นจุดเริ่มต้นของกระบวนการเรียนรู้ นำไปสู่การสำรวจด้วยมุมมองที่หลากหลายในเชิงสหวิทยาการของปรากฏการณ์ที่ศึกษา โดยใช้เทคนิค วิธีการ และเครื่องมือต่างๆ เพื่อสร้างความรู้และพัฒนาทักษะของผู้เรียนจากการศึกษาข้ามพรมแดนระหว่างวิชาภายใต้บริบทที่เชื่อมโยงกัน เพื่อให้ผู้เรียนมีการเรียนรู้ที่สัมพันธ์กับชีวิตจริง (อรพรรณ บุตรกตัญญู, 2561, น.348)

จากปัญหาและความสำคัญดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะนำการจัดการเรียนการสอนตามแนวทางสติมิศึกษาร่วมกับการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มาใช้ในการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาฟิสิกส์กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสระแก้ว โดยให้นักเรียนใช้ความรู้เรื่องไฟฟ้าสถิต มาสร้างนวัตกรรมหรือสิ่งประดิษฐ์ใหม่ๆ ที่จะช่วยในการแก้ปัญหา ผู้วิจัยคาดหวังเป็นอย่างยิ่งว่าการจัดการเรียนการสอนดังกล่าวจะช่วยพัฒนาผู้เรียนให้เป็นผู้ที่มีความคิดสร้างสรรค์ไปพร้อมๆ กับการพัฒนาความรู้ทางด้านเนื้อหาสาระวิทยาศาสตร์ โดยการกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความตื่นตัว ทำหายกับการเผชิญสถานการณ์หรือปัญหาที่เกิดขึ้นจริงในสังคม มีการร่วมกันคิดและลงมือปฏิบัติจริง ทำให้ผู้เรียนเข้าใจและเห็นความเชื่อมโยงของวิทยาศาสตร์กับวิชาอื่น และสิ่งที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน อันจะส่งผลทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มสูงขึ้น อีกทั้งยังช่วยพัฒนาผู้เรียนให้เป็นผู้ที่มีความรู้ความสามารถที่จะดำรงชีวิตได้อย่างมีคุณภาพในศตวรรษที่ 21

1.2 คำถามการวิจัย

1.2.1 ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ รายวิชาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบปกติ หลังเรียนสูงกว่าก่อนการจัดการเรียนการสอนหรือไม่

1.2.2 ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ รายวิชาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสติมิศึกษาบนปรากฏการณ์เป็นฐาน หลังเรียนสูงกว่าก่อนการจัดการเรียนการสอนหรือไม่

1.2.3 ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ รายวิชาฟิสิกส์ ของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสเต็มศึกษาผสานปรากฏการณ์เป็นฐาน สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบปกติหรือไม่

1.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.3.1 เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ รายวิชาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังการจัดการเรียนการสอนแบบปกติ

1.3.2 เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ รายวิชาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสเต็มศึกษาผสานปรากฏการณ์เป็นฐาน

1.3.3 เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ รายวิชาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสเต็มศึกษาผสานปรากฏการณ์เป็นฐาน และการจัดการเรียนการสอนแบบปกติ

1.4 สมมติฐานการวิจัย

1.4.1 ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ รายวิชาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียนสูงกว่าก่อนการจัดการเรียนการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

1.4.2 ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ รายวิชาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียนสูงกว่าก่อนการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสเต็มศึกษาผสานปรากฏการณ์เป็นฐาน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

1.4.3 ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ รายวิชาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสเต็มศึกษาผสานปรากฏการณ์เป็นฐานสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบปกติ

1.5 ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยกำหนดขอบเขตของการวิจัยไว้ ดังนี้

1.5.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.5.1.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสระแก้ว จังหวัดสระแก้ว ที่ศึกษาในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 แผนการเรียนวิทย์ – คณิต จำนวน 9 ห้อง นักเรียนมีจำนวนทั้งสิ้น 315 คน

1.5.1.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสระแก้ว จังหวัดสระแก้ว ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 2 ห้อง จำนวน 70 คน โดยการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster sampling)

1.5.2 เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ เรื่อง ไฟฟ้าสถิต รายวิชาฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 แบ่งเป็น 6 แผน ดังนี้

- แผนการเรียนรู้ที่ 1 ปรากฏการณ์ธรรมชาติของไฟฟ้าและประจุไฟฟ้า
- แผนการเรียนรู้ที่ 2 การเหนี่ยวนำไฟฟ้า แรงระหว่างประจุและกฎของคูลอมบ์
- แผนการเรียนรู้ที่ 3 สนามไฟฟ้า
- แผนการเรียนรู้ที่ 4 ศักย์ไฟฟ้า
- แผนการเรียนรู้ที่ 5 ตัวเก็บประจุและความจุ
- แผนการเรียนรู้ที่ 6 การนำความรู้เกี่ยวกับไฟฟ้าสถิตไปใช้ประโยชน์

1.5.3 ขอบเขตด้านระยะเวลาในการดำเนินการศึกษาวิจัย

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย จำนวน 22 คาบ คาบละ 50 นาที ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563

1.6 ตัวแปรที่ศึกษา

1.6.1 ตัวแปรอิสระ ได้แก่ วิธีการจัดการเรียนการสอน ซึ่งมี 2 วิธี ได้แก่

1.6.1.1 การจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสเต็มศึกษาตามปรากฏการณ์เป็นฐาน

1.6.1.2 การจัดการเรียนการสอนแบบปกติ

1.6.2 ตัวแปรตาม ได้แก่ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

1.7 นิยามศัพท์เฉพาะ

1.7.1 การจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสเต็มศึกษา หมายถึง แนวคิดทางการศึกษาที่พัฒนามาจากสะเต็มศึกษา โดยการบูรณาการเพิ่มเนื้อหาของศิลปะเข้าไปร่วมกับวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ เพื่อให้ผู้เรียนมีทักษะการสืบเสาะ การอภิปราย และการคิดวิเคราะห์ ผ่านการออกแบบหรือสร้างผลงาน ประกอบด้วย ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอน 6 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นระบุสถานการณ์ 2) ขั้นวิเคราะห์สถานการณ์ 3) ขั้นศึกษาค้นคว้า 4) ขั้นประยุกต์ 5) ขั้นนำเสนอ 6) ขั้นประเมินและปรับปรุง

1.7.2 การจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน หมายถึง การนำหัวข้อจากเหตุการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้นรอบตัว ในการเริ่มเข้าสู่กระบวนการเรียนรู้ เน้นประเด็นแบบองค์รวมในการบูรณาการหลากหลายวิชาโดยใช้เทคนิคต่างๆ ที่เหมาะสม ในการพัฒนาทักษะคิดวิเคราะห์ แยกแยะรู้เท่าทันสื่อและสังคมในปัจจุบัน ประกอบด้วยขั้นตอนการจัดการเรียนการสอน 4 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นเลือกปรากฏการณ์ที่น่าสนใจ 2) ขั้นวิเคราะห์คุณค่าของบทเรียนที่มีอยู่ 3) ขั้นวางลำดับกิจกรรม และ 4) ขั้นวางแผนการตรวจสอบความเข้าใจของผู้เรียน

1.7.3 การจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสเต็มศึกษาตามปรากฏการณ์เป็นฐาน หมายถึง การจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวันที่เกิดขึ้นรอบตัว เป็นตัวกระตุ้นความสนใจของนักเรียนในขั้นตอนแรกผ่านการสืบเสาะ การอภิปราย และการคิดวิเคราะห์ เพื่อการออกแบบหรือสร้างผลงาน ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นเลือกและระบุปรากฏการณ์ (Phenomenon; P) 2) ขั้นวิเคราะห์คุณค่าจากปรากฏการณ์ที่มีอยู่ (Analysis; A) 3) ขั้นศึกษาค้นคว้าและวางลำดับกิจกรรม (Plan; P) 4) ขั้นประยุกต์ (Application; A) 5) ขั้นนำเสนอ (Presentation; P) 6) ขั้นประเมินและตรวจสอบความเข้าใจ (Adjust; A)

1.7.4 การจัดการเรียนการสอนแบบปกติ หมายถึง ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนที่ใช้วิธีปกติ ประกอบด้วย ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ขั้นสอน และขั้นสรุป

1.7.5 ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการคิดที่ก่อให้เกิดผลผลิต แนวทางหรือวิธีการใหม่ๆ ได้หลายวิธีที่จะช่วยในการแก้ปัญหา สามารถวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ได้จากแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เป็นแบบวัดประเภทอัตนัย จำนวน 5 ข้อ ใช้เวลาทำแบบวัด รวม 28 นาที โดยใช้เกณฑ์ดังนี้

1) ความคิดคล่อง หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการแสดงปริมาณความคิดในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง หรือสถานการณ์หนึ่งที่ไม่ซ้ำกัน

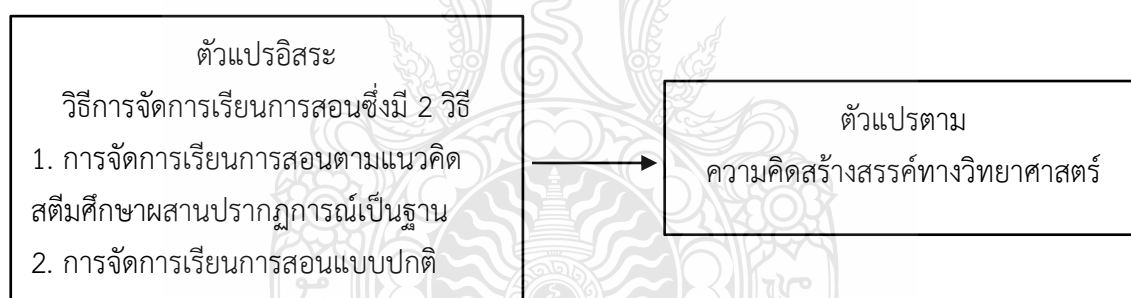
2) ความคิดยืดหยุ่น หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการแสดงความคิดแล้วจัดจำแนกได้หลากหลายกลุ่มหรือประเภท

3) ความคิดริเริ่ม หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการแสดงความคิดที่แปลกใหม่โดยไม่ซ้ำกับความคิดที่มีอยู่ทั่วไป

4) ความคิดละเอียดลออ หมายถึง ความสามารถในการอธิบายขยายความให้ชัดเจน

1.8 กรอบแนวคิดการวิจัย

ในการวิจัยผู้วิจัยได้เขียนกรอบแนวคิดในการวิจัยตามที่ได้ทำการศึกษา ดังนี้



ภาพที่ 1.1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

1.9 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.9.1 นักเรียนได้พัฒนาทักษะความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผ่านการสร้างนวัตกรรมการเรียนรู้ใหม่ๆ ที่ใช้ในการแก้ปัญหา

1.9.2 มีนวัตกรรมการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสเต็มศึกษาตามปรากฏการณ์เป็นฐาน ที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอนในโรงเรียน เพื่อเพิ่มความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้กับนักเรียน

1.9.3 เพื่อเป็นแนวทางสำหรับครูในการพัฒนาการเรียนการสอน ให้สอดคล้องกับแนวทางการจัดการเรียนการสอนตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาอื่น

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาค้นคว้าการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสเต็มศึกษาผสานปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

2.1 หลักสูตรแกนกลางสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง 2560) ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2551

2.1.1 เป้าหมายของวิทยาศาสตร์

2.1.2 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

2.1.3 หลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนสระแก้ว

2.2 การจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา (STEAM Education)

2.2.1 ความหมายของสเต็มศึกษา

2.2.2 องค์ประกอบของสเต็มศึกษา

2.2.3 ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสเต็มศึกษา

2.3 การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน (Phenomenon Based Learning)

2.3.1 ความเป็นมาของแนวคิดปรากฏการณ์เป็นฐาน

2.3.2 ความหมายของแนวคิดปรากฏการณ์เป็นฐาน

2.3.3 ความสำคัญของแนวคิดปรากฏการณ์เป็นฐาน

2.3.4 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ของแนวคิดปรากฏการณ์เป็นฐาน

2.4 ความคิดสร้างสรรค์

2.4.1 ความหมายของความคิดสร้างสรรค์

2.4.2 ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

2.4.3 องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

2.4.4 การวัดความคิดสร้างสรรค์

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.5.1 งานวิจัยในประเทศ

2.5.2 งานวิจัยต่างประเทศ

2.1 หลักสูตรแกนกลางสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง 2560) ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2551

2.1.1 เป้าหมายของวิทยาศาสตร์

ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ค้นพบความรู้ด้วยตนเองมากที่สุด เพื่อให้ได้ทั้งกระบวนการและความรู้ จากวิธีการสังเกต การสำรวจตรวจสอบ การทดลอง แล้วนำผลที่ได้มาจัดระบบเป็นหลักการ แนวคิด และองค์ความรู้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, น.3)

การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จึงมีเป้าหมายที่สำคัญ ดังนี้

- 1) เพื่อให้เข้าใจหลักการ ทฤษฎี และกฎที่เป็นพื้นฐานในวิชาวิทยาศาสตร์
- 2) เพื่อให้เข้าใจขอบเขตของธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์และข้อจำกัดในการศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์
- 3) เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางเทคโนโลยี
- 4) เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย และสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน
- 5) เพื่อนำความรู้ ความเข้าใจในวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิต
- 6) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและจินตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหา และการจัดการ ทักษะในการสื่อสาร และความสามารถในการตัดสินใจ
- 7) เพื่อให้เป็นผู้ที่มีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์

จากการศึกษาเป้าหมายของวิทยาศาสตร์ พบว่า ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ใช้กระบวนการสังเกต สำรวจ ตรวจสอบ และการทดลอง ควบคู่กับองค์ความรู้อย่างเป็นระบบ โดยมุ่งเน้นให้นักเรียนค้นพบความรู้ด้วยตนเองมากที่สุด

2.1.2 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้ และแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลาย เหมาะสมกับระดับชั้น โดยสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (2551) กำหนดสาระการเรียนรู้และมาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสาระฟิสิกส์ เรื่อง ไฟฟ้าสถิต (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, น.205-207) ดังนี้

สาระที่ 3 เข้าใจแรงไฟฟ้าและกฎของคูลอมบ์ สนามไฟฟ้า ศักย์ไฟฟ้า ความจุไฟฟ้า กระแสไฟฟ้าและกฎของโอห์ม วงจรไฟฟ้ากระแสตรง พลังงานไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้า การเปลี่ยนพลังงานทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้า สนามแม่เหล็ก แรงแม่เหล็ก ที่กระทำกับประจุไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า การ

เหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้าและกฎของฟาราเดย์ ไฟฟ้ากระแสสลับ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและการสื่อสาร รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ ประกอบด้วย

ผลการเรียนรู้ที่ 1 ทดลอง และอธิบายการทำวัตถุที่เป็นกลางทางไฟฟ้าให้มีประจุไฟฟ้า โดยการขัดสีกันและการเหนี่ยวนำไฟฟ้าสถิต

ผลการเรียนรู้ที่ 2 อธิบาย และคำนวณแรงไฟฟ้าตามกฎของ คูลอมบ์

ผลการเรียนรู้ที่ 3 อธิบาย และคำนวณสนามไฟฟ้าและแรงไฟฟ้าที่กระทำกับอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าที่อยู่ในสนามไฟฟ้า รวมทั้งหาสนามไฟฟ้าลัพท์เนื่องจากระบบจุดประจุโดยรวมกันแบบเวกเตอร์

ผลการเรียนรู้ที่ 4 อธิบายและคำนวณพลังงานศักย์ไฟฟ้า ศักย์ไฟฟ้า และความต่างศักย์ระหว่างสองตำแหน่งใดๆ

ผลการเรียนรู้ที่ 5 อธิบายส่วนประกอบของตัวเก็บประจุ ความสัมพันธ์ระหว่างประจุไฟฟ้า ความต่างศักย์และความจุของตัวเก็บประจุ และอธิบายพลังงานสะสมในตัวเก็บประจุและความจุสมมูล รวมทั้งคำนวณปริมาณต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง

ผลการเรียนรู้ที่ 6 นำความรู้เรื่องไฟฟ้าสถิตไปอธิบายหลักการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้าบางชนิด และปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวัน

จากการศึกษาตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ พบว่า สำหรับสาระฟิสิกส์ เรื่อง ไฟฟ้าสถิต จัดอยู่ในสาระที่ 3 ประกอบด้วย 6 ผลการเรียนรู้

2.1.3 หลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนสระแก้ว

โรงเรียนสระแก้ว สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 7 เปิดสอนตั้งแต่ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ถึงระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีจำนวนครูทั้งสิ้น 201 คน มีจำนวนนักเรียนในปีการศึกษา 2563 จำนวนทั้งสิ้น 2,905 คน

2.1.3.1 วิสัยทัศน์

โรงเรียนสระแก้วเป็นแหล่งเรียนรู้ชุมชน พัฒนาการศึกษามีคุณภาพ รักษาความเป็นไทย ก้าวไกลสู่อาเซียน โรงเรียนมาตรฐานสากล บนวิถีพอเพียง ภายในปี พ.ศ. 2564

2.1.3.2 โครงสร้างหลักสูตรสถานศึกษา

โครงสร้างเวลาเรียนหลักสูตรโรงเรียนสระแก้ว พุทธศักราช 2563 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) หลักสูตรโรงเรียนมาตรฐานสากลของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 โครงสร้างเวลาเรียนหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนสระแก้ว ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 6
แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์

ภาคเรียนที่ 1			ภาคเรียนที่ 2		
รหัสวิชา	รายวิชา วิชาเพิ่มเติม	นก.	รหัสวิชา	รายวิชา วิชาเพิ่มเติม	นก.
ค30205	คณิตศาสตร์เพิ่มเติม 4	2.0	ค30206	คณิตศาสตร์เพิ่มเติม 5	2.0
ว30205	ฟิสิกส์ 4	1.5	ว30206	ฟิสิกส์ 5	1.5
ว30225	เคมี 4	1.5	ว30226	เคมี 5	1.5
ว30245	ชีววิทยา 4	1.5	ว30246	ชีววิทยา 5	1.5
ว30292	การสืบเสาะหาความรู้ 4	1.0			

จากการศึกษาหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนสระแก้ว พบว่า โรงเรียนสระแก้วให้ความสำคัญกับการศึกษาเป็นอย่างมาก โดยเฉพาะด้านวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี ในการวิจัยครั้งนี้ ศึกษาการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสเต็มศึกษาผานปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในรายวิชาฟิสิกส์ 4 จำนวน 1.5 หน่วยกิต เวลา 60 ชั่วโมง

2.1.3.3 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

1) วิสัยทัศน์

การศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี พัฒนาชีวิต เพิ่มพูนคุณธรรมอยู่บนพื้นฐานของปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

2) คำอธิบายรายวิชา ว30204 ที่เกี่ยวข้องกับไฟฟ้าสถิต

ศึกษาค้นคว้า ทดลอง และอธิบายการทำวัตถุที่เป็นกลางทางไฟฟ้าให้มีประจุ คำนวณแรงไฟฟ้าตามกฎของคูลอมบ์ สนามไฟฟ้าและแรงไฟฟ้าที่กระทำกับอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าที่อยู่ในสนามไฟฟ้า สนามไฟฟ้าลัทธิ คำนวณพลังงานศักย์ไฟฟ้า ศักย์ไฟฟ้า ความต่างศักย์ อธิบายตัวเก็บประจุ รวมทั้งคำนวณปริมาณต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง นำความรู้เรื่องไฟฟ้าสถิตไปอธิบายหลักการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้าบางชนิด และปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวัน

โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบค้นข้อมูล การวิเคราะห์ การอภิปรายเปรียบเทียบ การสำรวจตรวจสอบ การทำนาย การทดลองเพื่อให้เกิดความรู้ มีความคิด ความเข้าใจ สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ มีความสามารถในการตัดสินใจ นำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรมที่เหมาะสม

ผลการเรียนรู้

1) ทดลอง และอธิบายการทำวัตถุที่เป็นกลางทางไฟฟ้าให้มีประจุไฟฟ้า โดยการขัดสีกัน และการเหนี่ยวนำไฟฟ้าสถิต

- 2) อธิบาย และคำนวณแรงไฟฟ้าตามกฎของ คูลอมบ์
- 3) อธิบาย และคำนวณสนามไฟฟ้าและแรงไฟฟ้าที่กระทำกับอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าที่อยู่ในสนามไฟฟ้า รวมทั้งหาสนามไฟฟ้าลัพท์เนื่องจากระบบจุดประจุโดยรวมกันแบบเวกเตอร์
- 4) อธิบาย และคำนวณพลังงานศักย์ไฟฟ้า ศักย์ไฟฟ้า และความต่างศักย์ระหว่างสองตำแหน่งใด ๆ
- 5) อธิบายส่วนประกอบของตัวเก็บประจุ ความสัมพันธ์ระหว่างประจุไฟฟ้า ความต่างศักย์ และความจุของตัวเก็บประจุ และอธิบายพลังงานสะสมในตัวเก็บประจุ และความจุสมมูล รวมทั้งคำนวณปริมาณต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง
- 6) นำความรู้เรื่องไฟฟ้าสถิตไปอธิบายหลักการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้าบางชนิด และปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวัน

รวมทั้งหมด 6 ผลการเรียนรู้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555)

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 สารมาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสเต็มศึกษาสานปรากฏการณ์เป็นฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ผู้วิจัยได้นำสาระที่ 3 เข้าใจแรงไฟฟ้าและกฎของ คูลอมบ์ สนามไฟฟ้า ศักย์ไฟฟ้า ความจุไฟฟ้ากระแสไฟฟ้าและกฎของ โอห์ม วงจรไฟฟ้ากระแสตรง พลังงานไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้าการเปลี่ยนพลังงานทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้า สนามแม่เหล็ก แรงแม่เหล็ก ที่กระทำกับประจุไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า การเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้าและกฎของ ฟาราเดย์ ไฟฟ้ากระแสสลับ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและการสื่อสาร รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ รวมถึงผลการเรียนรู้รายวิชาฟิสิกส์ 4 ข้อที่ 1-6 มาเป็นแนวทางในการกำหนดกิจกรรมการเรียนรู้

2.2 การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสเต็มศึกษา (STEAM Education)

2.2.1 ความหมายของสเต็มศึกษา

ทฤษฎีการเรียนรู้ที่สอดคล้องและสนับสนุนสเต็มศึกษา ได้แก่ ทฤษฎีความรู้สร้างสรรค์ (Constructionism) ซึ่ง Seymour Papert เป็นผู้เสนอทฤษฎีนี้ โดยประยุกต์มาจากทฤษฎีการสร้างความรู้ (Constructivism) ของ Jean Piaget ผู้เรียนสามารถสร้างความรู้ด้วยตนเองได้ดี หากมีโอกาสเรียนรู้ผ่านการออกแบบ (Learning by design) โดยนำความรู้ไปสร้างสรรค์ชิ้นงานโดยอาศัยสื่อ เทคโนโลยี วัสดุและอุปกรณ์ที่เหมาะสม กระบวนการการสร้างสรรคชิ้นงานจะช่วยฝึกให้ผู้เรียนได้แก้ไขในสถานการณ์ต่างๆ ช่วยให้สามารถแสดงความคิดออกมาเป็นรูปธรรมที่เห็นได้ชัดเจน นอกจากนี้ การวิพากษ์วิจารณ์ผลงานของผู้เรียนหรือการได้นำผลงานที่ผู้เรียนสร้างขึ้นไปใช้ จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่มีความหมายมากขึ้น ทั้งนี้วัสดุ อุปกรณ์ทุกประเภทสามารถนำมาสร้างสรรค์ชิ้นงานได้ตามความเหมาะสมของผู้เรียนและบริบท โดยมีความสำคัญอยู่ที่ผู้เรียนได้ฝึกคิด ฝึกแก้ปัญหา ฝึกความอดทน และได้เรียนรู้การบูรณาการความรู้หลายๆ ด้าน ทั้งทางด้านวิทยาศาสตร์ ศิลปศาสตร์ สุนทรียศาสตร์ และอื่นๆ (สำนักงานราชบัณฑิตยสภา, 2558)

Yakman (2010, p.1) กล่าวว่า รูปแบบการศึกษาสเต็มศึกษาพัฒนามาจากสะเต็มศึกษา (STEM Education) ประกอบด้วย 5 รายวิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม ศิลปะ และ คณิตศาสตร์ ทั้งนี้ยังในการจัดการเรียนการสอนต้องประกอบด้วย 1) สถานการณ์ 2) การออกแบบเชิงสร้างสรรค์เพื่อค้นหาแนวทางในการแก้ไขปัญหา และ 3) มีความน่าสนใจและดึงดูดให้เกิดการปัญหา

องค์กร STEAM Education (2015) กล่าวว่า สเต็มศึกษา คือ กรอบความคิดของการสอน และเป็นหลักสูตรเน้นบริบทการเชื่อมโยงกันของรายวิชาต่างๆ ตามสภาพจริงภายใต้บริบทของสถานศึกษา ประกอบด้วย วิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม คณิตศาสตร์ และประเภทที่หลากหลายของศิลปะ

Ge et al. (2015) (อ้างถึงใน สมรัก อินทวิมลศรี, 2560, น.12) กล่าวว่า สเต็มศึกษา เป็นการขยายแนวคิดบูรณาการข้ามรายวิชา (Cross-disciplinary approach หรือ Trans-disciplinary approach) โดยผนวกศิลปศาสตร์ (Liberal arts) และมนุษยศาสตร์ (Humanities) ร่วมกับแนวคิด สะเต็มศึกษา (STEM Education)

Riley (2014) (อ้างถึงใน สมรัก อินทวิมลศรี, 2560, น.12) กล่าวว่า สเต็มศึกษา คือ แนวคิดทางการศึกษา (Education approach) โดยใช้วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม ศิลปะ และ คณิตศาสตร์ เพื่อให้ผู้เรียนไปเกิดกระบวนการสืบสอบ การอภิปราย และการคิดวิเคราะห์ นอกจากนี้ยัง อธิบายว่า สเต็มศึกษาเป็นแนวคิดไม่ใช่หลักสูตรทางการศึกษาและมีลักษณะสำคัญ ดังต่อไปนี้ ได้แก่ ส่งเสริมให้มีการสืบเสาะ การเรียนรู้ไม่จำเป็นต้องอยู่ในห้องเรียนตลอดเวลา มีการวางแผนแบบร่วมมือ ปรับบทเรียนให้เชื่อมโยงกัน และมีการประเมินตามสภาพจริงกับทุกวิชาที่นำมาบูรณาการในบทเรียน ผ่านผลงานที่แสดงออก

จากการศึกษาความหมายของสเต็มศึกษา สรุปได้ว่า สเต็มศึกษา (STEAM Education) หมายถึง แนวคิดทางการศึกษาที่พัฒนามาจากสะเต็มศึกษา โดยการบูรณาการเพิ่มเนื้อหาของศิลปะ (Arts) เข้าไปร่วมกับวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ เพื่อให้ผู้เรียนมีทักษะการ สืบเสาะ การอภิปราย และการคิดวิเคราะห์ ผ่านการออกแบบหรือสร้างผลงาน

2.2.2 องค์ประกอบของสเต็มศึกษา

เนื่องจากสเต็มศึกษาถูกพัฒนาและมีรากฐานจากแนวคิดสะเต็มศึกษา ดังนั้น การศึกษา องค์ประกอบของสะเต็มศึกษา ซึ่งประกอบด้วย วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ จึงเป็นสิ่งสำคัญ และจากการศึกษา พบว่า

1) วิทยาศาสตร์ (Science: S) คือ การศึกษาเพื่อให้เกิดความรู้ ความเข้าใจ สิ่งต่างๆ ที่ เกิดขึ้นในธรรมชาติ สามารถเชื่อมโยงความเกี่ยวเนื่องเนื้อหาระหว่างรายวิชาโดยใช้กระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ สามารถสืบค้นข้อมูล และแก้ไขปัญหาได้อย่างเป็นระบบ จนได้ทฤษฎีต่างๆ ที่เชื่อถือได้

2) เทคโนโลยี (Technology: T) คือ การศึกษาเพื่อให้เกิดความรู้ ความเข้าใจ ความ สามารถ การเลือกใช้วัสดุที่มีความเหมาะสมมาประดิษฐ์ คิดค้น โดยใช้กระบวนการเทคโนโลยี พัฒนา ผลผลิตเพื่อตอบสนองความต้องการที่จำเป็นของมนุษย์ รวมทั้งการจัดการสารสนเทศ

3) วิศวกรรม (Engineering: E) คือ การศึกษาเพื่อให้เกิดความเข้าใจในการพัฒนาหรือการได้มาของเทคโนโลยี โดยการประยุกต์ความรู้ ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ กับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เพื่อผลิตสิ่งต่างๆ ที่พัฒนาคุณภาพชีวิต

4) คณิตศาสตร์ (Mathematics: M) คือ การศึกษาเพื่อให้เกิดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ให้เหตุผลและประยุกต์แนวคิดทางคณิตศาสตร์ อาทิ การเรียนรู้จำนวน ตัวเลข ความสัมพันธ์ การเปรียบเทียบ เพื่อนำมาอธิบายและแก้ปัญหาต่างๆ รวมทั้งช่วยในการตัดสินใจที่ดี

สำหรับสเต็มศึกษา Yakman (2008) ได้อธิบายถึงความสัมพันธ์ขององค์ประกอบทั้ง 5 อย่างของสเต็มศึกษา ดังนี้ “วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแสดงออกมาในรูปของผลงานเชิงวิศวกรรมและศิลปะ โดยทั้งหมดอยู่บนพื้นฐานความรู้ทางคณิตศาสตร์” และโดยแต่ละองค์ประกอบมีรายละเอียด ดังนี้

1) วิทยาศาสตร์ (Science) คือ การเรียนรู้สิ่งที่เกิดขึ้นจริงในธรรมชาติจากการค้นพบและการศึกษาผลกระทบที่เกิดขึ้น ด้วยกระบวนการสืบเสาะ และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยวิทยาศาสตร์สาขาต่างๆ เช่น ฟิสิกส์ เคมี ชีววิทยา ดาราศาสตร์ เป็นต้น

2) เทคโนโลยี (Technology) คือ สิ่งที่มนุษย์ได้พัฒนาขึ้น หรือผลที่ได้จากกระบวนการทางวิศวกรรม

3) วิศวกรรม (Engineering) คือ การใช้กระบวนการสร้างสิ่งต่างๆ ที่ต้องใช้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์เป็นฐาน เพื่อสร้างเทคโนโลยีตอบสนองความต้องการของมนุษย์

4) คณิตศาสตร์ (Mathematics) คือ การเรียนรู้ที่ว่าด้วยตัวเลข การใช้ตัวเลข การคำนวณ การวัด การวิเคราะห์ข้อมูล การใช้เหตุผล การแก้ปัญหา ความน่าจะเป็น และเรขาคณิต

5) ศิลปะ (Arts) คือ การเรียนรู้ในเรื่องของการพัฒนาสังคม ผลกระทบ การสื่อสาร ความเข้าใจ ทักษะคิด และขนบธรรมเนียมในอดีต ปัจจุบัน และอนาคต

จากการศึกษาองค์ประกอบของสเต็มศึกษา สรุปได้ว่า สเต็มศึกษา ประกอบด้วย 5 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) วิทยาศาสตร์ เกี่ยวข้องกับความรู้เกี่ยวกับสิ่งต่างๆ ในธรรมชาติ 2) เทคโนโลยี เกี่ยวข้องกับการใช้องค์ความรู้เพื่อพัฒนาผลงานเพื่ออำนวยความสะดวก 3) วิศวกรรมศาสตร์ เกี่ยวข้องกับกระบวนการที่ใช้สร้างสรรค์ผลงาน 4) ศิลปะ เกี่ยวข้องกับการแสดงผลความคิดสร้างสรรค์ และ 5) คณิตศาสตร์ เกี่ยวข้องกับการแสดงความเป็นเหตุและผล

2.2.4 ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสเต็มศึกษา

สมรัก อินทวิมลศรี (2560, น.15-18) นักการศึกษาได้เสนอขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนที่ใช้จัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสเต็มศึกษา ทั้งหมด 4 แนวทาง ได้แก่

1) แนวคิดสเต็มศึกษาเน้นโครงงานเป็นฐาน (Convergence PBL based on STEAM) การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสเต็มศึกษาที่เน้นโครงงานเป็นฐาน มีขั้นตอนการจัดการเรียนการสอน 5 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

(1.1) ขั้นนำ (Introduction) ครูกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจการทำโครงงาน และแรงจูงใจที่อยากจะเรียนรู้ในเรื่องที่จะเรียน

(1.2) ขั้นตัดสินใจและวางแผน (Decide project and make a plan) ให้นักเรียนเลือกหัวข้อโครงการ หัวข้อย่อย สร้างทีมการทำงาน และเลือกแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือในการศึกษาค้นคว้า

(1.3) ขั้นลงมือปฏิบัติโครงการ (Project and me) นักเรียนลงมือทำโครงการโดยเริ่มด้วยการค้นหาความรู้จากการสืบค้นข้อมูล การสำรวจ การวิจัย หรือ การทำการทดลอง การแลกเปลี่ยนข้อมูลและความคิดเห็นภายในกลุ่ม ประชุมและทำงานร่วมกัน ขยายความคิดร่วมกัน และจัดทำผลงานที่แสดงถึงองค์ประกอบของศิลปะในสเต็มศึกษา

(1.4) ขั้นนำเสนอผลของโครงการ (Present result and find Art element) ให้นักเรียนได้นำเสนอผลของโครงการ จากผลงานหรือผลของการสืบค้นของตนเอง และเปรียบเทียบผลที่ได้กับกลุ่มอื่นๆ อภิปรายร่วมกันถึงผลของโครงการและองค์ประกอบของศิลปะ (Art) ที่ใช้ในสเต็มศึกษา

(1.5) ขั้นประเมินผล (Finish and evaluation) ครูประเมินผลโครงการของนักเรียน และให้นักเรียนประเมินโครงการของเพื่อนนักเรียนกลุ่มอื่น และนำผลการประเมินไปปรับปรุงโครงการของกลุ่มตนเอง

2) แนวคิดสเต็มศึกษาเน้นกระบวนการคิดสร้างสรรค์ (Creative Process)

Riley (2016, pp.2-3) เสนอกระบวนการคิดสร้างสรรค์ (Creative Process) 6 ขั้นตอน สำหรับการสร้างชั้นเรียนที่ใช้สเต็มเป็นศูนย์กลาง (STEAM-Centered classroom) โดยเน้นว่าการดำเนินในแต่ละขั้นตอนต้องนำไปสู่การหาคำตอบของคำถามสำคัญในบทเรียน (Essential question) โดยมีขั้นตอน ดังนี้

(2.1) ขั้นระบุสถานการณ์ (Focus) ครูและนักเรียนช่วยกันเลือกคำถามที่ต้องการหาคำตอบของบทเรียนหรือการแก้ไขปัญหาของสถานการณ์ใดสถานการณ์หนึ่ง

(2.2) ขั้นวิเคราะห์สถานการณ์ (Detail) ครูและนักเรียนได้คำถามหรือปัญหาที่ต้องการหาคำตอบแล้ว นำคำถามมาวิเคราะห์หารายละเอียด หรือหาองค์ประกอบว่าเพราะเหตุใดจึงเกิดปัญหาหรือคำถามนั้น ขั้นตอนนี้ทำให้ครูได้ทราบถึงข้อมูลพื้นฐาน ทักษะ หรือกระบวนการของนักเรียน และนำมาใช้ในการแก้ไขปัญหา

(2.3) ขั้นศึกษาค้นคว้า (Discovery) นักเรียนทำการศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลที่จำเป็นต่อการหาคำตอบหรือทางแก้ไขปัญหาด้วยวิธีการต่างๆ โดยครูวิเคราะห์ความรู้หรือทักษะที่นักเรียนยังขาดได้ในขั้นนี้แล้วเติมเต็มความรู้และทักษะจนนักเรียนมีความชัดเจน

(2.4) ขั้นประยุกต์ (Application) หลังจากนักเรียนได้ทำความเข้าใจปัญหาหรือคำถามและได้วิเคราะห์หาทางแก้ปัญหาหรือคำตอบของคำถามนั้นแล้ว ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่นักเรียนจะได้สร้างและอธิบายวิธีการแก้ปัญหา ในขั้นนี้นักเรียนได้แสดงทักษะและความรู้ที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าผ่านทางการสร้างสรรค์ผลงาน

(2.5) ขั้นนำเสนอ (Presentation) นักเรียนเผยแพร่และแลกเปลี่ยนผลงานหรือแนวคิดของการแก้ปัญหาต่อผู้อื่น ผู้ที่รับชมผลงานมีโอกาสได้ให้คำแนะนำหรือข้อเสนอแนะแก่ผู้นำเสนอ ซึ่งในขั้นนี้ช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้การให้และรับคำแนะนำ

(2.6) ขั้นประเมินและปรับปรุง (Link) นักเรียนมีโอกาสสะท้อนข้อเสนอแนะที่ได้จากขั้นตอนที่แล้ว โดยการนำข้อเสนอแนะไปปรับปรุงผลงานหรือวิธีแก้ปัญหาของตนเองเพื่อผลิตผลงานหรือทางแก้ปัญหาที่ดีขึ้น

3) แนวคิดสเต็มศึกษาเน้นกระบวนการสเต็ม (The STEAM process)

Riley (2014, pp.1-3) ได้อธิบายขั้นตอนการออกแบบการจัดการเรียนการสอนโดยใช้แนวคิดสเต็มศึกษา โดยใช้ชื่อว่า กระบวนการสเต็ม (The STEAM process) ซึ่งยึดถือพื้นฐานของการสอนแบบบูรณาการ (Foundation of integration) กล่าวคือ ทุกวิชาที่ถูกนำมาบูรณาการในบทเรียนไม่ว่าจะเป็นเนื้อหาใดจะต้องถูกสอนให้ถูกต้องและเชื่อมโยงกันได้จากมาตรฐานการเรียนรู้และการประเมินผล โดยมีขั้นตอนในการออกแบบบทเรียน ดังนี้

(3.1) ขั้นสำรวจค้นหา (Investigate) ครูและนักเรียนร่วมกันค้นหาขอบเขตของหัวข้อเรื่อง หรือปัญหาในเนื้อหาที่จะได้เรียนในบทเรียน

(3.2) ขั้นค้นพบ (Discovery) ครูและนักเรียนสร้างผังความคิด (Schema map) ที่เกี่ยวกับผลกระทบ สาเหตุของปัญหาหรือองค์ประกอบของหัวข้อเรื่องหรือปัญหาที่เลือก จากขั้นนี้ทำให้ทราบถึงลำดับหรือหัวข้อย่อยที่จะทำการสำรวจค้นหาได้ลึกมากขึ้น

(3.3) ขั้นเชื่อมโยง (Connect) หลังจากสร้างผังความคิดของหัวข้อเรื่องแล้ว ให้เลือก 2 หัวข้อย่อยของเนื้อหาที่มีความเกี่ยวข้องกันกับคำถามหรือปัญหาที่ตั้งไว้มาเชื่อมต่อกัน โดยจะต้องสามารถวัดประเมินได้ตามมาตรฐานการเรียนรู้ของทั้งสองเนื้อหา

(3.4) ขั้นสร้าง (Create) นักเรียนมีการสืบสอบข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับหัวข้อหรือปัญหาที่นักเรียนต้องการจะศึกษา โดยต้องเรียนรู้จากสาระความรู้เพื่อนำไปใช้แก้ปัญหาหรือสร้างผลงานที่สอดคล้องกับสถานการณ์หรือบริบท ในขั้นนี้ครูสามารถทราบปัญหาหรือสิ่งที่นักเรียนยังขาดได้

(3.5) ขั้นสะท้อน (Reflect) หลังจากนักเรียนสร้างผลงานของตนเองเสร็จเรียบร้อยแล้ว นักเรียนต้องมีเวลาเพื่อประเมิน สะท้อนงานหรือวิจารณ์งานของตนเองและงานของเพื่อนร่วมชั้น ซึ่งสามารถทำผ่านการใช้แบบประเมินตนเอง แฟ้มสะสมงาน การประเมินแบบคู่ (Peer reviews) หรือ rubric (Rubrics)

4) แนวคิดกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม (Engineering design process)

ขั้นตอนการสอนที่ระบุว่าจะสามารถใช้ในการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสเต็มศึกษาได้ (Chan, 2016, pp.1-6) คือ กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม (Engineering design process) ซึ่งเป็นวงจรการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน (5-step cycle) ที่ทำให้ครูสามารถสร้างสิ่งแวดล้อมในการสืบสอบให้นักเรียนได้ ผ่านทางการใช้คำถามและการลงมือปฏิบัติ โดยขั้นตอนการสอนดังกล่าวประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ที่มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

(4.1) ขั้นตั้งคำถาม (Asking questions) ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ตั้งคำถามหรือปัญหาของตนเอง หรือตั้งคำถามร่วมกันในกลุ่มซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับเนื้อหาในชั้นเรียนและบริบทในชีวิตจริงของนักเรียน

(4.2) ขั้นจินตนาการ (Imagining) ครูมีเวลาให้นักเรียนคิดจินตนาการหาคำตอบหรือทางแก้ไขปัญหาที่ดีที่สุด

(4.3) ขั้นวางแผน (Planning) ครูให้นักเรียนได้วางแผนและออกแบบวิธีการให้ได้มาซึ่งคำตอบหรือวิธีการแก้ไขปัญหา

(4.4) ขั้นสร้าง (Creating) ครูให้นักเรียนได้ปฏิบัติกิจกรรมโครงการ (Project-based activities) ในการสร้างออกแบบ หรือทำการทดลองที่เกี่ยวข้องกับปัญหาและบทเรียนที่นักเรียนกำลังศึกษา และทำการประเมินผลงาน เช่น การให้นักเรียนประเมินตนเอง การทดสอบประสิทธิภาพของผลงานที่นักเรียนสร้างขึ้น ประเมินโดยครูรับข้อเสนอแนะ และให้นักเรียนทำแฟ้มสะสมงาน

(4.5) ขั้นปรับปรุงเพื่อการพัฒนา (Improving) ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แก้ไขและปรับปรุงผลงานของตนเอง หลังจากนั้นให้นักเรียนได้นำเสนอผลงานในรูปแบบใดรูปแบบหนึ่ง เช่น การทำแฟ้มสะสมงานออนไลน์ การประกวดแข่งขันผลงาน การโต้วาที การจัดแสดงผลงานที่ห้องเรียน หรืองานมหกรรมวิทยาศาสตร์ และการจัดทำเป็นวิดิทัศน์ เป็นต้น

จารีพร ผลมูล (2558, น.3) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสเต็มศึกษา ประกอบด้วย 5 ขั้น คือ

- 1) ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน จัดกิจกรรมกระตุ้นความสนใจนักเรียน
- 2) ขั้นพัฒนามโนทัศน์จัดกิจกรรมให้นักเรียนเข้าถึงความรู้
- 3) ขั้นตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน โดยการตั้งคำถาม เล่นเกม แบบฝึกหัด
- 4) ขั้นสร้างผลงานและประยุกต์ใช้ความรู้ นักเรียนนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาและสร้างสรรค์ชิ้นงาน
- 5) ขั้นแลกเปลี่ยนเรียนรู้และสรุปบทเรียน นักเรียนนำเสนอชิ้นงานและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน ดังภาพที่ 2.1



ภาพที่ 2.1 การจัดกิจกรรมเน้นนักเรียนเป็นสำคัญ

ที่มา: จารีพร ผลมูล (2558)

จากการศึกษาขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสเต็มศึกษา สรุปได้ว่า การจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสเต็มศึกษามีหลากหลายรูปแบบ ขึ้นอยู่กับเป้าหมายในการจัดการเรียนการสอนนั้น โดยผู้วิจัยต้องการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ จึงสนใจวิธีแนวคิดสเต็มศึกษาเน้นกระบวนการคิดสร้างสรรค์ ซึ่งประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นตอนที่ 1 ขั้นระบุสถานการณ์ (Focus) ครูและนักเรียนร่วมกันตั้งสถานการณ์เพื่อแก้ปัญหา ขั้นตอนที่ 2 ขั้นวิเคราะห์สถานการณ์ (Detail) ครูและนักเรียนนำคำถามมาวิเคราะห์ ขั้นตอนที่ 3 ขั้นศึกษาค้นคว้า (Discovery) นักเรียนศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลที่จำเป็นต่อการคิดหาคำตอบหรือทางแก้ไขปัญหาด้วยวิธีการต่างๆ ขั้นตอนที่ 4 ขั้นประยุกต์ (Application) นักเรียนสร้างและอธิบายวิธีการแก้ปัญหา ผ่านทางการสร้างสรรค์ผลงาน ขั้นตอนที่ 5 ขั้นนำเสนอ (Presentation) นักเรียนเผยแพร่และแลกเปลี่ยนผลงานหรือมุมมองของการแก้ปัญหาแก่ผู้อื่น ขั้นตอนที่ 6 ขั้นประเมินและปรับปรุง (Link) นักเรียนมีการสะท้อนข้อเสนอแนะต่อผลงาน

2.3 การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน (Phenomenon-Based Learning)

การเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เป็นแนวคิดของประเทศฟินแลนด์ โดยมีชื่อภาษาอังกฤษว่า Phenomenon-Based Learning หรือ PhenoBL ได้ผ่านการทดลองและได้รับการพัฒนาตั้งแต่ ค.ศ. 1980 จนกระทั่งถูกประกาศใช้อย่างเป็นทางการในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานฉบับใหม่ของประเทศฟินแลนด์ ในปี ค.ศ. 2014 (Zhukov, 2015)

2.3.1 ความเป็นมาของการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน

ปรากฏการณ์เป็นฐาน เป็นการจัดการเรียนรู้แบบสหวิทยาการและการเรียนรู้แบบโครงการ ซึ่งเกิดจากการปฏิรูปการศึกษาของประเทศฟินแลนด์ โดยมีการกำหนดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน ฉบับใหม่ ที่เริ่มใช้ใน ปี ค.ศ. 2016-2017 โดยการเรียนรู้เป็นการเชื่อมโยงการเรียนรู้และการสอนเข้าด้วยกัน ภายใต้แนวคิดการสร้างองค์ความรู้ในตนเอง ให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาความคิด กล้าแสดงออก มีความสุขในการเรียนรู้ ได้รับประสบการณ์จากการเรียนรู้ ตลอดจนการสร้างสรรค์ชิ้นงานเพื่อพัฒนาทักษะหลัก (Core skills) และทักษะอารมณ์สังคม (Soft skills) ในการเรียนรู้และทำงานร่วมกับผู้อื่น โดยผู้เรียนเป็นผู้มีบทบาทหลักในการเรียนรู้ผ่านการลงมือกระทำ เพื่อสร้างแรงบันดาลใจในการเรียนรู้อย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต (Symeonidis & Schwarz, 2016)

จากการได้คะแนนสูงสุดในการสอบระดับนานาชาติของ The OECD's Programme for International Student Assessment (PISA) ที่ประเมินสมรรถนะของนักเรียนอายุ 15 ปี ในด้านการอ่าน คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ ของประเทศฟินแลนด์ ทำให้ระบบการศึกษาของประเทศฟินแลนด์ได้รับความสนใจเป็นพิเศษ และพบว่า มีลักษณะเด่นที่สำคัญ 2 ประการของประเทศฟินแลนด์ต่อการสนับสนุนให้ประเทศได้ทรัพยากรมนุษย์ที่สำคัญต่อเศรษฐกิจสร้างสรรค์ คือ บุคลากรทางการศึกษา

(Teaching profession) และการนำวิจัยไปใช้เพื่อการพัฒนา (R&D) Ministry of Education and Culture (2010) (อ้างถึงใน ชัยวัฒน์ แก้วพินงาม, 2556, น.275-276)

ประการแรก คือ ด้านครูผู้สอน มีการกำหนดวุฒิการศึกษาของครูประจำชั้นและครูผู้สอน โดยต้องมีวุฒิปริญญาโทขึ้นไปในสาขาที่เกี่ยวข้องกับการสอนเท่านั้น และมีการแข่งขันสูง โดยเฉพาะอย่างยิ่งระดับอุดมศึกษา เมื่อผ่านการคัดเลือกครูจะมีอิสระในการจัดการเรียนการสอนและบรรยากาศภายในห้องเรียน มีการแลกเปลี่ยนวิชาการร่วมกันระหว่างครูผู้สอนด้วยกันเอง รวมถึงมีการสนับสนุนความก้าวหน้าทางวิชาการอีกด้วย

ประการที่ 2 คือ การสนับสนุนด้านการวิจัย เพื่อพัฒนาและสนับสนุนให้เกิดการพัฒนา นวัตกรรมใหม่ๆ กรณีที่เห็นได้ชัดเจนที่สุด คือ บริษัท Nokia โดยบริษัทโนเกียลงทุนในด้านการวิจัยและพัฒนา ในปริมาณที่สูงมากกว่า 3.8 พันล้านยูโร หรือประมาณกว่า 11% ของยอดขายทั้งหมด (Ministry of Education and Culture, 2010) ซึ่งพบว่า ในกระบวนการออกแบบและผลิตได้ร่วมมือกับสถาบัน การศึกษาเพื่อคิดค้นและพัฒนานวัตกรรมใหม่ๆ อยู่ตลอดเวลา เกิดเป็นมาตรฐานที่ทำให้ภาคเอกชน และหน่วยงานอื่นๆ เข้าร่วมมือกับรัฐบาล โดยเฉพาะอย่างยิ่งสถานศึกษาในการพัฒนาในการทำวิจัยเพิ่ม มากขึ้น เกิดการแลกเปลี่ยนทางวิชาการ และพัฒนาอุตสาหกรรมควบคู่กันไปอยู่ตลอดเวลา

ดังนั้น ประเทศฟินแลนด์จึงให้ความสำคัญกับครูด้วยระบบการฝึกหัดครูที่เข้มข้นและมี ประสิทธิภาพ นอกจากนี้ยังมุ่งเน้นการพัฒนาที่ตั้งอยู่บนรากฐานของการวิจัย คือ การใช้หลักวิจัยควบคู่ไปกับการพัฒนาในสังคมที่เปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา (ภาวิณี โสธายะเพ็ชร, 2558, น.187)

จากการศึกษาความเป็นมาของการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน สรุปได้ว่า การเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน หรือ PhenoBL เป็นแนวคิดของประเทศฟินแลนด์ เพื่อพัฒนาระบบ การศึกษาในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา

2.3.2 ความหมายของแนวคิดปรากฏการณ์เป็นฐาน

พจนานุกรม ฉบับราชบัณฑิตยสถาน พุทธศักราช 2554 (2556) ให้ความหมายของคำว่า “ปรากฏการณ์” น. หมายถึง การสำแดงออกมาให้เห็น

สำหรับความหมายของการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน (Phenomenon-based Learning) นั้น มีผู้ให้ความหมายไว้ ดังนี้

Silander (2015) ได้อธิบายว่า การเรียนรู้แบบ Phenomenon-based Learning เป็นการเรียนรู้ที่ใช้ปรากฏการณ์ในชีวิตจริงมาเป็นจุดเริ่มต้นของการเรียนรู้ ซึ่งผู้วิจัยจะทำการศึกษา ปรากฏการณ์ดังกล่าวอย่างรอบคอบทุกแง่มุม โดยใช้ข้อมูลและทักษะต่างๆ แบบข้ามสาระวิชา ตัวอย่างเช่น หัวข้อเกี่ยวกับมนุษยชาติ (Human) สหภาพยุโรป (European Union) สื่อและเทคโนโลยี (Media and Technology) น้ำ (Water) และพลังงาน (Energy) การเรียนรู้แบบนี้มีจุดเริ่มต้นที่แตกต่าง จากวัฒนธรรมการเรียนรู้แบบดั้งเดิมที่แบ่งความรู้ออกเป็นรายวิชา ทำให้การเรียนรู้แคบเพราะเกี่ยวกับ เรื่องหนึ่งเรื่องใดที่จะสนใจศึกษาเป็นเพียงบางแง่มุมเท่านั้น หรือศึกษาเนื้อหาแบบแยกส่วน (พงศธร มหาวิจิตร, 2560)

Symeonidis and Schwarz (2016) (อ้างถึงใน อรรถพรณ บุตรกตัญญู, 2561, น.352) กล่าวว่า แนวคิดการใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานที่นำมาใช้ในการสอนและการเรียนรู้ เป็นการทำให้ขอบเขตของการสอนแบบรายวิชาหายไป และนำไปสู่การสำรวจในเชิงสหวิทยาการของปรากฏการณ์ที่ศึกษา ซึ่งการข้ามศาสตร์สามารถช่วยให้เห็นความเกี่ยวข้องและความเข้าใจของธรรมชาติของปรากฏการณ์จากมุมมองที่หลากหลาย เป็นไปไม่ได้ที่จะเข้าใจปรากฏการณ์โดยตรงได้อย่างครบถ้วนในทันที โดยการเข้าใจปรากฏการณ์นั้นใช้ความรู้ที่สัมผัสเป็นความซับซ้อนของกระบวนการเรียนรู้

ศิริรัตน์ ศิริชีพชัยยันต์ (2560) กล่าวว่า Phenomenon-based Learning คือ การหยิบยกประเด็น หรือกระแสที่เกิดขึ้นในสังคมช่วงนั้นๆ ขึ้นมาเป็นกรณีศึกษา โดยเฉพาะในคาบโฮมรูมตอนเช้า เพื่อให้เด็กๆ ฝึกทักษะคิด วิเคราะห์ แยกแยะ รู้เท่าทันสื่อ และสังคมปัจจุบัน

วิจารณ์ พานิช (2560) กล่าวว่า Phenomenon-Based Learning เป็นการเรียนที่มาจากหัวข้อหรือเหตุการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้นรอบตัว เป็นการเรียนในลักษณะของโครงการที่นักเรียนทำงานเป็นกลุ่ม และมีเนื้อหาการเรียนครอบคลุมหลายวิชา

พงศธร มหาวิจิตร (2560, น.42) กล่าวว่า Phenomenon-Based Learning เป็นการเรียนรู้ในกลุ่มสหวิทยาการแบบ Topical Learning (Topic-Based Learning) และ Thematic Learning (Theme-Based Learning) ที่เน้นให้นักเรียนได้ศึกษาหัวข้อหรือประเด็นเรื่องแบบองค์รวมมากกว่าจะแยกเป็นรายวิชา เพื่อให้มีการเรียนรู้ที่สัมพันธ์กับชีวิตจริงและเสริมสร้างทักษะในการเรียนรู้แก่ผู้เรียน

อรรถพรณ บุตรกตัญญู (2561, น.351) ให้ความหมายของการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน หมายถึง การนำปรากฏการณ์ในโลกแห่งความเป็นจริงมาเป็นจุดเริ่มต้นของกระบวนการเรียนรู้ นำไปสู่การสำรวจด้วยมุมมองที่หลากหลายในเชิงสหวิทยาการของปรากฏการณ์ที่ศึกษา โดยใช้เทคนิควิธีการ และเครื่องมือต่างๆ เพื่อสร้างความรู้และพัฒนาทักษะของผู้เรียนจากการศึกษาข้ามพรมแดนระหว่างวิชาภายใต้บริบทที่เชื่อมโยงกันเพื่อให้ผู้เรียนมีการเรียนรู้ที่สัมพันธ์กับชีวิตจริง

สรุปได้ว่า การเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน หมายถึง การนำหัวข้อจากเหตุการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้นรอบตัว ในการเริ่มเข้าสู่กระบวนการเรียนรู้ เน้นประเด็นแบบองค์รวมในการบูรณาการหลากหลายวิชา โดยใช้เทคนิคต่างๆ ที่เหมาะสม ในการพัฒนาทักษะคิด วิเคราะห์ แยกแยะ รู้เท่าทันสื่อ และสังคมในปัจจุบัน

2.3.3 ความสำคัญของแนวคิดปรากฏการณ์เป็นฐาน

Silander (2015) ได้กล่าวถึงคุณค่าของการเรียนรู้แบบปรากฏการณ์เป็นฐานว่า

1) เป็นการศึกษาเรื่องราวหรือปรากฏการณ์ต่างๆ ในสภาพแห่งความเป็นจริงแบบองค์รวม (Holistic) โดยใช้ความรู้ข้ามศาสตร์และนำสาระวิชาต่างๆ มาบูรณาการเข้ากับประเด็นเรื่อง (theme) อย่างเป็นธรรมชาติ

2) ควรเริ่มต้นด้วยการตั้งคำถามหรือนำเสนอปัญหา (เช่น เหตุใดเครื่องบินจึงสามารถบินและลอยอยู่ในอากาศได้) ซึ่งวิธีการที่ดีที่สุดสำหรับการเรียนแบบปรากฏการณ์เป็นฐาน คือ การ

เรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning) เพื่อผู้เรียนจะได้ร่วมกันหาคำตอบสำหรับปรากฏการณ์ที่เขาสนใจ ปัญหาและคำถามที่ผู้เรียนได้ร่วมกันตั้ง นั่นคือ สิ่งที่เขาสนใจอย่างแท้จริง

3) เป็นการเรียนรู้แบบหยั่งลึก ทั้งนี้เมื่อผู้เรียนได้เรียนรู้เรื่องราวหรือปัญหา นับเป็นการหยั่งลึก (Anchore) สู่ปรากฏการณ์ในชีวิตจริง โดยการประยุกต์ใช้ข้อมูลความรู้และทักษะข้ามสาระวิชาให้เชื่อมโยงกับสถานการณ์จริงนอกห้องเรียน

4) ในกระบวนการเรียนรู้ต่างๆ ข้อมูลใหม่มักจะถูกนำไปประยุกต์เข้ากับปรากฏการณ์หรือใช้แก้ปัญหา นั่นหมายความว่า ทฤษฎีและข้อมูลความรู้ต่างๆ จะเป็นคุณประโยชน์ต่อสถานการณ์การเรียนรู้ดังกล่าว การฝึกประยุกต์ใช้ข้อมูลในสถานการณ์มีความสำคัญมากที่จะช่วยให้นักเรียนได้ซึมซับข้อมูลความรู้ใหม่ และได้เรียนรู้อย่างลึกซึ้ง

5) การเรียนแบบปรากฏการณ์เป็นฐาน ช่วยให้เกิดการเรียนรู้ที่แท้จริงมากขึ้นเพราะผู้เรียนจะได้ใช้กระบวนการทางปัญญา (Cognitive Processes) หรือกระบวนการคิด (Thinking Processes) อย่างเต็มที่ในการแก้สถานการณ์จริง (authenticity) ซึ่งสถานการณ์จริงนี้เป็นเงื่อนไขหลักสำหรับการถ่ายโอนและนำข้อมูลความรู้ไปประยุกต์ใช้จริง ดังคำกล่าวที่ว่า “คนเราไม่สามารถขบถได้จากการเรียนเพียงภาคทฤษฎี” หรือ “ไม่มีข้อสอบปรนัยในชีวิตจริงหรือในชีวิตทำงาน”

Tissington (2019) ได้กล่าวไว้ว่า ลักษณะสำคัญของการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน นั้นประกอบด้วย 5 ประการ ได้แก่

1) การสอนแบบคอนสตรัคติวิสต์ โดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ มีการเรียนรู้แบบเชิงรุก คล้ายคลึงกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน และแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน

2) การเรียนรู้แบบพหุวิทยาการ โดยแก้ปัญหาด้วยการประยุกต์องค์ความรู้จากหลากหลายวิชา

3) สนใจโลกแห่งความเป็นจริง โดยการศึกษาสภาพปัญหา ประเด็น หรือปรากฏการณ์

4) เป็นการเรียนรู้โดยผู้เรียน ผู้เรียนศึกษา ค้นคว้า และสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง

5) การวิจัยและการค้นพบ โดยผู้เรียนศึกษาค้นคว้าหาคำตอบ แล้วนำมาสรุปแบบนิรนัย หรือ อุปนัย

สรุปได้ว่า ปรากฏการณ์เป็นฐานจะเริ่มต้นโดยการสังเกตปรากฏการณ์รูปแบบหนึ่งด้วยมุมมองรอบด้าน ความสำคัญของแนวคิดปรากฏการณ์เป็นฐาน โดยสามารถพิจารณาแยกเป็น 5 มิติ ประกอบด้วย 1) ความเป็นองค์รวม มีการบูรณาการร่วมกันหลายศาสตร์เพื่อแก้ไขปัญหา 2) สภาพจริง นำประเด็น ปัญหา หรือปรากฏการณ์มาใช้ในการศึกษา 3) บริบท เป็นการเรียนรู้จากสิ่งที่ป็นระบบ 4) การเรียนรู้แบบสืบเสาะโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ผู้เรียนสามารถตั้งคำถามของตนเองได้และนำมาร่วมกันเรียนรู้ในระหว่างกระบวนการเรียนรู้ และ 5) กระบวนการเรียนรู้ ผู้เรียนสามารถวางแผน กระบวนการเรียนรู้ของตนเองได้

2.3.4 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ของแนวคิดปรากฏการณ์เป็นฐาน

การจัดเนื้อหาในหลักสูตรตามแนวคิด ปรากฏการณ์เป็นฐานจะเน้นการบูรณาการสาระวิชาต่างๆ และประเด็นเรื่อง (Theme) เข้าด้วยกันอย่างเป็นระบบโดยใช้วิธีการสอนที่มีความหมาย เช่น การเรียนแบบสืบเสาะความรู้ (Inquiry Learning) การเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning) การเรียนรู้แบบโครงการ (Project Learning) และการใช้แฟ้มสะสมงานส่วนบุคคล (Portfolio) ซึ่งวิธีการแบบ Phenomenon-Based Approach นี้สามารถนำไปปรับใช้ในบริบทต่างๆ ได้อย่างหลากหลาย

Daehler & Folsom (2016) (อ้างถึงใน พงศธร มหาวิจิตร, 2558, น.43) ได้เสนอแนะขั้นตอนการนำแนวคิดปรากฏการณ์เป็นฐานไปใช้ ดังนี้

1) เลือกปรากฏการณ์ที่น่าสนใจ (Select an Interesting Phenomenon) ปรากฏการณ์ที่เลือกมาควรสอดคล้องกับประสบการณ์และระดับชั้นของผู้เรียน มีความน่าสนใจทั้งต่อตัวครูและนักเรียน แต่เชื่อว่าทุกปรากฏการณ์จะเป็นสิ่งที่ดีเลิศเสมอไป บางครั้งอาจไม่มีปรากฏการณ์ใดเลยที่เหมาะสมจะเลือกมาใช้ในรายวิชา นั่นก็มีใช้เรื่องเสียหาย และควรมองปรากฏการณ์เป็นเซต (Think about the Phenomena as a Set) อย่าหลงไหลไปกับการแสวงหาปรากฏการณ์ที่สมบูรณ์แบบสำหรับบทเรียนแต่ละหัวข้อ เพราะถ้าเลือกปรากฏการณ์ที่ไม่ดีพอจะมีข้อจำกัดหลายอย่างตามมา

2) วิเคราะห์คุณค่าของบทเรียนที่มีอยู่ (Analyze the Utility of Your Existing Lessons) ครูควรพิจารณาว่านักเรียนได้เรียนรู้อะไรจากกิจกรรม และจะประยุกต์สิ่งเหล่านั้นไปสู่ปรากฏการณ์ต่างๆ ได้อย่างไร หากบางปรากฏการณ์มีประเด็นที่ไม่สามารถตอบโจทย์ซึ่งเป็นเป้าหมายหลักของบทเรียนได้ ครูควรหากิจกรรมหรือวิธีการอื่นที่จะช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนเนื้อหาสาระที่จำเป็น เช่น ใช้วิดีโอหรือสไลด์ในการนำเสนอ การบรรยาย มอบหมายเรื่องให้ไปอ่าน หรือให้ผู้เชี่ยวชาญภายนอก เพราะเชื่อว่าเนื้อหาทุกเรื่องจะสามารถเรียนรู้ได้ผ่านการลงมือสืบเสาะร่วมกันเฉพาะในห้องได้

3) วางลำดับกิจกรรม (Plan a Sequence of Activities) เริ่มจากการสังเกตปรากฏการณ์และสนทนากับนักเรียนเพื่อสำรวจแนวคิดและตั้งคำถามกระตุ้นให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อให้เข้าใจความเป็นไปได้ ส่งเสริมให้นักเรียนระบุสิ่งที่อยากเรียนรู้เกี่ยวกับปรากฏการณ์ สนับสนุนให้ผู้เรียนร่วมวางแผนกิจกรรมการเรียนรู้และเพิ่มขั้นตอนการสรุป สิ่งที่พวกเขาได้เรียนรู้จากกิจกรรม โดยอาจใช้คำถามว่า “นักเรียนเรียนรู้อะไรบ้างจากกิจกรรมนี้” “นักเรียนมีคำถามอะไรใหม่เกี่ยวกับปรากฏการณ์นี้บ้าง” “มีอะไรที่อยากจะเรียนเพื่อให้เข้าใจในปรากฏการณ์นี้ดียิ่งขึ้นอีกบ้าง”

4) วางแผนการตรวจสอบความเข้าใจของผู้เรียน (Make a Plan for How You will Know Students have made Sense of the Phenomenon) โดยให้นักเรียนเขียนคำอธิบาย ออกแบบสไลด์นำเสนอ สรุปในรูปของโปสเตอร์นำเสนอปากเปล่า หรือแสดงออกในรูปแบบใดรูปแบบหนึ่งเพื่อสะท้อนว่า พวกเขามีความคิดรวบยอดและสามารถประยุกต์ใช้สิ่งที่ได้เรียนรู้ได้

นอกจากนี้ Zhukov (2015) ยังได้ให้แนวคิดที่น่าสนใจว่าแนวคิดปรากฏการณ์เป็นฐานไม่ได้ทำให้รายวิชาต่างๆ สูญหายไปจากหลักสูตร แต่จะเป็นส่วนช่วยเสริมรายวิชาให้มีความหมายยิ่งขึ้น โดยนักเรียนและครูจะร่วมกันพัฒนาโครงงาน โดยอาศัยแหล่งความรู้ต่างๆ และบูรณาการนำเทคโนโลยี

มาใช้ ซึ่งแนวคิดปรากฏการณ์เป็นฐานจะช่วยส่งเสริมทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เช่น การสื่อสาร ความร่วมแรงร่วมใจ ความคิดสร้างสรรค์การคิดวิเคราะห์ การพัฒนาอย่างยั่งยืน และความเข้าใจใน ความเป็นสากลด้วย

สรุปได้ว่า ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ของแนวคิดปรากฏการณ์เป็นฐาน โดยจะเน้น บูรณาการศาสตร์ต่างๆ ร่วมกับเรื่องราวที่สนใจ ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การเลือกปรากฏการณ์ที่ น่าสนใจที่สอดคล้องกับประสบการณ์ของผู้เรียน 2) การนำปรากฏการณ์มาวิเคราะห์จากบทเรียนที่ นักเรียนมีอยู่ 3) การลำดับกิจกรรมโดยเริ่มจากการสังเกต และนำสิ่งที่สังเกตได้มาอภิปรายร่วมกับผู้อื่น และ 4) การสรุปความเข้าใจของผู้เรียน จากความคิดรวบยอด

2.4 ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

2.4.1 ความหมายของความคิดสร้างสรรค์

พจนานุกรม ฉบับราชบัณฑิตยสถาน พุทธศักราช 2554 (2556) ให้ความหมายของคำว่า “ความคิดสร้างสรรค์” น. หมายถึง ความสามารถที่จะสร้างความคิดใหม่ๆ ที่ให้ผลในทางบวก

พจนานุกรมศัพท์ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2561) ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ คือ ความสามารถทางสมองของมนุษย์ที่คิดได้กว้างไกล หลากหลาย แง่มุม หลากหลายรูปแบบ นำไปสู่การคิดประดิษฐ์สิ่งของ และแนวทางการแก้ปัญหาใหม่ โดยใช้ข้อมูล ความรู้ และประสบการณ์ ความคิดสร้างสรรค์ มี 4 ลักษณะ ประกอบด้วย ความคิดริเริ่ม ความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น และความคิดละเอียด

จันท์เพ็ญ ชูประภาวรรณ (2548) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ หรือ Creative Thinking คือ ความสามารถในการผลิตสิ่งที่เป็นต้นแบบ แตกต่าง และเหมาะสมกับการใช้ประโยชน์ ตั้งแต่ระดับ บุคคล คือ การใช้ความสามารถในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันของตนเองในแบบที่แตกต่าง จากเดิม ส่งผลให้เกิดการสร้างสรรคในสังคม คือ ความสามารถในการผลิตต้นแบบที่ไม่เหมือนคนอื่น ทำให้ เกิดงานวิจัยใหม่ ผลิตสิ่งของใหม่ งานศิลปะชิ้นใหม่ โครงการใหม่ๆ ในสังคม ฯลฯ ซึ่งความคิดสร้างสรรค์นี้ สามารถสร้างได้ตั้งแต่ลูกยังเล็ก

Torrance (1963) (อ้างถึงใน อลิสร่า ชมชื่น, 2558, น.42) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง กระบวนการคิดที่บุคคลสามารถมองเห็นความสัมพันธ์ของสิ่งต่างๆ และสามารถตั้งแนวคิดหรือ สมมติฐานที่สามารถพิสูจน์ได้ และเมื่อทดสอบสมมติฐานนั้นแล้วก็สามารถถ่ายทอดการค้นพบนั้นให้ผู้อื่น ทราบได้

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (2556, น.3) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับ ทุกคน เพราะความคิดสร้างสรรค์ช่วยให้แก้ปัญหาเดิมด้วยวิธีการใหม่ ช่วยให้เห็นโอกาสใหม่ๆ ความ เป็นไปได้ใหม่ๆ ทำให้ได้สิ่งที่ดีกว่า ช่วยให้คิดได้อย่างเหมาะสม สำหรับเรื่องนั้นในเวลานั้น เพิ่มโอกาสให้

เกิดความสำเร็จในสิ่งที่กำลังแก้ไข การทำสิ่งต่างๆ แทนการติดยึดรูปแบบเดิมๆ ซึ่งไม่ได้ช่วยให้ก้าวไปข้างหน้าแต่อย่างใด

สำนักงาน ก.พ. (2559, น.6) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง ความสามารถทางสมองที่คิดในลักษณะอนันตนิย นำไปสู่การคิดค้นพบสิ่งแปลกใหม่ด้วยการคิดดัดแปลง ปรับแต่ง ผสมผสานกันให้เกิดสิ่งใหม่ รวมทั้งการคิดค้นทฤษฎีหลักการและประดิษฐ์ขึ้นงานได้สำเร็จ ความคิดสร้างสรรค์จะเกิดขึ้นได้ มิใช่เพียงแต่คิดในสิ่งที่เป็นไปได้ หรือสิ่งที่ เป็นเหตุเป็นผลเพียงอย่างเดียวเท่านั้น หากแต่ความคิดจินตนาการก็เป็นสิ่งสำคัญที่จะก่อให้เกิดความแปลกใหม่ แต่ต้องควบคู่กันไปกับความพยายามที่จะสร้างความคิดค้น หรือจินตนาการให้เป็นไปได้ จึงทำให้เกิดผลผลิตที่ยังประโยชน์ต่อสังคม

อลิสรา ชมชื่น (2558, น.46) ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการคิดหาวิธีที่จะนำไปสู่การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้สำเร็จ ซึ่งประกอบไปด้วย การคิด 3 ลักษณะ คือ 1) ความคล่องในการคิด หมายถึง นักเรียนมีความสามารถในการคิดหาวิธีแก้ปัญหาจากปัญหาที่กำหนดให้ได้อย่างรวดเร็วในปริมาณมากๆ ในเวลาจำกัด 2) ความคิดยืดหยุ่นในการคิด หมายถึง ความสามารถทางการคิดของนักเรียนในการคิดหาวิธีการแก้ปัญหาจากปัญหาที่กำหนดให้ได้หลายวิธี หลายรูปแบบ และสามารถเปลี่ยนวิธีการแก้ปัญหาได้ทันทีที่รู้ว่ามีความจำเป็น 3) ความคิดริเริ่ม หมายถึง ความสามารถทางการคิดของนักเรียนในการคิดหาวิธีการแก้ปัญหา จากปัญหาที่กำหนดให้ได้แปลกใหม่ และไม่ซ้ำจากความคิดของคนส่วนใหญ่

อภิชาติ เนินพรหม (2559, น.18) ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง กระบวนการทางสมองที่คิดในลักษณะอนันตนิย สามารถปรับปรุง ดัดแปลง ออกแบบ ต่อเติม และเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของสิ่งเร้าในแง่มุมต่างๆ นำไปสู่การคิดแก้ปัญหา ประดิษฐ์ในสิ่งที่แปลกใหม่และเป็นประโยชน์ โดยแสดงออกทางด้านจิตใจและบุคลิกภาพของบุคคลที่คิดสร้างสรรค์

สรุปได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการคิดที่ก่อให้เกิดผลผลิต แนวทางหรือวิธีการใหม่ๆ ได้หลายวิธีที่จะช่วยในการแก้ไขปัญห

2.4.2 ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

Piltz & Sund (1974, p.4) ได้กล่าวถึงความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ว่าเป็นกระบวนการคิดการกระทำเพื่อแก้ปัญหา โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ส่วนผลิตของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เน้นถึงความริเริ่มโดยมุ่งเน้นที่การพัฒนาความคิดเพื่อให้ได้ผลผลิตของความคิดสร้างสรรค์ที่มีความแปลกใหม่ มีศิลปะ นอกจากนี้บุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ควรจะมีความสามารถ คือ

- 1) ความสามารถในการจดจำปัญหา
- 2) ความสามารถในการผลิตความคิดใหม่
- 3) ความสามารถในการจัดระเบียบความคิด
- 4) ความสามารถในการประเมินผล

Feist (2011) ได้ให้ความหมายของคำว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Creativity) ไว้ว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความคิดหรือพฤติกรรมใดๆ ที่มีทั้งความใหม่ (Novel) และเป็นประโยชน์ (Useful) ซึ่งความคิดสร้างสรรค์จะแสดงออกมาจาก กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทางความคิด และพฤติกรรม ได้แก่ การสร้างสมมติฐาน การทดลอง เผยแพร่ และนำเสนอผลการทดลอง

Ayas & Sak (2014) ได้ให้นิยามว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Creativity) คือ ความสามารถในการสร้างความคิด หรือผลิตภัณท์ใหม่ที่เกี่ยวข้องกับบริบท โดยมีความสำคัญหรือมีประโยชน์ทางวิทยาศาสตร์

ทวีศักดิ์ แก้วทอง (2546, น.6) ได้ให้นิยามว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ คือ ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาต่างๆ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความรู้อย่างหลากหลาย ทิศทาง เพื่อตอบสนองความต้องการของมนุษย์ ประกอบด้วย ความคิดริเริ่ม ความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น และความคิดละเอียดลออ

สรุปได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เป็นความสามารถในการคิดและพฤติกรรม ที่แสดงออกผ่านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยความคิดนั้นจะต้องเป็นประโยชน์ หรือสามารถนำไปใช้แก้ปัญหาใดๆ

2.4.3 องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

Clary et al. (2011) อธิบายถึงลักษณะของความคิดสร้างสรรค์ ว่าเป็นความคิดแบบ อเนกนัยที่เสนอโดย กิลฟอร์ด ว่าหมายถึง ความสามารถที่แสดงออกมาได้ในรูปแบบของความสามารถ ต่างๆ ดังต่อไปนี้

1) ความคิดริเริ่ม (Originality) หมายถึง ความสามารถในการแสดงความคิดแปลกใหม่ แตกต่างไปจากความคิดทั่วไป ซึ่งอาจเกิดจากการดัดแปลงความรู้ หรือการประยุกต์ให้กลายเป็นสิ่งใหม่ๆ

2) ความคิดคล่องแคล่ว (Fluency) หมายถึง ความสามารถในการแสดงความคิดในเรื่องเดียวกันโดยไม่ซ้ำกัน สามารถแสดงความคิดออกมาได้เป็นจำนวนมากและแตกต่างกัน Guilford อธิบายว่า ความคิดคล่องแคล่วสามารถแบ่งออกเป็น 4 ประเภท คือ

(1) ความคิดคล่องแคล่วทางด้านถ้อยคำ (Word Fluency) เป็นความสามารถในการใช้ถ้อยคำได้อย่างคล่องแคล่ว

(2) ความคิดคล่องแคล่วทางการโยงสัมพันธ์ (Associational Fluency) เป็นความสามารถในการคิดหาถ้อยคำที่เหมือนหรือคล้ายกันมากที่สุดภายในเวลาที่กำหนด

(3) ความคิดคล่องแคล่วทางการแสดงออก (Expressional Fluency) เป็นความสามารถในการใช้ลีหรือประโยค หรือสามารถนำคำมาเรียงกันอย่างรวดเร็วเพื่อให้ได้ประโยคที่ต้องการ

3) ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการคิดหาคำตอบได้หลายประเภท หลายทิศทาง หรือหลายรูปแบบ กิลฟอร์ด (Guilford) อธิบายเพิ่มเติมว่า ความคิดยืดหยุ่น สามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

(1) ความคิดยืดหยุ่นที่เกิดขึ้นทันที (Spontaneous Flexibility) เป็นความสามารถที่จะพยายามคิดหลายอย่างได้ในทันที

(2) ความคิดยืดหยุ่นทางการดัดแปลง (Adaptive Flexibility) เป็นความสามารถที่จะคิดได้หลากหลายและสามารถคิดดัดแปลงจากสิ่งหนึ่งไปเป็นหลายสิ่งได้

4) ความคิดละเอียดลออ (Elaboration) หมายถึง ความคิดในรายละเอียดที่นำมาตกแต่งความคิดครั้งแรกให้สมบูรณ์ เกิดเป็นภาพชัดเจนและได้ความหมาย

Feist (2011) ได้กล่าวว่า ทอแรนซ์ได้ศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมจากแนวคิดของ กิลฟอร์ด ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการทางสมอง โดยศึกษาเกี่ยวกับองค์ประกอบความคิดคล่องแคล่ว ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม และความคิดละเอียดลออ ซึ่งสรุปได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์มีลักษณะเป็นลำดับขั้นของการคิด คล้ายกับความคิดสร้างสรรค์ทั่วไป แต่มีลักษณะเฉพาะมากกว่าโดยแบ่งเป็น 5 ขั้น ดังนี้

(1) การค้นหาข้อเท็จจริง (Fact-Finding) เป็นขั้นที่มีความต้องการค้นหาข้อเท็จจริง แต่ยังไม่สามารถระบุปัญหาได้ เช่น ทำไมนักบินอวกาศเมื่ออยู่อวกาศจึงมีสภาพไร้น้ำหนัก (ลอยได้) โลกอยู่ในอวกาศตัวเราก็น่าจะมีสภาพไร้น้ำหนักด้วย

(2) การค้นพบปัญหา (Problem-Finding) เป็นขั้นที่สามารถระบุปัญหาได้ว่า ต้นตอของปัญหาคืออะไร เช่น ทำไมตัวเราจึงไม่มีสภาพไร้น้ำหนัก

(3) การค้นพบแนวคิด (Idea-Finding) เป็นขั้นของการตั้งสมมติฐาน และรวบรวมข้อมูลเพื่อตรวจสอบความคิด เช่น เมื่อปล่อยวัตถุลงจากที่สูงจะตกลงด้านล่างเสมอ

(4) การค้นพบคำตอบ (Solution-finding) เป็นขั้นของการพบคำตอบภายหลังจากการทดสอบสมมติฐาน เช่น มีแรงดึงดูด กระทำต่อวัตถุตลอดเวลา

(5) การยอมรับผลจากการค้นพบ (Acceptance-Finding) เป็นขั้นของการยอมรับคำตอบที่ค้นพบ เช่น โลกของเราถูกห่อหุ้มด้วยชั้นบรรยากาศและมีแรงดึงดูดที่โลกกระทำต่อเรา

Ayas & Sak (2014) ได้นิยามองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Creativity) มี 2 องค์ประกอบจากวิธีการวัด ดังนี้

(1) ความคิดคล่อง (Fluency) หมายถึง จำนวนคำตอบที่ถูกต้อง

(2) ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) หมายถึง จำนวนหมวดหมู่ของคำตอบที่ถูกต้อง
ภวัตรวิษฐ์ ธัญวัฒน์ยิ่ง (2558, น.20) ได้อธิบายองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ไว้โดยสรุปดังนี้

(1) ความคิดริเริ่ม หมายถึง ลักษณะความคิดแปลกใหม่ที่แตกต่างจากความคิดธรรมดาหรือความคิดง่าย ๆ ความคิดริเริ่มที่เรียกว่า Wild Idea เป็นความคิดที่เป็นประโยชน์ต่อตนเอง

และสังคม ความคิดริเริ่มเป็นลักษณะความคิดที่เกิดขึ้นเป็นครั้งแรก เป็นความคิดที่จำเป็นต้องอาศัยจินตนาการผสมกับเหตุผลแล้วหาทางทำให้เกิดผลงาน ผู้ที่มีความคิดริเริ่มเป็นคนกล้าคิด กล้าแสดงออก พร้อมทั้งกับทดลอง ทดสอบความคิดนั้นอยู่เสมอ

(2) ความคล่องตัว หมายถึง ปริมาณความคิดที่ไม่ซ้ำกันเมื่อตอบปัญหาเรื่องเดียวกัน ความคล่องในการคิดนี้มีความสำคัญต่อการแก้ปัญหาหลายๆ วิธี และต้องการนำวิธีการเหล่านั้นมาทดลองจนกว่าจะพบวิธีการที่ถูกต้อง

(3) ความคิดยืดหยุ่น หมายถึง ประเภทหรือแบบของความคิด แบ่งออกเป็น

(3.1) ความคิดยืดหยุ่นที่เกิดขึ้นทันที เป็นความสามารถในการคิดอย่างอิสระให้ได้คำตอบหลายแนวทางในขณะที่คนทั่วไปจะคิดได้แนวทางเดียว

(3.2) ความคิดยืดหยุ่นทางการดัดแปลง เป็นความสามารถในการดัดแปลงของสิ่งเดียวให้เกิดประโยชน์หลายด้าน

(4) ความคิดละเอียดลออ เป็นลักษณะของความพยายามในการใช้ความคิด และประสานความคิดต่างๆ เข้าด้วยกันเพื่อให้เกิดความสำเร็จ

จากการศึกษาองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ สามารถสรุปได้ว่าองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 4 ด้าน คือ

(1) ความคิดคล่อง (Fluency) หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการแสดงความคิดในเรื่องเดียวกันโดยไม่ซ้ำกัน

(2) ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการคิดหาคำตอบได้หลายประเภท

(3) ความคิดริเริ่ม (Originality) หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการแสดงความคิดแปลกใหม่แตกต่างจากความคิดทั่วไป และสอดคล้องกับบริบท

(4) ความคิดละเอียดลออ หมายถึง ความสามารถในการคิดรายละเอียดเพื่อขยายความคิดหลักให้ได้ความหมายที่สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

2.4.4 การวัดความคิดสร้างสรรค์

กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ (2539) (อ้างถึงใน อับดุลยามิน หะยีชาเดร์, 2560, น.36) ความคิดสร้างสรรค์เป็นคุณภาพของสมองที่มีลักษณะเป็นนามธรรมที่แฝงอยู่ภายในตัวของแต่ละบุคคลเหมือนกับความคิดด้านอื่นๆ แต่สามารถวัดและประเมินผลความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนได้ ซึ่งวิธีการที่นิยมใช้กันมี 3 วิธีการ คือ

1) การสังเกตพฤติกรรม

การสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนเพื่อวัดความคิดสร้างสรรค์นั้น สามารถกระทำได้ 2 ลักษณะ คือ แบบเป็นทางการ และไม่เป็นทางการ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการประเมิน ทั้งนี้อาจสังเกตจากความคิดหรือจินตนาการ การเล่น การปฏิบัติกิจกรรมการทดลอง การปรับปรุงและตกแต่งสิ่งต่างๆ การแสดงละคร การให้คำอธิบายหรือบรรยายสิ่งต่างๆ ตลอดจนการคิดเกมใหม่ๆ โดย

นักเรียนสามารถทำกิจกรรมได้เกินกว่าที่ได้รับมอบหมายด้วยวิธีการแปลกใหม่ แสดงลักษณะที่กล้าทดลอง กล้าเสี่ยง

2) การตรวจคุณภาพของผลงาน

การตรวจสอบคุณภาพของผลงานจะพิจารณาจากคุณภาพของผลงานที่นักเรียนจัดทำขึ้น ทั้งนี้ควรพิจารณาจากผลงานหลายๆ ชิ้นต่อเนื่องกันจะดีกว่าการพิจารณาจากผลงานเพียงชิ้นเดียว และหากได้พิจารณาจากงานในแฟ้มสะสมงานที่จัดทำมาตลอดภาคเรียนก็จะทำให้สามารถประเมินความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนได้อย่างเที่ยงตรงและเชื่อมั่นได้ แต่อย่างไรก็ตามการตรวจสอบคุณภาพของผลงานนี้จำเป็นต้องมีเกณฑ์ในการให้คะแนนที่ชัดเจน โดยอาจใช้วิธีการที่เรียกว่า รูบริก (Rubric) และหากมีผู้ประเมินมากกว่า 1 คนก็จะยิ่งดี

3) การใช้แบบทดสอบ

การวัดความคิดสร้างสรรค์โดยใช้แบบทดสอบนั้น แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์มีลักษณะที่แตกต่างไปจากแบบทดสอบชนิดอื่นๆ ซึ่ง สมศักดิ์ ภูวิภาดาธรรม (2537, น.34) ได้ชี้ให้เห็นถึงความแตกต่างระหว่างแบบทดสอบวัดสติปัญญา กับแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ ว่าแบบทดสอบวัดสติปัญญานั้นเป็นการวัดเกี่ยวกับความสามารถในการหาคำตอบที่ถูกต้องเหมาะสมที่สุดสำหรับปัญหานั้นๆ จึงมีคำตอบที่ถูกหรือผิดสำหรับปัญหาแต่ละข้อ แต่แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์นั้นเกี่ยวข้องกับความสามารถในการหาคำตอบที่แปลก ไม่ซ้ำแบบใครและมีคุณค่าให้ได้หลายๆ คำตอบ หรือสามารถคิดได้หลายๆ ทาง ดังนั้น สำหรับข้อคำถามแต่ละข้อคำตอบที่เป็นไปได้จึงอาจมีหลายอย่าง การสร้างแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์จึงค่อนข้างยาก นอกจากนี้เกณฑ์การให้คะแนนก็ค่อนข้างยากเช่นกัน อนึ่ง Torrance (1969) (อ้างถึงใน กมล ชูสมัย, 2528, น.10) ได้แสดงความคิดเห็นว่าส่วนใหญ่การวัดความคิดสร้างสรรค์จะพิจารณาถึงด้านผลผลิตมากกว่ากระบวนการ

แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ที่ได้รับความนิยมเชื่อถือและจะถูกนำมาใช้อ้างอิงหรือดัดแปลงกับนักเรียน ซึ่งแบบทดสอบมี 2 กลุ่ม คือ

(1) แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ของกิลฟอร์ด

กิลฟอร์ด (Guilford, 1971) เป็นนักจิตวิทยาคนแรกที่ได้ริเริ่มการพัฒนาแบบวัดความคิดสร้างสรรค์มาตรฐาน โดยแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ของกิลฟอร์ด ประกอบด้วยแบบทดสอบย่อย 11 ฉบับ โดยแบ่งออกเป็นทางด้านภาษาเขียน 7 ฉบับ ทางด้านรูปภาพ 3 ฉบับ และเป็นโจทย์ปัญหา 1 ฉบับ แบบทดสอบนี้เหมาะกับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาและผู้ใหญ่ โดยแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์แต่ละฉบับ มีรายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ของกิลฟอร์ด

แบบทดสอบ	ลักษณะข้อคำถาม
1. แบบทดสอบด้านภาษาเขียน (7 ฉบับ)	ฉบับที่ 1 ความคิดคล่องในการจำ (Word Fluency) เป็นการเขียนคำที่ขึ้นต้นด้วยตัวอักษรที่กำหนดให้ ฉบับที่ 2 ความคล่องทางความคิด (Ideational Fluency) เป็นการเขียนชื่อสิ่งของที่มีคุณสมบัติตามลักษณะที่กำหนดให้ เช่น ให้อธิบายชื่อของสิ่งของที่กลมและมีสีขาว ฉบับที่ 3 ความคล่องด้านการเชื่อมโยง (Associational Fluency) เป็นการเขียนคำต่างๆ ที่มีความหมายคล้ายคลึงกับคำที่กำหนดให้ ฉบับที่ 4 ความคล่องในการแสดงออก (Expressional Fluency) เป็นการสร้างประโยคจากคำที่กำหนดให้โดยกำหนดอักษรตัวแรกของแต่ละคำให้ และห้ามให้ใช้คำซ้ำ ฉบับที่ 5 การใช้ประโยชน์อย่างอื่น (Ultimate Uses) เป็นการบอกประโยชน์อย่างอื่นของสิ่งเฉพาะที่กำหนดให้ในลักษณะที่แตกต่างจากการใช้ประโยชน์โดยทั่วไป ฉบับที่ 6 การสรุปผล (Consequence) เป็นการบอกเหตุการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้นอันเป็นผลเนื่องจากเหตุการณ์สมมติฐานที่กำหนดให้ ฉบับที่ 7 ประเภทอาชีพ (Possible Jobs) เป็นการบอกอาชีพต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับคำที่กำหนดให้
2. แบบทดสอบด้านรูปภาพ (3 ฉบับ)	ฉบับที่ 8 การวาดรูป (Making Objects) เป็นการวาดรูปของสิ่งของจากเซตของรูปที่กำหนดให้ ในการวาดรูปสิ่งของรูปหนึ่งอาจใช้รูปที่กำหนดให้ซ้ำกันได้และเปลี่ยนแปลงขนาดได้ แต่จะต้องไม่ต่อเติมรูปหรือเส้นอื่นๆ เพิ่มขึ้นอีก ฉบับที่ 9 การร่างรูป (Sketches) เป็นการต่อเติมให้เป็นรูปจากภาพร่างที่กำหนดให้ และต่อเติมภาพให้สมบูรณ์และแตกต่างกันมากที่สุด ฉบับที่ 10 การตกแต่ง (Decoration) เป็นการตกแต่งรูปภาพเกี่ยวกับสิ่งของทั่วไปที่ร่างเอาไว้แล้วด้วยแบบที่แตกต่างกัน
3. แบบทดสอบด้านโจทย์ปัญหา (1 ฉบับ)	ฉบับที่ 11 การแก้ปัญหา (Match Problem) เป็นการแก้ปัญหาจากโจทย์ที่กำหนดให้

เนื่องจากกิลฟอร์ดเป็นนักจิตวิทยาที่มุ่งเน้นอธิบายโครงสร้างทางสติปัญญาว่าความคิดสร้างสรรค์มีองค์ประกอบทางสติปัญญามิติใดบ้าง มากกว่าการพยายามอธิบายการเกิดและพัฒนาความคิดสร้างสรรค์

(2) แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ของ ทอแรนซ์

Torrance (Anastasi, 1988, pp.355-370) ได้สร้างแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์มีชื่อว่า MTCT (Minnesota test of creative thinking) ต่อมาใช้ชื่อว่า TTCT (Torrance test of creative thinking) ใช้วัดความคิดสร้างสรรค์ได้หลายระดับอายุ โดยแบบทดสอบฉบับดังกล่าวจะแบ่งออกเป็น 3 ฉบับย่อย ดังแสดงในตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ของทอแรนซ์

ฉบับย่อยที่	ลักษณะข้อคำถาม
1. แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์โดยอาศัยภาษา (Thinking Creatively with Word)	กิจกรรมชุดที่ 1 การตั้งคำถาม เป็นการตั้งคำถามจากภาพที่กำหนดให้มากที่สุด เพื่อให้รู้ว่าเกิดอะไรขึ้นมากที่สุด และคำถามต้องตอบจากการใช้ความคิด กิจกรรมชุดที่ 2 การเดาสาเหตุเป็นการเขียนสาเหตุที่เกี่ยวข้องกับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นของรูปภาพในกิจกรรมที่ 1 ให้มากที่สุด กิจกรรมชุดที่ 3 การเดาผลที่จะเกิดตามมา เป็นการเขียนผลที่อาจเกิดขึ้นอันเนื่องมาจากเหตุการณ์ในภาพที่กำหนดให้ในรูปภาพของกิจกรรมที่ 1 กิจกรรมชุดที่ 4 ปรับปรุงผลผลิตให้ดีขึ้น เป็นการดัดแปลงสิ่งของในภาพที่กำหนดให้และมากที่สุดเท่าที่จะทำได้ กิจกรรมชุดที่ 5 ประโยชน์ของสิ่งของเป็นการเขียนรายชื่อหรือบอกรายการของสิ่งของที่น่าสนใจและแปลกที่ทำมาจากสิ่งของที่กำหนดให้กิจกรรมชุดที่ 6 ตั้งคำถามแปลกๆ เป็นการตั้งคำถามแปลกเกี่ยวกับสิ่งของต่างๆ ที่กำหนดให้ กิจกรรมชุดที่ 7 การสมมติอย่างมีเหตุผล เป็นการเขียนสิ่งที่คิดหรือคาดเดาถึงสิ่งที่เกิดขึ้นจากสถานการณ์ที่ไม่น่าเป็นไปได้ที่กำหนดให้เหตุการณ์ในภาพที่กำหนดให้ในรูปภาพของกิจกรรมที่ 1

ตารางที่ 2.3 แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ของทอแรนซ์ (ต่อ)

ฉบับย่อยที่	ลักษณะข้อคำถาม
2. แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์โดยอาศัยรูปภาพ (Thinking Creatively with Picture)	กิจกรรมชุดที่ 1 การวาดภาพ (Picture Construction) ให้ต่อเติมรูปภาพจากกระดาษที่กำหนดให้ให้แปลกใหม่ และน่าสนใจ พร้อมทั้งตั้งชื่อภาพวาดให้แปลกที่สุด กิจกรรมชุดที่ 2 การต่อเติมรูปภาพให้สมบูรณ์ (Picture Completion) ให้ต่อเติมภาพจากรูปเส้นในลักษณะต่างๆ จำนวน 10 ภาพ ให้ภาพแปลกใหม่ และน่าสนใจมากที่สุดเท่าที่เป็นไปได้ พร้อมทั้งตั้งชื่อภาพวาดให้แปลกที่สุด กิจกรรมชุดที่ 3 การใช้เส้นคู่ขนาน (Parallel Line) ให้ต่อเติมภาพจากเส้นคู่ขนาน จำนวน 30 คู่ ให้แปลกใหม่ ไม่ซ้ำใคร แตกต่าง พร้อมทั้งตั้งชื่อภาพวาดให้แปลกที่สุด
3. แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ด้วยเสียงและคำ มี 2 กิจกรรม	กิจกรรมชุดที่ 1 ให้นักเรียนฟังจากเครื่องบันทึกเสียง กิจกรรมชุดที่ 2 เขียนความสัมพันธ์ของเสียงในแต่ละครั้ง

มีดังนี้

ความคิดยืดหยุ่น

ยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม และความละเอียดลออ

and Kogan ได้สร้างแบบทดสอบย่อย 5 ฉบับ ได้แก่

- 1) ค้นหาสิ่งที่เป็นกลุ่มเดียวกับสิ่งที่กำหนดให้
- 2) บอกประโยชน์ของสิ่งของ
- 3) บอกความเหมือนของสิ่งของ 2 สิ่ง
- 4) บอกความหมายของภาพเส้น

Usta & Akkanat (2015) ได้พัฒนาเครื่องมือในการพิจารณาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้ชื่อว่า Science Creativity Test (SCT) ซึ่งจะวัดความคิดสร้างสรรค์ทั้ง 3 ด้าน ได้แก่ ความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม ที่แสดงออกผ่านทางทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ การกำหนดปัญหาวิจัย (Scientific Problem) การสร้างสมมติฐาน (Formulating Hypothesis) การจำแนก (Classification) การทำนาย (Make a prediction) การสร้างและปรับปรุงผลิตภัณฑ์ (Creative Product Development/Reconstruction) โดยมีตัวอย่างเครื่องมือและเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

1) แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เป็นคำถามในรูปแบบปลายเปิด จำนวน 10 ข้อ โดยข้อ 1 - 9 ใช้วัดความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม ส่วนข้อ 10 ใช้วัดเฉพาะความคิดริเริ่มเท่านั้น

2) การให้คะแนนความคิดคล่อง โดยประเมินจากปริมาณคำตอบที่ถูกต้อง และสอดคล้องกับคำถาม

3) การให้คะแนนความคิดยืดหยุ่น โดยประเมินจากปริมาณของจำนวนกลุ่มคำตอบที่ถูกต้องและสอดคล้องกับคำถาม

4) การให้คะแนนความคิดริเริ่ม โดยประเมินจากจำนวนความถี่ของคำตอบของผู้ตอบทั้งหมด หากคำตอบมีจำนวนผู้ตอบน้อยกว่าร้อยละ 5 ของจำนวนความถี่ของคำตอบทั้งหมด ผู้ที่ตอบคำตอบนั้นจะได้รับ 2 คะแนน หากคำตอบมีจำนวนผู้ตอบร้อยละ 5 ถึง 10 ของจำนวนความถี่ของคำตอบทั้งหมด ผู้ที่ตอบคำตอบนั้นจะได้รับ 1 คะแนน และหากคำตอบมีจำนวนผู้ตอบมากกว่าร้อยละ 10 ของจำนวนความถี่ของคำตอบทั้งหมด ผู้ที่ตอบคำตอบนั้นจะได้รับ 0 คะแนน

5) สำหรับข้อ 10 เป็นการออกแบบผลงานจึงให้คะแนนโดยการใช้รูปรีคเพื่อวัดความคิดริเริ่ม

Yang et al. (2016) ได้พัฒนาเครื่องมือวัดความคิดสร้างสรรค์ประเภทต้นยา ซึ่งประกอบด้วยคำถามปลายเปิด 7 ข้อ เป็นคำถามที่ประเมินความคิดสร้างสรรค์แบบอนกนัย (Divergent Creativity) ตัวอย่างเช่น “สมมติว่าไม่มีดวงอาทิตย์ นักเรียนคิดว่าโลกจะเป็นอย่างไร” โดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนเดียวกับ Hu & Adey (2002) ซึ่งสามารถวัดได้ทั้งความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่มได้ในข้อเดียว

การตรวจให้คะแนนของแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์

การตรวจให้คะแนนของแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์โดยอาศัยภาษาทอเรนซ์ ได้แบ่งการให้คะแนนออกเป็น 3 ด้าน คือ

1) คะแนนความคิดคล่อง ให้คำตอบละ 1 คะแนน ถ้าคำตอบนั้นสอดคล้องกับคำถาม และไม่ซ้ำกัน

2) คะแนนความคิดยืดหยุ่น ให้คำตอบตามจำนวนกลุ่มคำตอบที่แตกต่างกัน กลุ่มละ 1 คะแนน

3) คะแนนความคิดริเริ่ม ให้คะแนนตามจำนวนความถี่ของคำตอบของนักเรียนทั้งหมด โดยดูจากความคิดที่แตกต่างไปจากคำตอบของผู้อื่น ดังนี้

จำนวนของคำตอบซ้ำ คิดเป็นร้อยละ 0 – 1.99 ให้ 2 คะแนน

จำนวนของคำตอบซ้ำ คิดเป็นร้อยละ 2 – 4.99 ให้ 1 คะแนน

จำนวนของคำตอบซ้ำ คิดเป็นร้อยละ 5 ขึ้นไป ให้ 0 คะแนน

คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละข้อคิดได้จากผลรวมของคะแนนความคิดคล่อง คะแนนความคิดยืดหยุ่น และคะแนนความคิดริเริ่ม

การตรวจให้คะแนนของแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ของ บุญรัตน์ จันทร และ เอกภูมิ จันทรพันธ์ (2558, น.229-230) ใช้กรอบแนวคิดของทอแรนซ์ โดยให้คะแนนดังนี้

1) ความคิดคล่อง ให้คะแนนจากจำนวนคำตอบทั้งหมดที่สอดคล้องกับคำถามทั้งหมดภายในเวลาที่กำหนด และเป็นคำตอบที่ไม่ซ้ำกับคำตอบเดิม โดยจะได้คำตอบละ 1 คะแนน โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

(1) จำนวนคำตอบที่สอดคล้อง 10 คำตอบขึ้นไป ได้ 4 คะแนน ระดับดีมาก

(2) จำนวนคำตอบที่สอดคล้อง 7-9 คำตอบ ได้ 3 คะแนน ระดับดี

(3) จำนวนคำตอบที่สอดคล้อง 4-6 คำตอบ ได้ 2 คะแนน ระดับพอใช้

(4) จำนวนคำตอบที่สอดคล้อง 1-3 คำตอบ ได้ 1 คะแนน ระดับควรปรับปรุง

2) ความคิดยืดหยุ่น ให้คะแนนจากการนำคำตอบที่สอดคล้องกับคำถามมาจัดกลุ่มที่มีแนวทางเดียวกัน โดยจะได้กลุ่มละ 1 คะแนน โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

(1) จำนวนกลุ่มคำตอบ 6 กลุ่มขึ้นไป ได้ 4 คะแนน ระดับดีมาก

(2) จำนวนกลุ่มคำตอบ 4-5 กลุ่ม ได้ 3 คะแนน ระดับดี

(3) จำนวนกลุ่มคำตอบ 2-3 กลุ่ม ได้ 2 คะแนน ระดับพอใช้

(4) จำนวนกลุ่มคำตอบ 1 กลุ่ม ได้ 1 คะแนน ระดับควรปรับปรุง

3) ความคิดริเริ่ม ให้คะแนนจากการพิจารณาคำตอบที่มีสอดคล้องกับข้อคำถาม และมีความแตกต่างและแปลกใหม่จากคำตอบของนักเรียนทั้งห้อง โดยมีเกณฑ์การพิจารณา ดังนี้

(1) คำตอบที่มีผู้ตอบ 1 คน ได้ 4 คะแนน ระดับดีมาก

(2) คำตอบที่มีผู้ตอบ 2-3 คน ได้ 3 คะแนน ระดับดี

(3) คำตอบที่มีผู้ตอบ 4-6 คน ได้ 2 คะแนน ระดับพอใช้

(4) คำตอบที่มีผู้ตอบตั้งแต่ 7 คนขึ้นไป ได้ 1 คะแนน ระดับควรปรับปรุง

ฉันทนา กองทองกาย (2554, น.65-66) ได้พัฒนาชุดกิจกรรมเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยใช้การประเมินแบบรูปรีค โดยมีตัวอย่างเครื่องมือและเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

1) คะแนนความคิดคล่อง พิจารณาจากคำตอบที่เป็นไปตามเงื่อนไขของคำถาม โดยนับจำนวนคำตอบ และให้คะแนนคำตอบละ 1 คะแนน ตามจำนวนของคำตอบที่ไม่ซ้ำกัน โดยไม่คำนึงถึงคำตอบของผู้อื่น

2) คะแนนความคิดยืดหยุ่น พิจารณาจากการจัดกลุ่มคำตอบของนักเรียนแต่ละคนตามวิธีคิดที่ต่างกัน แล้วนับจำนวนกลุ่มเพื่อให้คะแนน และให้คะแนนคำตอบกลุ่มละ 1 คะแนน โดยไม่คำนึงถึงคำตอบของผู้อื่น

3) คะแนนความคิดริเริ่ม พิจารณาจากความคิดของคำตอบของนักเรียนทั้งหมดที่เป็นความคิดแตกต่างไปจากการตอบของผู้อื่น โดยกำหนดให้คะแนนคำตอบตามความคิด ดังนี้

จำนวนของคำตอบซ้ำ คิดเป็นร้อยละ 5.01 ขึ้นไป ให้ 0 คะแนน

จำนวนของคำตอบซ้ำ คิดเป็นร้อยละ 4.01 – 5.00 ให้ 1 คะแนน

จำนวนของคำตอบซ้ำ คิดเป็นร้อยละ 3.01 – 4.00 ให้ 2 คะแนน

จำนวนของคำตอบซ้ำ คิดเป็นร้อยละ 2.01 – 3.00 ให้ 3 คะแนน

จำนวนของคำตอบซ้ำ คิดเป็นร้อยละ 1.01 – 2.00 ให้ 4 คะแนน

จำนวนของคำตอบซ้ำ คิดเป็นร้อยละ 0.01 – 1.00 ให้ 5 คะแนน

4) คะแนนความคิดละเอียดลออ พิจารณาจากคำตอบที่สามารถนำไปปฏิบัติแล้วก่อให้เกิดผลสำเร็จได้ นับจำนวนคำตอบ ให้คำตอบละ 1 คะแนน โดยไม่คำนึงถึงว่าคำตอบจะซ้ำกับของผู้อื่นหรือไม่

สมรัก อินทวิมลศรี (2560, น.61) ได้ศึกษาผลของการใช้แนวคิดสะเต็มศึกษา ในวิชาชีววิทยาที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้กรอบแนวคิดของ แอคแทมิส และ ทอแรนซ์ โดยมีตัวอย่างเครื่องมือและเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

1) คะแนนความคิดคล่อง ให้คะแนนคำตอบที่ไม่ซ้ำกันและสอดคล้องกับข้อความ โดยกำหนดเวลา 2 นาที มีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

คำตอบ 10 คำตอบขึ้นไป ได้ 4 คะแนน อยู่ในระดับดีมาก

คำตอบ 7-9 คำตอบขึ้นไป ได้ 3 คะแนน อยู่ในระดับดี

คำตอบ 4-6 คำตอบขึ้นไป ได้ 2 คะแนน อยู่ในระดับพอใช้

คำตอบ 1-3 คำตอบขึ้นไป ได้ 1 คะแนน อยู่ในระดับควรปรับปรุง

2) คะแนนความคิดยืดหยุ่น ให้คะแนนคำตอบที่มีแนวทางเดียวกัน และสอดคล้องกับข้อความ มีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

กลุ่มคำตอบ 6 กลุ่มขึ้นไป ได้ 4 คะแนน อยู่ในระดับดีมาก

กลุ่มคำตอบ 4-5 กลุ่มขึ้นไป ได้ 3 คะแนน อยู่ในระดับดี

กลุ่มคำตอบ 2-3 กลุ่มขึ้นไป ได้ 2 คะแนน อยู่ในระดับพอใช้

กลุ่มคำตอบ 1 กลุ่มขึ้นไป ได้ 1 คะแนน อยู่ในระดับควรปรับปรุง

3) คะแนนความคิดริเริ่ม ให้คะแนนคำตอบที่สอดคล้องกับข้อคำถาม และคำตอบต้องแตกต่างไปจากคำตอบของผู้อื่น มีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

คำตอบที่มีผู้ตอบ 1 คน ได้ 4 คะแนน อยู่ในระดับดีมาก

คำตอบที่มีผู้ตอบ 2-3 คน ได้ 3 คะแนน อยู่ในระดับดี

คำตอบที่มีผู้ตอบ 4-6 คน ได้ 2 คะแนน อยู่ในระดับพอใช้

คำตอบที่มีผู้ตอบตั้งแต่ 7 คนขึ้นไป ได้ 1 คะแนน อยู่ในระดับควรปรับปรุง

สรุปได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการคิดที่ก่อให้เกิดแนวทาง วิธีการ หรือผลผลิตใหม่ๆ ในการแก้ไขปัญหาอย่างหลากหลายวิธี โดยสามารถวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ได้จากแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งวัดได้จากคะแนน ดังนี้

1) ความคิดคล่อง หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการแสดงความคิดในเรื่องใดเรื่องหนึ่งได้อย่างรวดเร็ว โดยเน้นที่ปริมาณของคำตอบที่สอดคล้องกับปัญหา

2) ความคิดยืดหยุ่น หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการแสดงความคิดที่สามารถจัดจำแนกได้หลากหลายกลุ่มหรือประเภท โดยพิจารณาจากกลุ่มของคำตอบที่สอดคล้องกับปัญหา ไม่ว่าจะซ้ำกับผู้อื่นหรือไม่ก็ตาม

3) ความคิดริเริ่ม หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการแสดงความคิดที่แปลกใหม่ โดยไม่ซ้ำกับความคิดที่มีอยู่ทั่วไป แต่เป็นคำตอบที่สอดคล้องกับปัญหา

4) ความคิดละเอียดลออ หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการขยายความเสริมสิ่งต่างๆ ให้สมบูรณ์ หรือชัดเจนมากยิ่งขึ้น

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.5.1 งานวิจัยในประเทศ

จารีพร ผลมูล และคณะ (2558) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จิตสำนึกอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม และความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้จากการพัฒนาหน่วยการเรียนรู้บูรณาการแบบ STEAM ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเมืองหลังสวน จังหวัดชุมพร นอกจากนี้ยังศึกษาประสิทธิภาพของหน่วยการเรียนรู้อีกด้วย ซึ่งมีกลุ่มเป้าหมาย จำนวน 33 คน ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยหน่วยการเรียนรู้บูรณาการแบบ STEAM มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 มีจิตสำนึกอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ผ่านเกณฑ์ในระดับดี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และหน่วยการเรียนรู้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80

สมรัก อินทวิมลศรี (2560) ได้ศึกษาผลของการใช้แนวคิดสติศึกษาในวิชาชีววิทยาที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการศึกษาพบว่า หลังเรียนชีววิทยาตามแนวคิดสติศึกษา นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดีขึ้น ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนไม่แตกต่างกัน ในขณะที่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาหลังเรียน อยู่ในระดับปานกลาง

เลิศรารี รอดกำเนิด (2559) ได้ศึกษาผลการจัดประสบการณ์แบบโครงการโดยใช้แนวคิดสติศึกษาผานการใช้แหล่งเรียนรู้ในท้องถิ่นจังหวัดสมุทรสงคราม ที่มีต่อความเข้าใจในทศน์ทางวิทยาศาสตร์ของเด็กปฐมวัย โดยมีกลุ่มเป้าหมาย จำนวน 37 คน ผลการวิจัยพบว่า คะแนนเฉลี่ยความเข้าใจในทศน์ทางวิทยาศาสตร์ของเด็กปฐมวัยหลังการจัดประสบการณ์สูงกว่าก่อนการจัดประสบการณ์ และมีความเข้าใจในทศน์ทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 9 ทศน์นั้นดีขึ้น จากการสังเกตพฤติกรรม

มีนกาญจน์ แจ่มพงษ์ (2559) ได้พัฒนาชุดฝึกทักษะแบบสติศึกษาโดยมีรูปแบบการเรียนรู้บูรณาการแบบการรวมระหว่างการผลิตผลงานเนื้อหาหลายวิชากับกิจกรรมการเรียนการสอน (Integrated) เพื่อการสร้างสรรค์ชิ้นงานในหัวข้อ พลังงานรอบตัวเรา ซึ่งกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยมีจำนวน 26 คน เป็นนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสาธิตนวัตกรรมมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ผลการวิจัยพบว่า ชุดฝึกทักษะแบบสติศึกษามีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และสามารถในการสร้างสรรค์ชิ้นงานอยู่ในระดับดี

อรพรรณ บุตรกตัญญู (2561) ได้ใช้ปัญหาหรือโครงจากแนวคิดการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง และบูรณาการสหวิทยาการ โดยเน้นทักษะในศตวรรษที่ 21 เชื่อมโยงจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน “การเล่นตามรอยพระยุคลบาท” พัฒนาไปสู่การสร้างนวัตกรรม

อับดุลยามี นหะยีชาเดร์ (2560) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อ.เมือง จ.ปัตตานี จำนวน 48 คน โดยใช้การทดลองแบบกลุ่มทดลองกลุ่มเดียววัดผลก่อนและหลังการทดลอง (One group Pretest-Posttest Design) ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ หลังเรียนตามแนวทางสะเต็มศึกษาสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ .01 อีกทั้งยังมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ อยู่ในระดับมาก

บุญลอย มุลน้อย (2560) ได้พัฒนาชุดกิจกรรมเรื่อง วงจรไฟฟ้า ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสละมวิทยา และประสิทธิภาพของชุดกิจกรรม ผลการวิจัยพบว่า ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมสูงกว่าเกณฑ์ 75/75 ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีความพึงพอใจ อยู่ในระดับมากที่สุด

ภัสสร ติตมา (2558) ได้ศึกษาการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวทางสะเต็มศึกษา ที่มุ่งเน้นการสร้างสรรค์ชิ้นงานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนอุดมดรุณี หัวข้อ ระบบร่างกายมนุษย์ ผลการวิจัยพบว่า คะแนนความคิดสร้างสรรค์เฉลี่ยตั้งแต่ร้อยละ 79 ขึ้นไป และเพิ่มสูงขึ้นในทุกๆ ครั้งที่มีการจัดกิจกรรมแผนใหม่ๆ โดยความคิดสร้างสรรค์ด้านการออกแบบและสร้างชิ้นงาน นักเรียนพัฒนาได้มากที่สุดและน้อยที่สุด ความคิดละเอียดลออ นอกจากนี้ นักเรียนยังสามารถเลือกแนวทางการเรียนรู้ได้อย่างเหมาะสมผลอีกด้วย

2.5.2 งานวิจัยต่างประเทศ

Kim et al. (2014) ได้ศึกษาความคิดสร้างสรรค์และระดับความสนใจในวิทยาศาสตร์ (Interest levels) โดยใช้บทเรียนวิทยาศาสตร์ด้วยการประยุกต์ใช้กระบวนการสะเต็มศึกษา (STEAM Education) สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จากกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 โรงเรียนในประเทศเกาหลีใต้ ซึ่งแบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 69 คน และกลุ่มควบคุม 72 คน ผลการวิจัยพบว่า เมื่อเรียนด้วยบทเรียนประยุกต์ด้วยการประยุกต์ใช้กระบวนการสะเต็มศึกษา นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์และระดับความสนใจในวิทยาศาสตร์มากกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมที่เรียนการสอนแบบปกติ

Mayasari (2016) ได้ศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาด้วยการออกแบบสร้างสรรค์ชิ้นงาน ผลงานทดแทนจากแสงอาทิตย์ ที่ส่งผลต่อความคิดสร้างสรรค์ โดยใช้วิธีการวิจัยแบบผสมผสาน และใช้แบบประเมินความคิดสร้างสรรค์แบบ 4P ผลการวิจัยพบว่า ชิ้นงานจากการเรียนรู้สามารถส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ได้ และนักเรียนนำเอาความรู้ที่ได้มาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันอีกด้วย

Jeong & Kim (2015) ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ประเทศเกาหลี ด้วยสเต็มศึกษา ในหัวข้อ ตรวจสอบสถานะโลกร้อนด้วยแนวคิด Six Structured inventive thinking (SSIT) ที่มีต่อความรู้และการรับรู้เกี่ยวกับสเต็มศึกษา (STEAM content knowledge and perception) ผลการวิจัยพบว่า เมื่อจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ด้วยสเต็มศึกษา นักเรียนได้รับความรู้และการรับรู้เกี่ยวกับสเต็มศึกษามากกว่ากลุ่มการสอนแบบปกติ นอกจากนี้ นักเรียนหญิงยังมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และการรับรู้ทางบวกมากกว่านักเรียนชาย

Park (2014) ได้ศึกษาความสนใจต่ออาชีพเทคโนโลยีในอนาคตจากการพัฒนาโปรแกรม STEAM Career Education ด้วยการใช้เทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมเสมือน (Virtual reality) สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 และ 4 ในประเทศเกาหลี ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีความสนใจและตระหนักในการประกอบอาชีพที่เกี่ยวกับเทคโนโลยีอยู่ในระดับสูง และความยากของการศึกษาอยู่ในระดับที่เหมาะสม นอกจากนี้ นักเรียนยังมีความต้องการเรียนโปรแกรมสเต็มอีกในอนาคต เนื่องจากเป็นโปรแกรมที่ชี้ให้เห็นการเชื่อมโยงระหว่างวิชาอื่นๆ ในโรงเรียนระดับสูงอีกด้วย

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง การใช้วิธีการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสติ
ศึกษา และรูปแบบปรากฏการณ์เป็นฐานในการพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียนในหลายด้าน ทั้งด้านการ
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคิดสร้างสรรค์ ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์
ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสติศึกษาผสมผสานกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้
ปรากฏการณ์เป็นฐาน ซึ่งวิธีการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสติศึกษาช่วยให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยง
ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ให้เข้ากับสถานการณ์ได้และสามารถจดจำความรู้ได้ยาวนานผ่านการสืบสอบ
และการนำความรู้มาสร้างสรรค์ชิ้นงาน โดยในขั้นตอนการจัดการเรียนรู้จะมีใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน
ร่วมด้วยเพื่อให้นักเรียนได้ศึกษาปรากฏการณ์ตามสภาพจริงแบบองค์รวม จึงเป็นการทำความเข้าใจ
ประเด็นต่างๆ ในชีวิตจริง ช่วยให้ผู้เรียนมีประสบการณ์ที่กว้างขวาง มีการกระตุ้นการเรียนรู้ และสร้าง
การเรียนรู้ที่มีความหมาย



บทที่ 3

วิธีดำเนินงานวิจัย

การวิจัย เรื่อง การจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสติศึกษาสาธิตตามปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีขั้นตอนการดำเนินการวิจัย ดังนี้

- 3.1 แบบแผนการวิจัย
- 3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
- 3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
- 3.4 ขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือ
- 3.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล
- 3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 แบบแผนการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นวิจัยทดลองแบบกึ่งทดลอง (Quasi-Experimental Design) ผู้วิจัยใช้แบบแผนการทดลองแบบ Quasi – Equivalent Control Group Design (Patrick, 1981; DeRue, 2012; อ้างถึงใน สุปรีชา แก้วสวัสดิ์ และคณะ, 2563) ดังแบบแผนทดลองในตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 แบบแผนการทดลอง Quasi – Equivalent Control Group Design

กลุ่ม	ทดสอบก่อนเรียน	หัตถ์เมนต์	ทดสอบหลังเรียน
กลุ่มทดลอง (E)	O ₁	X	O ₃
กลุ่มควบคุม (C)	O ₂	-	O ₄

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการทดลอง

- | | | |
|----------------|-----|---|
| X | แทน | การจัดการเรียนการสอนไฟฟ้าสถิตตามแนวคิดสติศึกษาสาธิตตามปรากฏการณ์เป็นฐาน |
| O ₁ | แทน | การทดสอบก่อนการจัดการเรียนการสอน (Pre-test) ของกลุ่มทดลอง |
| O ₂ | คือ | การทดสอบหลังการจัดการเรียนการสอน (Pre-test) ของกลุ่มควบคุม |
| O ₃ | แทน | การทดสอบหลังการจัดการเรียนการสอน (Post-test) ของกลุ่มทดลอง |
| O ₄ | คือ | การทดสอบหลังการจัดการเรียนการสอน (Post-test) ของกลุ่มควบคุม |

3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.2.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้างนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสระแก้ว อำเภอเมืองสระแก้ว จังหวัดสระแก้ว ที่ศึกษาในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 แผนการเรียนวิทย์-คณิต จำนวน 9 ห้อง จำนวนนักเรียนทั้งสิ้น 315 คน

3.2.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้างนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสระแก้ว อำเภอเมืองสระแก้ว จังหวัดสระแก้ว ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 แผนการเรียนวิทย์-คณิต จำนวน 2 ห้องเรียน ได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Sampling) จำนวนนักเรียน 70 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 35 คน และกลุ่มควบคุม 35 คน

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัย ประกอบด้วยเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง และเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยมีรายละเอียดดังนี้

3.3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

3.3.1.1 แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสเต็มศึกษา ผสานปรากฏการณ์เป็นฐาน รายวิชาฟิสิกส์ 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ไฟฟ้าสถิต จำนวน 6 แผน เวลา 22 คาบ คาบละ 50 นาที โดยมีเนื้อหาสาระดังนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ปรากฏการณ์ธรรมชาติของไฟฟ้าและประจุไฟฟ้า

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 การเหนี่ยวนำไฟฟ้า แรงระหว่างประจุ และกฎของ

คูลอมบ์

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 สนามไฟฟ้า

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 ศักย์ไฟฟ้า

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 ตัวเก็บประจุและความจุ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 การนำความรู้เกี่ยวกับไฟฟ้าสถิตไปใช้ประโยชน์

3.3.1.2 แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนการสอนแบบปกติ รายวิชา ฟิสิกส์ 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ไฟฟ้าสถิต จำนวน 6 แผน เวลา 22 คาบ คาบละ 50 นาที โดยมีเนื้อหาสาระดังนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ปรากฏการณ์ธรรมชาติของไฟฟ้าและประจุไฟฟ้า

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 การเหนี่ยวนำไฟฟ้า แรงระหว่างประจุ และกฎของ

คูลอมบ์

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 สนามไฟฟ้า

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 ศักย์ไฟฟ้า

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 ตัวเก็บประจุและความจุ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 การนำความรู้เกี่ยวกับไฟฟ้าสถิตไปใช้ประโยชน์

3.3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่

แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน ซึ่งผู้วิจัยได้เลือกใช้เป็นแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ประเภทอัตนัย จำนวน 5 ข้อ

3.4 ขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือ

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างเครื่องมือ โดยแบ่งเป็นขั้นตอนการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง และขั้นตอนการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังรายละเอียดต่อไปนี้

3.4.1 ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

3.4.1.1 แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสเต็มศึกษา ผสานปรากฏการณ์เป็นฐาน มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

การสร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสเต็มศึกษา ผสานปรากฏการณ์เป็นฐาน ผู้วิจัยสร้างโดยศึกษาสาระการเรียนรู้จากกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) รายวิชาฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ไฟฟ้าสถิต โดยมีขั้นตอนการสร้างและตรวจสอบคุณภาพ ดังนี้

1) ศึกษาหลักการและวิธีการจัดการเรียนการสอนในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้การจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสเต็มศึกษา ผสานปรากฏการณ์เป็นฐาน ดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 การจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสเต็มศึกษา ผสานปรากฏการณ์เป็นฐาน

แนวคิดสเต็มศึกษาเน้นกระบวนการคิดสร้างสรรค์ (Creative Process)	แนวคิดสเต็มศึกษา ผสานปรากฏการณ์เป็นฐาน (3PA)	แนวคิดปรากฏการณ์เป็นฐาน PhenoBL (PBL)
1. ขึ้นระบุด้านการ (Focus) ครูและนักเรียนร่วมกันเลือกคำถามที่ต้องการหาคำตอบของบทเรียนหรือต้องการแก้ปัญหาของสถานการณ์ใดสถานการณ์หนึ่ง	1. ขึ้นเลือกและระบุปรากฏการณ์ (Phenomenon; P) ปรากฏการณ์ที่เลือกมาควรสอดคล้องกับประสบการณ์และระดับชั้นของผู้เรียน และเลือกคำถามที่ต้องการหาคำตอบของบทเรียนหรือต้องการแก้ปัญหาของสถานการณ์ใดสถานการณ์หนึ่ง	1. เลือกปรากฏการณ์ที่น่าสนใจ (Select an Interesting Phenomenon) ปรากฏการณ์ที่เลือกมาควรสอดคล้องกับประสบการณ์และระดับชั้นของผู้เรียน

ตารางที่ 3.2 การจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสเต็มศึกษาสาขานวัตกรรมเป็นฐาน (ต่อ)

แนวคิดสเต็มศึกษาเน้นกระบวนการคิดสร้างสรรค์ (Creative Process)	แนวคิดสเต็มศึกษาสาขานวัตกรรมเป็นฐาน (3PA)	แนวคิดปฏักการณเป็นฐาน PhenoBL (PBL)
2. ขัันวิเคราะห์สถานการณ (Detail) ครูและนักเรียนได้คำถามหรือปัญหาที่ต้องการหาคำตอบ แล้วนำคำถามมาวิเคราะห์หารายละเอียด หรือหาองค์ประกอบว่าเพราะเหตุใดจึงเกิดปัญหาหรือคำถามนั้น	2. ขัันวิเคราะห์บทเรียนจากปฏักการณจากบทเรียนที่มีอยู่ (Analyze; A) ครูและนักเรียนได้คำถามหรือปัญหาที่ต้องการหาคำตอบ แล้วนำคำถามมาวิเคราะห์หารายละเอียดหรือองค์ประกอบว่าเพราะเหตุใดจึงเกิดปัญหาหรือคำถามนั้นจากความรู้ที่มีอยู่	2. วิเคราะห์คุณค่าของบทเรียนที่มีอยู่ (Analyze the Utility of Your Existing Lessons) ครูควรพิจารณาว่านักเรียนได้เรียนรู้อะไรจากกิจกรรม และจะประยุกต์สิ่งเหล่านั้นไปสู่ปฏักการณต่างๆ ได้อย่างไร
3. ขัันศึกษาค้นคว้า (Discovery) นักเรียนทำการศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลที่เป็นต่อการคิดหาคำตอบหรือทางแก้ไขปัญหาด้วยวิธีการต่างๆ	3. ขัันศึกษาค้นคว้าและวางลำดับกิจกรรม (Plan; P) นักเรียนทำการศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลที่เป็นต่อการคิดหาคำตอบหรือทางแก้ไขปัญหาด้วยวิธีการต่างๆ โดยสนทนาอภิปรายกับนักเรียนเพื่อสำรวจแนวคิดและตั้งคำถาม	3. วางลำดับกิจกรรม (Plan a Sequence of Activities) เริ่มต้นด้วยการสังเกตปฏักการณ และสนทนาอภิปรายกับนักเรียนเพื่อสำรวจแนวคิดและตั้งคำถาม
4. ขัันประยุกต์ (Application) ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่นักเรียนจะได้สร้างและอธิบายวิธีการแก้ปัญหา ในขั้นนี้นักเรียนได้แสดงทักษะและนักเรียนได้แสดงทักษะและความรู้ที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าผ่านการสร้างสรรค์ผลงาน	4. ขัันประยุกต์ (Application; A) ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่นักเรียนได้สร้างและอธิบายวิธีการแก้ปัญหา ในขั้นนี้นักเรียนได้แสดงทักษะและความรู้ที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าผ่านการสร้างสรรค์ผลงาน	

ตารางที่ 3.2 การจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสเต็มศึกษาตามปรากฏการณ์เป็นฐาน (ต่อ)

แนวคิดสเต็มศึกษานั่น กระบวนการคิดสร้างสรรค์ (Creative Process)	แนวคิดสเต็มศึกษาตาม ปรากฏการณ์เป็นฐาน (3PA)	แนวคิดปรากฏการณ์เป็นฐาน PhenoBL (PBL)
5. ชื่นนำเสนอ (Presentation) นักเรียนเผยแพร่และแลกเปลี่ยนผลงานหรือมุมมองของการแก้ปัญหาให้ผู้อื่นได้รับชม ผู้ที่รับชมผลงานมีโอกาสได้ให้คำแนะนำหรือข้อเสนอแนะแก่ผู้นำเสนอซึ่งในขั้นนี้ช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้การให้และรับคำแนะนำ	5. ชื่นนำเสนอ (Presentation; P) นักเรียนเผยแพร่และแลกเปลี่ยนผลงานหรือมุมมองของการแก้ปัญหาให้ผู้อื่นได้รับชม ผู้ที่รับชมผลงานมีโอกาสได้ให้คำแนะนำหรือข้อเสนอแนะแก่ผู้นำเสนอ ซึ่งในขั้นนี้ช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้การให้และรับคำแนะนำ	
6. ขึ้นประเมินและปรับปรุง (Link) นักเรียนมีโอกาสสะท้อนข้อเสนอแนะที่ได้จากขั้นตอนที่แล้ว โดยการนำข้อเสนอแนะไปปรับปรุงผลงานหรือวิธีแก้ปัญหาของตนเองเพื่อผลิตผลงานหรือทางแก้ปัญหาที่ดีขึ้น	6. ขึ้นประเมินและปรับปรุง (Adjust; A) นักเรียนมีโอกาสสะท้อนข้อเสนอแนะที่ได้จากขั้นตอนที่แล้ว โดยการนำข้อเสนอแนะไปปรับปรุงผลงานหรือวิธีแก้ปัญหาของตนเองเพื่อผลิตผลงานหรือทางแก้ปัญหาที่ดีขึ้น	4. วางแผนการตรวจสอบความเข้าใจของผู้เรียน (Make a Plan) โดยให้นักเรียนเขียนคำอธิบาย ออกแบบสไลด์นำเสนอ สรุปในรูปของโปสเตอร์นำเสนอปากเปล่าหรือแสดงออกในรูปแบบใดรูปแบบหนึ่งเพื่อสะท้อนว่าพวกเขามีความคิดรวบยอด และสามารถประยุกต์ใช้สิ่งที่ได้เรียนรู้

จากการวิเคราะห์สามารถสรุปขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนได้ 6 ขั้นตอน และมีชื่อเรียกเพื่อให้สะดวกต่อการนำไปใช้ว่า 3PA ดังนี้

(1) ขึ้นเลือกและระบุปรากฏการณ์ (Phenomenon; P)

ครูหยิบยกปรากฏการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้นรอบตัวอยู่ในขณะนั้น และสอดคล้องกับบทเรียนมากระตุ้นความสนใจของนักเรียน โดยปรากฏการณ์ที่เลือกมาควรสอดคล้องกับประสบการณ์และระดับชั้นของผู้เรียน ตั้งคำถามเกี่ยวกับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น และให้นักเรียนช่วยกันแสดงความคิดเห็นภายในเวลา 1 นาที เพื่อพัฒนาความคิดคล่องของนักเรียน หลังจากนั้นครูตั้งสถานการณ์เพื่อให้นักเรียนแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น

(2) ขั้นวิเคราะห์บทเรียนจากปรากฏการณ์จากบทเรียนที่มีอยู่ (Analyze; A)

จากสถานการณ์ที่กำหนด ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม คละ เก่ง กลาง และ อ่อน กลุ่มละ 5-6 คน ร่วมกันตั้งชื่อกลุ่มตามปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้อง ครูอ่านคำถามที่ละข้อ และจับเวลาข้อละ 1 นาที เพื่อให้นักเรียนเขียนคำตอบลงในใบกิจกรรม เพื่อพัฒนาความคิดคล่อง หลังจากนั้น นำคำตอบที่ได้มาช่วยกันวิเคราะห์ และสรุปตามประเด็นต่างๆ ในกลุ่มของตนเอง ตัวแทนเขียนคำตอบลงในฟลิปชาร์ต และนำเสนอพร้อมทั้งอภิปรายร่วมกันในชั้นเรียน

(3) ขั้นศึกษาค้นคว้าและวางลำดับกิจกรรม (Plan; P)

นักเรียนช่วยกันสืบค้นข้อมูลความรู้ที่เป็นพื้นฐานของปัญหาในสถานการณ์ที่กำหนด กิจกรรมการทดลอง และร่วมกันอภิปรายภายในกลุ่ม นำความรู้ที่ได้มาวิเคราะห์ และระบุปัญหาในสถานการณ์ที่กำหนดในใบกิจกรรมเมื่อฉันทเป็นวิศวกร ให้ได้มากที่สุด หลากหลาย และอธิบายถึงเหตุผลได้ เพื่อพัฒนาความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น และความคิดละเอียดลออของนักเรียน

(4) ขั้นประยุกต์ (Application; A)

นักเรียนในกลุ่มนำความรู้ที่ได้จากขั้นที่ 3 ของแต่ละคนมาช่วยกันวิเคราะห์ ภายในกลุ่ม และนำไปออกแบบการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้หลากหลายมากที่สุด พร้อมทั้งระบุวัสดุ อุปกรณ์ที่ใช้ แล้วนำการออกแบบของแต่ละคนภายในกลุ่มมารวมกันวิพากษ์ เพื่อหาแบบที่มีความแปลกใหม่ ไม่ซ้ำใคร พร้อมทั้งตั้งราคาทุนของแต่ละกลุ่ม เพื่อพัฒนาความคิดคล่อง ความคิดริเริ่ม และความคิดละเอียดลออของนักเรียน

(5) ขั้นนำเสนอ (Presentation; P)

นักเรียนช่วยกันคิดวิธีนำเสนอการออกแบบชิ้นงานของแต่ละกลุ่ม โดยจำลองห้องเรียน ถูกจำลองเป็นเวทีนำเสนอให้กับนักลงทุน เพื่อนำเสนอแนวความคิดของชิ้นงาน พร้อมทั้งเสนอราคา อธิบายวิธีการใช้ ข้อดีและคุณสมบัติที่เป็นจุดขายที่ทำให้ให้นักลงทุนสนใจ นอกจากนี้ ยังเปิดโอกาสให้เพื่อนๆ ในชั้นเรียนได้ซักถาม และแสดงความคิดเห็นผ่านใบกิจกรรมประสานพลังคิด เพื่อบอกข้อดี ข้อด้อย และสิ่งที่ควรปรับปรุงแก้ไขของแต่ละกลุ่มที่นำเสนอ เพื่อพัฒนาความคิดคล่อง ความคิดริเริ่ม ความคิดยืดหยุ่น และความคิดละเอียดลออของนักเรียน

(6) ขั้นประเมินและปรับปรุง (Adjust; A)

นักเรียนแต่ละกลุ่มอ่านข้อเสนอแนะ และนำไปสรุปประเด็นของกลุ่มตนเอง ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายร่วมกันถึงสิ่งที่ได้เรียนรู้ในกิจกรรมนี้ ประกอบด้วย ข้อความรู้ที่ได้รับจากหน่วยการเรียนรู้ และประโยชน์ที่ได้รับจากหน่วยการเรียนรู้

แนวทางการจัดการเรียนการสอนที่พัฒนาตามแนวคิดสเต็มศึกษาตามแนวคิดปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ มีขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนได้ ดังภาพที่ 3.1



ภาพที่ 3.1 ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสเต็มศึกษาผสานแนวคิดปรากฏการณ์เป็นฐาน (3PA) เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

2) ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) และหลักสูตรสถานศึกษาของโรงเรียนสระแก้ว ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ช่วงชั้นที่ 4 (ม.4 - ม.6)

3) วิเคราะห์เนื้อหาในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ รายวิชาฟิสิกส์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 และกำหนดเนื้อหาที่จะใช้ในการวิจัย ได้แก่ หน่วยการเรียนรู้เรื่อง ไฟฟ้าสถิต

4) กำหนดมาตรฐานการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระสำคัญ สาระการเรียนรู้ ตัวชี้วัด กิจกรรมการเรียนการสอน การวัดและประเมินผล สื่อและแหล่งการเรียนรู้ในหน่วยการเรียนรู้เรื่อง ไฟฟ้าสถิต รายวิชาฟิสิกส์

5) ดำเนินการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ให้ครอบคลุมเนื้อหาเรื่อง ไฟฟ้าสถิต รายวิชาฟิสิกส์ จำนวน 6 แผนการจัดการเรียนรู้ รวมจำนวน 22 คาบเรียน โดยใช้การจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสเต็มศึกษาผสานปรากฏการณ์เป็นฐาน

6) นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จำนวน 6 แผนการจัดการเรียนรู้ เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อพิจารณาตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาสาระที่ใช้ในการจัดกิจกรรม ความสอดคล้องระหว่างผลการเรียนรู้ เนื้อหาสาระ การจัดกิจกรรม และการประเมินผลของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสเต็มศึกษาผสานปรากฏการณ์เป็นฐาน และตรวจสอบความถูกต้องและความเหมาะสมของการใช้ภาษา จากนั้นนำแผนการจัดการเรียนรู้มาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

7) นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน พิจารณาตรวจสอบความสอดคล้องขององค์ประกอบต่างๆ ภายในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยใช้เกณฑ์กำหนดคะแนนความคิดเห็น ดังนี้

- | | | |
|----|---------|---|
| +1 | หมายถึง | แน่ใจว่าเนื้อหาและการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับผลการเรียนรู้/จุดประสงค์การเรียนรู้ |
| 0 | หมายถึง | ไม่แน่ใจว่าเนื้อหาและการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับผลการเรียนรู้/จุดประสงค์การเรียนรู้ |
| -1 | หมายถึง | แน่ใจว่าเนื้อหาและการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ไม่สอดคล้องผลการเรียนรู้/จุดประสงค์การเรียนรู้ |

จากนั้นบันทึกผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญแล้วหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Objective Congruence : IOC) ในประเด็น สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน สื่อและอุปกรณ์การเรียนรู้ การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ และการบันทึกหลังการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน จำนวน 6 แผนการจัดการเรียนรู้ ผลการวิเคราะห์พบว่า ค่าดัชนีความสอดคล้องมีค่าอยู่ระหว่าง 0.80 – 1.00 แสดงว่า แผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นเหมาะสมที่จะนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอน และมีการปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

8) นำแผนการจัดการเรียนรู้มาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ และนำเสนอให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบความถูกต้องอีกครั้ง

9) นำแผนการจัดการเรียนรู้เรื่อง ปรากฏการณ์ทางธรรมชาติของไฟฟ้า รายวิชา ฟิสิกส์ ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 ณ โรงเรียนสระแก้ว ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง

10) นำผลการทดลองใช้แผนการจัดการเรียนรู้เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และปรับปรุงแก้ไข แล้วนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

3.4.1.2 แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ โดยใช้การจัดการเรียนการสอนแบบปกติ มีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

การสร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ โดยใช้การจัดการเรียนการสอนแบบปกติ ผู้วิจัยสร้างโดยศึกษาสาระการเรียนรู้จากกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) รายวิชาฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ไฟฟ้าสถิต โดยมีขั้นตอนการสร้างและตรวจสอบคุณภาพ ดังนี้

1) ศึกษาหลักการและวิธีการจัดการเรียนการสอนเกี่ยวกับการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้การจัดการเรียนการสอนแบบปกติ ซึ่งประกอบด้วย ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ขั้นสอน และขั้นสรุป

2) ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) และหลักสูตรสถานศึกษาของโรงเรียนสระแก้ว ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ช่วงชั้นที่ 4 (ม.4 - ม.6) รายวิชาฟิสิกส์

3) วิเคราะห์เนื้อหาในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ รายวิชาฟิสิกส์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 และกำหนดเนื้อหาที่จะใช้ในการวิจัย ได้แก่ หน่วยการเรียนรู้เรื่อง ไฟฟ้าสถิต

4) วิเคราะห์ผลการเรียนรู้ กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ สาระสำคัญ สาระการเรียนรู้ ตัวชี้วัด กิจกรรมการเรียนการสอน การวัดและประเมินผล สื่อและแหล่งการเรียนรู้ในหน่วยการเรียนรู้เรื่อง ไฟฟ้าสถิต รายวิชาฟิสิกส์

5) ดำเนินการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ให้ครอบคลุมเนื้อหา เรื่อง ไฟฟ้าสถิต รายวิชาฟิสิกส์ จำนวน 6 แผนการจัดการเรียนรู้ รวมจำนวน 22 คาบเรียน โดยใช้การจัดการเรียนการสอนแบบปกติ

6) นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จำนวน 6 แผนการจัดการเรียนรู้ เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อพิจารณาตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาสาระที่ใช้ในการจัดกิจกรรม ความสอดคล้องระหว่างผลการเรียนรู้ เนื้อหาสาระ การจัดกิจกรรม และการประเมินผลของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนการสอนแบบปกติ และตรวจสอบความถูกต้องและความเหมาะสมของการใช้ภาษา จากนั้นนำแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติมาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

7) นำแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน พิจารณาตรวจสอบความสอดคล้องขององค์ประกอบต่างๆ ภายในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยใช้เกณฑ์กำหนดคะแนนความคิดเห็น ดังนี้

- +1 หมายถึง แน่ใจว่าเนื้อหาและการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับผลการเรียนรู้/จุดประสงค์การเรียนรู้
- 0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าเนื้อหาและการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับผลการเรียนรู้/จุดประสงค์การเรียนรู้
- 1 หมายถึง แน่ใจว่าเนื้อหาและการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ไม่สอดคล้องกับผลการเรียนรู้/จุดประสงค์การเรียนรู้

จากนั้นบันทึกผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญแล้วหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Objective Congruence : IOC) ในประเด็น สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ การจัดการเรียนการสอน สื่อและอุปกรณ์การเรียนรู้ การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ และการบันทึกหลังการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน จำนวน 6 แผนการจัดการเรียนรู้ ผลการวิเคราะห์พบว่า ค่าดัชนีความสอดคล้องมีค่าอยู่ระหว่าง 0.80 – 1.00 แสดงว่า แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติที่สร้างขึ้นเหมาะสมที่จะนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอน และมีการปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

8) นำแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติมาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ และนำเสนอให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบความถูกต้องอีกครั้ง

9) นำแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ เรื่อง ปรากฏการณ์ทางธรรมชาติของไฟฟ้า รายวิชาฟิสิกส์ ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 ณ โรงเรียนสระแก้ว ที่ไม่ใช้กลุ่มตัวอย่าง

10) นำผลการทดลองใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และปรับปรุงแก้ไข แล้วนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

3.4.2 ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

การสร้างแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน มีขั้นตอนในการสร้าง ดังนี้

1) ศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการวัดและประเมินความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบและกำหนดตัวชี้วัดพฤติกรรมที่ใช้สร้างแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ดังตารางที่ 3.3 (สำนักงาน ก.พ., 2559, น.32-42)

ตารางที่ 3.3 องค์ประกอบและตัวชี้วัดพฤติกรรมของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

องค์ประกอบ	ตัวชี้วัดพฤติกรรม
1. ความคิดคล่อง	ความสามารถในการคิดคำตอบที่สอดคล้องกับสถานการณ์ได้จำนวนมากในเวลาที่กำหนด
2. ความคิดยืดหยุ่น	ความสามารถในการคิดคำตอบที่มีความหลากหลายของหมวดหมู่ หรือมีหลายแนวทางและสอดคล้องกับสถานการณ์
3. ความคิดริเริ่ม	ความสามารถในการคิดคำตอบที่แปลกใหม่ มีความโดดเด่น และสอดคล้องกับสถานการณ์
4. ความคิดละเอียดลออ	ความสามารถในการคิดรายละเอียดที่นำมาตกแต่งความคิดแรกให้สมบูรณ์แล้วทำให้ภาพชัดเจนและได้ความหมายสมบูรณ์

2) สร้างแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนให้สอดคล้องกับตัวชี้วัดพฤติกรรม โดยเป็นแบบวัดประเภทอัตนัย ฉบับก่อนเรียน 9 ข้อ และฉบับหลังเรียน 9 ข้อ จำนวน 18 ข้อ และคัดเลือกข้อที่สามารถนำไปใช้งานได้จำนวน ฉบับละ 5 ข้อ เพื่อใช้ในการวัดความคิดสร้างสรรค์ โดยในแต่ละข้อจะใช้เวลาในการทำข้อละ 8 นาที รวม 40 นาที

3) สร้างเกณฑ์การให้คะแนนสำหรับการตรวจคำตอบของแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้แนวทางเกณฑ์การตรวจให้คะแนนของ บุญรัตน์ จันทร และคณะ (2558) (อ้างถึงใน อับดุลยามีน หะยีฮาเดร์, 2560, น.53-55) และมีการปรับปรุงเกณฑ์การให้คะแนนในส่วนของความคิดริเริ่มเพื่อให้เหมาะสมกับแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ดังนี้

(1) ความคิดคล่อง ให้คะแนนตามจำนวนคำตอบของนักเรียนที่สอดคล้องกับคำถามทั้งหมดภายในระยะเวลาที่กำหนด โดยคำตอบที่สอดคล้องกับคำถามและถูกต้องจะได้คำตอบละ 1 คะแนน ถ้าคำตอบนั้นซ้ำกับคำตอบเดิมจะไม่ให้คะแนน โดยมีเกณฑ์การประเมิน ดังตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 เกณฑ์การให้คะแนนความคิดคล่อง

เกณฑ์การประเมิน	คะแนน
จำนวนคำตอบที่ถูกต้อง ตั้งแต่ 9 คำตอบ ขึ้นไป	5
จำนวนคำตอบที่ถูกต้องอยู่ระหว่าง 7 - 8 คะแนน	4
จำนวนคำตอบที่ถูกต้องอยู่ระหว่าง 5 - 6 คะแนน	3
จำนวนคำตอบที่ถูกต้องอยู่ระหว่าง 3 - 4 คะแนน	2
จำนวนคำตอบที่ถูกต้องอยู่ระหว่าง 1 - 2 คะแนน	1
ไม่เขียนคำตอบเลย	0

(2) ความคิดยืดหยุ่น ให้คะแนนคำตอบที่สอดคล้องกับคำถามโดยคำตอบที่นักเรียนตอบนั้นจะถูกนำมาจัดกลุ่มคำตอบที่มีทิศทางเดียวกันหรือความหมายอย่างเดียวกัน โดยนักเรียนที่มีคำตอบแบบหลากหลายกลุ่ม คำตอบจะได้กลุ่มคำตอบละ 1 คะแนน โดยมีเกณฑ์การประเมินดังตารางที่ 3.5

ตารางที่ 3.5 เกณฑ์การให้คะแนนความคิดยืดหยุ่น

เกณฑ์การประเมิน	คะแนน
จัดกลุ่มคำตอบได้ตั้งแต่ 5 กลุ่ม กลุ่มขึ้นไป	5
จัดกลุ่มคำตอบได้ 4 กลุ่ม	4
จัดกลุ่มคำตอบได้ 3 กลุ่ม	3
จัดกลุ่มคำตอบได้ 2 กลุ่ม	2
จัดกลุ่มคำตอบได้ 1 กลุ่ม	1
ไม่เขียนคำตอบเลย	0

(3) ความคิดริเริ่ม พิจารณาคำตอบที่มีความแตกต่างและแปลกใหม่ซึ่งแสดงออกถึงความริเริ่มที่สอดคล้องกับคำถาม โดยจะพิจารณาจากคำตอบของนักเรียนทั้งหมดในห้อง โดยมีเกณฑ์การประเมิน ดังตารางที่ 3.6

ตารางที่ 3.6 เกณฑ์การให้คะแนนความคิดริเริ่ม

เกณฑ์การประเมิน	คะแนน
ความถี่ของคำตอบที่สอดคล้องกับปัญหา ร้อยละ 0 ของคำตอบ ของนักเรียนทั้งห้อง	5
ความถี่ของคำตอบที่สอดคล้องกับปัญหา ร้อยละ 1.01 – 2.00 ของคำตอบของนักเรียนทั้งห้อง	4
ความถี่ของคำตอบที่สอดคล้องกับปัญหา ร้อยละ 2.01 – 3.00 ของคำตอบของนักเรียนทั้งห้อง	3
ความถี่ของคำตอบที่สอดคล้องกับปัญหา ร้อยละ 3.01 – 4.00 ของคำตอบของนักเรียนทั้งห้อง	2
ความถี่ของคำตอบที่สอดคล้องกับปัญหา ร้อยละ 4.01 – 5.00 ของคำตอบของนักเรียนทั้งห้อง	1
ความถี่ของคำตอบที่สอดคล้องกับปัญหามากกว่า ร้อยละ 5.00 ของคำตอบของนักเรียนทั้งห้องขึ้นไป	0

(4) ความคิดละเอียดลออ พิจารณาคำตอบที่มีการอธิบายขยายรายละเอียดของคำตอบ โดยไม่คำนึงว่าจะซ้ำกับคำตอบของผู้อื่นในห้องเรียนหรือไม่ โดยมีเกณฑ์การประเมิน ดังตารางที่ 3.7

ตารางที่ 3.7 เกณฑ์การให้คะแนนความคิดละเอียดลออ

เกณฑ์การประเมิน	คะแนน
ขยายรายละเอียดของคำตอบ ร้อยละ 100 ของคำตอบของนักเรียน	5
ขยายรายละเอียดของคำตอบ ร้อยละ 75.01 – 99.99 ของคำตอบ ของนักเรียน	4
ขยายรายละเอียดของคำตอบ ร้อยละ 50.01 – 75.00 ของคำตอบ ของนักเรียน	3
ขยายรายละเอียดของคำตอบ ร้อยละ 25.01 – 50.00 ของคำตอบ ของนักเรียน	2
ขยายรายละเอียดของคำตอบต่ำกว่าร้อยละ 25 ของคำตอบ ของนักเรียน	1
ไม่เขียนรายละเอียดเลย	0

โดยคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละข้อคิดได้จากผลรวมของคะแนนความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม และความคิดละเอียดลออ สำหรับคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน คำนวณได้จากผลรวมของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนแต่ละข้อ

5) นำแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และเกณฑ์การให้คะแนนมาปรับปรุงใหม่ เสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจความถูกต้อง ทั้งในเรื่องของภาษาและความสอดคล้องของวัตถุประสงค์กับคำถามในการวัด และนำข้อเสนอแนะจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์มาแก้ไขและปรับปรุง

6) นำแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่ดำเนินการแก้ไขแล้วส่งให้ผู้เชี่ยวชาญในด้านความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 5 ท่าน ท่านละ 2 ฉบับ ประกอบด้วย

ฉบับที่ 1 แบบประเมินความสอดคล้องแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เพื่อตรวจสอบค่าดัชนีความตรง (IOC) ของข้อคำถามต่อความสอดคล้องของพฤติกรรมที่ต้องการวัด และลักษณะการใช้คำถาม ในประเด็น ข้อคำถามใช้ภาษาชัดเจน ตรงประเด็น ข้อคำถามสอดคล้องกับประเภทของความคิดสร้างสรรค์ที่ต้องการวัด เวลาที่กำหนดในแต่ละข้อมีความเหมาะสมกับความคิดสร้างสรรค์ที่ต้องการจะวัด และข้อคำถามครอบคลุมประเด็นที่ต้องการวัด ผลการวิเคราะห์ พบว่าค่าดัชนีความสอดคล้องรายข้อมีค่าอยู่ระหว่าง 0.80 – 1.00 แสดงว่า แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ที่สร้างขึ้นเหมาะสมที่จะนำไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล จากนั้นแก้ไขปรับปรุงตามคำแนะนำผู้เชี่ยวชาญ

ฉบับที่ 2 แบบประเมินความสอดคล้องความเป็นคู่ขนานกันของแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ฉบับก่อนเรียนและหลังเรียน เพื่อตรวจสอบค่าดัชนีความตรง (IOC) ของข้อคำถามฉบับก่อนเรียนและหลังเรียนสามารถใช้เป็นแบบวัดคู่ขนานกับฉบับหลังเรียนได้หรือไม่ พบว่าค่าดัชนีความสอดคล้องรายข้อมีค่าอยู่ระหว่าง 0.80 – 1.00 แสดงว่า แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ที่สร้างขึ้นฉบับก่อนเรียนและหลังเรียนนั้นวัดในสิ่งเดียวกัน จากนั้นแก้ไขและปรับปรุงจากคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

7) นำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 โรงเรียนสระแก้ว ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง

8) นำแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้จริงกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง เพื่อเก็บข้อมูลในส่วนของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เพื่อตรวจสอบคุณภาพแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์รายข้อ ด้านความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนก เพื่อคัดเลือกแบบวัดจำนวน 5 คู่ จากแบบวัดทั้งหมด 9 คู่ จากการวิเคราะห์พบว่า แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ฉบับก่อนเรียนมีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.45 – 0.73 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.35 – 0.60 ตรวจสอบความเที่ยงแบบความสอดคล้องภายใน โดยใช้สัมประสิทธิ์แอลฟาครอนบาค (Cronbach's Alpha Coefficient) มีค่าเท่ากับ 0.75 และแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ฉบับหลังเรียนมีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.49 – 0.78 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.39 – 0.62 ตรวจสอบความเที่ยงแบบความสอดคล้องภายในโดยใช้สัมประสิทธิ์แอลฟาครอนบาค (Cronbach's Alpha Coefficient) มีค่าเท่ากับ 0.79 และตรวจสอบค่าความเที่ยงระหว่างฉบับก่อนเรียนและหลังเรียน โดยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.85

3.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 โดยมีลำดับขั้นตอน ดังนี้

3.5.1 นักเรียนกลุ่มทดลองทำแบบทดสอบก่อนเรียน โดยใช้แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ แบบวัดประเภทอثنัย จำนวน 5 ข้อ

3.5.2 ผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนการสอนนักเรียนกลุ่มตัวอย่างตามแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ไฟฟ้าสถิต โดยใช้การจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสเต็มศึกษาผลงานปรากฏการณ์เป็นฐาน รายวิชาฟิสิกส์ 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ไฟฟ้าสถิต จำนวน 6 แผน เวลา 22 คาบ คาบละ 50 นาที

3.5.3 นักเรียนกลุ่มทดลองทำแบบทดสอบหลังเรียน โดยใช้แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ แบบวัดประเภทอثنัย จำนวน 5 ข้อ ใช้เวลาทำแบบวัด รวม 28 นาที

3.5.4 ผู้วิจัยเก็บรวบรวมผลการทำแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดยข้อมูลที่ได้จากแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง มาวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS

3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ใช้สถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

3.6.1 สถิติพื้นฐาน ได้แก่

1) ค่าร้อยละ (Percentage) ใช้สูตร

$$P = \frac{f}{N} \times 100$$

เมื่อ P	แทน	ร้อยละ
f	แทน	ความถี่ที่ต้องการแปลงเป็นร้อยละ
N	แทน	จำนวนความถี่ทั้งหมด

2) ค่าเฉลี่ย (Mean)

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

เมื่อ $\bar{X}$	แทน	ค่าคะแนนเฉลี่ย
$\sum X$	แทน	ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
N	แทน	จำนวนคนทั้งหมดในกลุ่มตัวอย่าง

3) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

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

เมื่อ SD	แทน	ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
X	แทน	ค่าคะแนน
n	แทน	จำนวนคะแนนในแต่ละกลุ่ม

3.6.2 สถิติที่ใช้หาคุณภาพเครื่องมือ

1) การหาค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาและโครงสร้างโดยใช้ดัชนีความสอดคล้อง (IOC) โดยใช้สูตร (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2556 อ้างถึงใน อับดุลยามีน ะยียาเดร์, 2560, น.59)

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

เมื่อ IOC	แทน	ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้
$\sum R$	แทน	ผลรวมความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด
N	แทน	จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2) การหาค่าความเที่ยงของแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ คำนวณได้จากสูตรสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค โดยใช้สูตร (Cronbach, 1951 อ้างถึงใน อับดุลยามีน ะยียาเดร์, 2560, น.61)

$$\alpha = \frac{K}{K-1} \left[1 - \frac{\sum s_i^2}{s_t^2} \right]$$

เมื่อ α	แทน	ความเชื่อมั่นของแบบวัดความคิดสร้างสรรค์
K	แทน	จำนวนข้อของแบบวัด
s_i^2	แทน	คะแนนความแปรปรวนรายข้อ
s_t^2	แทน	คะแนนความแปรปรวนของเครื่องมือทั้งฉบับ

3) การหาค่าความยากง่าย (Difficulty) โดยใช้สูตร (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2556 อ้างถึงใน อับดุลยามีน ะยียาเดร์, 2560, น.60)

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

เมื่อ P	แทน	ค่าความยากง่ายของข้อสอบแต่ละข้อ
R	แทน	จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในแต่ละข้อ
N	แทน	จำนวนนักเรียนทั้งหมดที่ทำข้อสอบแต่ละข้อ

4) การหาค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) โดยใช้สูตร (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2556, อ้างถึงใน อับดุลยามีน หะยีชาเดร์, 2560, น. 60)

$$D = \frac{R_U - R_L}{N}$$

เมื่อ D	แทน	ค่าอำนาจจำแนกรายข้อ
R_U	แทน	จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกข้อนั้นในกลุ่มสูง
R_L	แทน	จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกข้อนั้นในกลุ่มต่ำ
N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด

5) การทดสอบค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน โดยใช้สูตร (วรณี แกมเกตุ, 2555 อ้างถึงใน อับดุลยามีน หะยีชาเดร์, 2560, น.62)

$$r_{xy} = \frac{n \sum xy - \sum x \sum y}{\sqrt{[n \sum x^2 - (\sum x)^2] \cdot [n \sum y^2 - (\sum y)^2]}}$$

เมื่อ r_{xy}	แทน	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์
$\sum x$	แทน	ผลรวมคะแนนรายข้อของกลุ่มตัวอย่าง
$\sum y$	แทน	ผลรวมคะแนนรวมของทั้งกลุ่ม
$\sum x^2$	แทน	ผลรวมคะแนนชุด X แต่ละกลุ่มตัวอย่างยกกำลังสอง
$\sum y^2$	แทน	ผลรวมคะแนนชุด Y แต่ละกลุ่มตัวอย่างยกกำลังสอง
$\sum x \sum y$	แทน	ผลรวมของผลคูณระหว่าง X และ Y
n	แทน	จำนวนคนหรือกลุ่มตัวอย่าง

3.6.3 สถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐาน

1) สถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐาน เพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังการจัดการเรียนการสอนแบบปกติ และเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสเต็มศึกษาผานปรากฏการณ์เป็นฐาน รายวิชาฟิสิกส์ 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ไฟฟ้าสถิต วิเคราะห์โดยการทดสอบค่าที (t-test) แบบ Dependent มีสูตรดังนี้

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{n \sum D^2 - (\sum D)^2}{n-1}}} \quad \text{เมื่อ } df = n-1$$

เมื่อ D แทน ผลต่างของคะแนนแต่ละคู่ (ก่อนเรียนกับหลังเรียน)

n แทน จำนวนตัวอย่าง

2) สถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐาน เพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสเต็มศึกษาผสานปรากฏการณ์ เป็นฐาน และการจัดการเรียนการสอนแบบปกติ รายวิชาฟิสิกส์ 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ไฟฟ้าสถิต วิเคราะห์โดยการทดสอบค่าที (t-test) แบบ Independent มีสูตรดังนี้

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{s_p^2 \left[\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right]}} \quad \text{เมื่อ } df = n_1 + n_2 - 2$$

เมื่อ t	แทน	ค่าสถิติทดสอบค่าที
$\bar{x}_1 - \bar{x}_2$	แทน	ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2
s_p^2	แทน	ความแปรปรวน
$n_1 n_2$	แทน	ขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่ 1 และกลุ่มที่ 2

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสเต็มศึกษาผานปรากฏการณ์เป็นฐาน ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังการจัดการเรียนการสอนแบบปกติ 2) เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสเต็มศึกษาผานปรากฏการณ์เป็นฐาน และ 3) เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสเต็มศึกษาผานปรากฏการณ์เป็นฐาน และการจัดการเรียนการสอนแบบปกติ ผู้วิจัยได้เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับของวัตถุประสงค์การวิจัยดังต่อไปนี้

4.1 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังการจัดการเรียนการสอนแบบปกติ

4.2 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสเต็มศึกษาผานปรากฏการณ์เป็นฐาน

4.3 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสเต็มศึกษาผานปรากฏการณ์เป็นฐาน และการจัดการเรียนการสอนแบบปกติ

4.1 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังการจัดการเรียนการสอนแบบปกติ

ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังการจัดการเรียนการสอนแบบปกติ ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยในแต่ละองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการจัดการเรียนการสอนแบบปกติ

องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์	คะแนนเต็ม	ก่อนเรียน			หลังเรียน		
		$\bar{X}$	ร้อยละ	SD	$\bar{X}$	ร้อยละ	SD
ด้านความคิดคล่อง	20	13.40	67.00	3.14	17.29	86.43	2.16
ด้านความคิดยืดหยุ่น	20	11.00	55.00	3.33	16.09	80.43	2.47
ด้านความคิดริเริ่ม	20	10.46	52.29	3.43	15.23	76.14	2.52
ด้านความคิดละเอียดลออ	20	8.66	43.29	3.11	14.11	70.57	2.90
รวม	80	43.52	54.40	12.09	62.72	78.39	9.06

จากตารางที่ 4.1 พบว่า คะแนนเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบปกติ โดยแบ่งความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ตามนิยามองค์ประกอบของกิลฟอร์ด ตามสำนักงาน ก.พ. ซึ่งประกอบด้วย ความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม และความคิดละเอียดลออ พบว่า

ด้านความคิดคล่อง นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน เท่ากับ 13.40 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 67.00 และนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน เท่ากับ 17.29 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 86.43

ด้านความคิดยืดหยุ่น นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน เท่ากับ 11.00 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 55.00 และนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน เท่ากับ 16.09 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 80.43

ด้านความคิดริเริ่ม นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน เท่ากับ 10.46 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 52.29 และนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน เท่ากับ 15.23 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 76.14

ด้านความคิดละเอียดลออ นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน เท่ากับ 8.66 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 43.29 และนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน เท่ากับ 14.11 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 70.57

เมื่อวิเคราะห์เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ วิชาฟิสิกส์ เรื่อง ไฟฟ้าสถิต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังการจัดการเรียนการสอนแบบปกติ โดยใช้ t-test แบบ Dependent มีผลการทดสอบดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังการจัดการเรียนการสอนแบบปกติ โดยใช้แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

การจัดการเรียนการสอน แบบปกติ	n	$\bar{X}$	SD	t	df	Sig
ก่อนเรียน	35	43.51	12.09	14.06*	34	0.000
หลังเรียน	35	62.71	9.06			

จากตารางที่ 4.2 พบว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังการจัดการเรียนการสอนแบบปกติ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียน ($\bar{X}$ =62.71, SD=9.06) สูงกว่าก่อนเรียน ($\bar{X}$ =43.51, SD=12.09) สรุปได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียนสูงกว่าก่อนการจัดการเรียนการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4.2 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสเต็มศึกษาสถานปรางค์กู่เป็นฐาน

ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสเต็มศึกษาสถานปรางค์กู่เป็นฐาน พบว่า คะแนนเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสเต็มศึกษาสถานปรางค์กู่เป็นฐาน โดยแบ่งความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ตามนิยามองค์ประกอบของกิลฟอร์ด ตามสำนักงาน ก.พ. ซึ่งประกอบด้วย ความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม และความคิดละเอียดลออ พบว่า

ด้านความคิดคล่อง นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน เท่ากับ 13.09 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 65.43 และนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน เท่ากับ 18.57 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 92.86

ด้านความคิดยืดหยุ่น นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน เท่ากับ 9.91 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 49.57 และนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน เท่ากับ 17.29 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 86.43

ด้านความคิดริเริ่ม นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน เท่ากับ 10.97 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 54.86 และนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน เท่ากับ 16.34 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 81.71

ด้านความคิดละเอียดลออ นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน เท่ากับ 9.83 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 49.14 และนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน เท่ากับ 14.97 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 74.86 ดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยในแต่ละองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสเต็มศึกษาสถานปรางค์กู่เป็นฐาน (3PA)

องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์	คะแนนเต็ม	ก่อนเรียน			หลังเรียน		
		$\bar{X}$	$\bar{X}_{\text{ร้อยละ}}$	SD	$\bar{X}$	$\bar{X}_{\text{ร้อยละ}}$	SD
ด้านความคิดคล่อง	20	13.09	65.43	3.11	18.57	92.86	1.54
ด้านความคิดยืดหยุ่น	20	9.91	49.57	3.41	17.29	86.43	2.25
ด้านความคิดริเริ่ม	20	10.97	54.86	3.35	16.34	81.71	2.38
ด้านความคิดละเอียดลออ	20	9.83	49.14	3.23	14.97	74.86	2.69
รวม	80	43.80	54.75	11.52	67.17	83.97	7.81

เมื่อวิเคราะห์เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ วิชาฟิสิกส์ เรื่อง ไฟฟ้าสถิต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสเต็มศึกษาผานปรากฏการณ์เป็นฐาน โดยใช้ t-test แบบ Dependent มีผลการทดสอบดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสเต็มศึกษาผานปรากฏการณ์เป็นฐาน

การจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสเต็มศึกษาผานปรากฏการณ์เป็นฐาน (3PA)	n	$\bar{X}$	SD	t	df	Sig
ก่อนเรียน	35	43.80	11.52	14.41*	34	0.000
หลังเรียน	35	67.17	7.81			

จากตารางที่ 4.4 พบว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสเต็มศึกษาผานปรากฏการณ์เป็นฐาน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยผลการเรียนหลังเรียน ($\bar{X}=67.17$, $SD=7.81$) สูงกว่าก่อนเรียน ($\bar{X}=43.80$, $SD=11.52$) สรุปได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียนสูงกว่าก่อนการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสเต็มศึกษาผานปรากฏการณ์เป็นฐาน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4.3 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสเต็มศึกษาผานปรากฏการณ์เป็นฐานและการจัดการเรียนการสอนแบบปกติ

ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสเต็มศึกษาผานปรากฏการณ์เป็นฐานและการจัดการเรียนการสอนแบบปกติ ดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสเต็มศึกษาผานปรากฏการณ์เป็นฐานและการจัดการเรียนการสอนแบบปกติ

การจัดการเรียนการสอนหลังเรียน	n	$\bar{X}$	SD	t	df	Sig
แบบปกติ	35	62.71	9.06	2.20*	68	0.015
แบบตามแนวคิดสเต็มศึกษาผานปรากฏการณ์เป็นฐาน (3PA)	35	67.17	7.81			

จากตารางที่ 4.5 พบว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบปกติและการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสเต็มศึกษาผสานปรากฏการณ์เป็นฐาน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยผลการเรียนหลังเรียนที่จัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสเต็มศึกษาผสานปรากฏการณ์เป็นฐาน (3PA) ($\bar{X}$ =67.17, SD=7.81) สูงกว่าผลการเรียนที่จัดการเรียนการสอนแบบปกติ ($\bar{X}$ =62.71, SD=9.06) สรุปได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนตามแนวคิดสเต็มศึกษาผสานปรากฏการณ์เป็นฐาน สูงกว่าการจัดการเรียนการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05



บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย การอภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสติศึกษาสาธิตปรากฏการณ์เป็นฐาน ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังการจัดการเรียนการสอนแบบปกติ 2) เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสติศึกษาสาธิตปรากฏการณ์เป็นฐาน และ 3) เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสติศึกษาสาธิตปรากฏการณ์เป็นฐาน และการจัดการเรียนการสอนแบบปกติ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 แผนการเรียนวิทย์ - คณิต ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 โรงเรียนสระแก้ว จังหวัดสระแก้ว จำนวน 2 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 70 คน ได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Sampling) เครื่องมือที่ผู้วิจัยใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสติศึกษาสาธิตปรากฏการณ์เป็นฐาน รายวิชาฟิสิกส์ 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียน การวิเคราะห์ข้อมูลใช้ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) การทดสอบค่า t-test แบบ Dependent และการทดสอบค่า t-test แบบ Independent สรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1 ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียนสูงกว่าก่อนการจัดการเรียนการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยมีค่าเฉลี่ยของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หลังการจัดการเรียนการสอน ($\bar{X}=62.71$, $SD=9.06$) สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนการสอน ($\bar{X} = 43.51$, $SD = 12.09$) ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1

5.1.2 ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียนสูงกว่าก่อนการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสติศึกษาสาธิตปรากฏการณ์เป็นฐาน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยมีค่าเฉลี่ยของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หลังการจัดการเรียนการสอน ($\bar{X}=67.17$, $SD=7.81$) สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนการสอน ($\bar{X}=43.80$, $SD=11.52$) ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2

5.1.3 ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนตามแนวคิดสติศึกษาสาธิตปรากฏการณ์เป็นฐาน สูงกว่าการจัดการเรียนการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยมีค่าเฉลี่ยของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ หลังการจัดการเรียนการสอน ($\bar{X}=67.17$, $SD=7.81$) สูงกว่ากลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบปกติ ($\bar{X}=62.71$, $SD=9.06$) ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 3

5.2 การอภิปรายผล

การวิจัย เรื่อง การจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสเต็มศึกษาผสานปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สามารถนำมาอภิปรายผลได้ ดังนี้

5.2.1 จากผลการวิจัยพบว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียนสูงกว่าก่อนการจัดการเรียนการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้ อาจเนื่องมาจากการจัดการเรียนการสอนแบบปกตินั้น ยึดตามคู่มือครูสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 โดยครูเป็นผู้บรรยายให้ความรู้แก่นักเรียน และนักเรียนเป็นผู้รับฟัง ท่องและนำไปทำข้อสอบ ซึ่งการสอนแบบปกติขั้นตอน 4 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ชี้นำเข้าสู่บทเรียน 2) ชี้สอน 3) ชี้สรุป และ 4) ชี้นำวัดและประเมินผล (สารสิน เล็กเจริญ, 2554, น.44) การจัดการเรียนการสอนแบบปกติเป็นการถ่ายทอดความรู้ รวมทั้งมีการแบ่งกลุ่มและค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเองตามคู่มือ ซึ่งกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นทึ่ม ให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติกิจกรรมร่วมกัน และแลกเปลี่ยนเรียนรู้ เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่ช่วยส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ให้แก่ผู้เรียน (วิชัย วงษ์ใหญ่ และคณะ, 2562, น.4-8)

5.2.2 จากผลการวิจัยพบว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียนสูงกว่าก่อนการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสเต็มศึกษาผสานปรากฏการณ์เป็นฐาน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้ อาจเนื่องมาจากนักเรียนได้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง จากการใช้ปรากฏการณ์ในชีวิตจริงเป็นจุดเริ่มต้นในการเรียนการสอน นำไปสู่การแก้ปัญหาของสถานการณ์ที่กำหนด โดยนักเรียนจะเกิดการวิเคราะห์สาเหตุ องค์ประกอบของปัญหาให้ได้คำตอบที่สอดคล้องกับสถานการณ์มากที่สุดภายในระยะเวลาที่กำหนดทำให้เกิดความคิดคล่อง และนำมาจัดกลุ่มคำตอบทำให้เกิดความคิดยืดหยุ่น หลังจากนั้นนำสาเหตุ องค์ประกอบของปัญหามาสนทนา อภิปราย และแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันภายในกลุ่มผ่านการออกแบบชิ้นงานอย่างหลากหลายแบบมากที่สุดเพื่อแก้ไขปัญหา ทำให้นักเรียนเกิดความริเริ่ม และสร้างสรรค์ชิ้นงานหรือแบบจำลอง พร้อมทั้งระบุวัสดุ อุปกรณ์ นำเสนอผลงาน ระบุข้อดี ข้อด้อย และแนวทางการพัฒนา ทำให้เกิดความคิดละเอียดลออ นักเรียนมีการนำปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นจริงในธรรมชาติผ่านความรู้ทางฟิสิกส์สู่การสร้างสร้งสร้งผลงาน ด้วยการประยุกต์ใช้ความรู้ทางศิลปะในการออกแบบ สร้าง และปรับปรุงผลงานด้วยกระบวนการทางวิศวกรรมศาสตร์ และเทคโนโลยี ให้มีความแปลกใหม่และสอดคล้องกับสถานการณ์ที่กำหนด ส่งผลให้นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ มินตรา กระเป่าทอง (2561, น.73-74) ที่ได้สร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคิดสร้างสรรค์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า ความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา หน่วยการเรียนรู้เรื่องชีวิตกับสิ่งแวดล้อม หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เนื่องจากการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเป็นการบูรณาการที่สอดแทรกโดยมีเนื้อหาชีววิทยาเป็นหลัก มีการนำความรู้ทางศิลปะมาใช้ในการออกแบบและสร้างสรรค์ชิ้นงาน จัดการเรียนรู้โดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เช่นเดียวกับงานวิจัยของ ธัญชนก ทาระเนตร (2564, น.84-89) ที่ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่มีผลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอของ

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า คะแนนเฉลี่ยของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 และอยู่ในระดับดีขึ้นไป เนื่องจากการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเน้นให้ผู้เรียนได้สร้างองค์ประกอบด้วยตนเอง นำความรู้จากการสืบค้นข้อมูลมาใช้แก้ปัญหาผ่านสถานการณ์ นักเรียนได้ฝึกวิเคราะห์และออกแบบสร้างสรรค์ชิ้นงาน แลกเปลี่ยนความคิดเห็นและอภิปราย คิดอย่างเป็นระบบ และคิดอย่างสร้างสรรค์โดยใช้เทคโนโลยีและวิศวกรรม เพื่อหาทางออกของปัญหา

5.2.3 จากผลการวิจัยพบว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษาผ่านปรากฏการณ์เป็นฐาน สูงกว่าการจัดการเรียนการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษาผ่านปรากฏการณ์เป็นฐาน ที่นำปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นจริงในชีวิตประจำวัน และเป็นเหตุการณ์ที่กำลังเป็นกระแสและนิยมอยู่ในขณะนั้นมาเป็นจุดเริ่มต้นของการเรียนรู้ ผ่านแนวคิดสะเต็มศึกษาครูจะทำหน้าที่เป็นผู้อำนวยความสะดวกและสร้างบรรยากาศให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ ทำให้นักเรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเองผ่านการปฏิบัติ ซึ่งสอดคล้องกับ อรรถพรณ บุตรภักดี (2561, น.348-365) ที่กล่าวว่า การนำปรากฏการณ์ที่น่าสนใจมาเป็นจุดเริ่มต้นในการเรียนรู้ ผู้เรียนจะได้รับความรู้และทักษะในการเรียนรู้แบบข้ามศาสตร์ที่ทำให้เข้าใจ และมีมุมมองแบบองค์รวมด้วยความเข้าใจตระหนักถึงคุณค่าของสิ่งที่ได้เรียนรู้ผ่านปรากฏการณ์ที่มีการลงมือปฏิบัติ ทำให้ผู้เรียนเข้าใจความสำคัญของการเรียนรู้ การเรียนรู้วิธีเรียนรู้ และเรียนรู้ร่วมกับผู้อื่น ในขณะที่สะเต็มศึกษาเป็นการบูรณาการวิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรม (Engineering) ศิลปะ (Arts) และคณิตศาสตร์ (Mathematic) เข้าด้วยกัน โดยเชื่อมโยงกันผ่านสถานการณ์ที่กำหนด โดยแนวคิดสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการคิดสร้างสรรค์ (Riley, 2016) ประกอบด้วย 1) ขั้นระบุสถานการณ์ 2) ขั้นวิเคราะห์สถานการณ์ 3) ขั้นศึกษาค้นคว้า 4) ขั้นประยุกต์ 5) ขั้นนำเสนอ และ 6) ขั้นประเมินและปรับปรุง โดยเน้นการลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง สามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนให้สูงขึ้นได้ ซึ่งสอดคล้องกับ นฤมล กุลสืบ (2563, น.79-87) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเป็นการจัดการเรียนรู้ผ่านกิจกรรมที่นักเรียนเป็นผู้ลงมือปฏิบัติ โดยมีลักษณะสำคัญที่ประกอบด้วย สถานการณ์ ที่ช่วยกระตุ้นความสนใจของผู้เรียนในการค้นคว้าหาคำตอบเพื่อแก้ไขปัญหา โดยใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้อง แล้วนำมาวิเคราะห์เพื่อนำไปสู่การออกแบบผลงานเชิงสร้างสรรค์ และสร้างผลงานด้วยความรู้ด้านวิศวกรรม ถ่ายทอดผลงานผ่านเทคนิคทางศิลปะอย่างน่าสนใจ ซึ่งเป็นการฝึกให้นักเรียนมีทักษะความคิดสร้างสรรค์เพิ่มขึ้น

จะเห็นได้ว่า การจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษาผ่านปรากฏการณ์เป็นฐาน เป็นการจัดการเรียนการสอนที่ใช้ปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นจริงในชีวิตประจำวัน เป็นจุดเริ่มต้นผ่านแนวคิดสะเต็มศึกษา เน้นที่เน้นกระบวนการคิดสร้างสรรค์ ผ่านการสร้างองค์ความรู้และการลงมือปฏิบัติจริงด้วยตนเอง ทำให้เกิดความกล้าที่จะริเริ่ม กล้าที่จะแตกต่าง คิดได้หลากหลายแนวทาง และคิดอย่างเป็นขั้นเป็นตอนอย่างละเอียดได้ โดยมีนักเรียนเป็นศูนย์กลาง และมีครูเป็นผู้อำนวยความสะดวก ต่างจากการจัดการเรียนการสอนแบบปกติที่ยึดตามหนังสือคู่มือครู โดยมีครูเป็นจุดศูนย์กลาง ทำให้นักเรียนขาดแรงจูงใจในการแก้ปัญหา ไม่สามารถมองเห็นปัญหาที่แท้จริงได้ และทำตามกรอบที่ไม่แตกต่างจากผู้อื่น ทำให้ทักษะความคิด

สร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์น้อยกว่าการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสเต็มศึกษาสาขานปรากฏการณ์เป็นฐานนั่นเอง

5.3 ข้อเสนอแนะ

จากการวิจัยเพื่อพัฒนาพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสเต็มศึกษาสาขานปรากฏการณ์เป็นฐาน ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะ ดังนี้

5.3.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

5.3.1.1 ในการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสเต็มศึกษาสาขานปรากฏการณ์เป็นฐาน (3PA) ครูผู้สอนต้องนำปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นจริงในชีวิตประจำวันในขณะนั้นเป็นตัวกระตุ้นในขั้นตอนระบุปัญหา และเชื่อมโยงเข้าสู่สถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาในแต่ละบทเรียนให้ได้

5.3.1.2 ในการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสเต็มศึกษาสาขานปรากฏการณ์เป็นฐาน (3PA) ครูผู้สอนต้องกระตุ้นและสนับสนุนให้นักเรียนเกิดการเกิดการค้นคว้า กล้าที่จะตอบ ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง ออกแบบ สร้างชิ้นงานอย่างหลากหลาย และแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับสมาชิกภายในกลุ่ม ไม่จำกัดความคิดของนักเรียน โดยครูผู้สอนจะทำหน้าที่เป็นผู้อำนวยความสะดวกให้แก่ นักเรียน ไม่ยึดตนเองเป็นศูนย์กลาง

5.3.1.3 ในการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสเต็มศึกษาสาขานปรากฏการณ์เป็นฐาน (3PA) แต่ละขั้นตอนต้องใช้เวลา ครูผู้สอนจึงต้องเตรียมการสอนล่วงหน้า และศึกษาขั้นตอนอย่างละเอียด เนื่องจากเป็นการสอนในแต่ละขั้นตอนมีความต่อเนื่องกัน ในการวัดความคิดสร้างสรรค์แต่ละด้านจะถูกจำกัดด้วยเวลา ครูผู้สอนจึงต้องจัดสรรเวลาให้ดี และในบางขั้นตอนอาจมีการยืดหยุ่นเวลาได้ขึ้นอยู่กับความพร้อม

5.3.2 ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งต่อไป

5.3.2.1 จากผลการประเมินความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสเต็มศึกษาสาขานปรากฏการณ์เป็นฐาน (3PA) พบว่า นักเรียนได้คะแนนความคิดละเอียดลออมีคะแนนน้อยกว่าด้านความคิดริเริ่ม ความคิดยืดหยุ่น และความคิดคล่อง จึงควรศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับการคิดตกแต่งในรายละเอียดเพื่อขยายความคิดหลักให้ครบถ้วน สมบูรณ์ ซึ่งความคิดละเอียดลออนี้จะสัมพันธ์กับความสามารถในการสังเกต ไม่ละเอียดในรายละเอียดเล็กๆ น้อยๆ

5.3.2.2 ในการวิจัยเป็นการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสเต็มศึกษาสาขานปรากฏการณ์เป็นฐาน ที่ส่งต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งเป็นทักษะหนึ่งที่สำคัญในศตวรรษที่ 21 ในการวิจัยครั้งต่อไปควรทำการศึกษาทักษะอื่นๆ ในศตวรรษที่ 21 เช่น ทักษะการสื่อสาร ทักษะการคิดแก้ปัญหา เป็นต้น

บรรณานุกรม

- กมล ชูสมัย. (2528). การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ใช้การทดลองแบบแนะแนวทางกับการทดลองแบบไม่แนะแนวทาง. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่).
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2553). แนวปฏิบัติการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ: ชุมนมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- _____. (2556). คู่มือครูรายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม เล่ม 4. กรุงเทพฯ: องค์การค้ำของ สกสค.
- เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์. (2556). การคิดเชิงสร้างสรรค์ = Creative thinking. กรุงเทพฯ: ชัคเชสมิเดีย.
- จรินยา นาหัวนิน. (2553). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ (5E) กับการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ, มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย).
- จันทร์เพ็ญ ชูประภาวรรณ. (2548). เด็กไทยใครว่าโง่: เปลี่ยนการเรียนรู้ของเด็กไทยให้ทันโลก. กรุงเทพฯ: สถาบันวิทยาการการเรียนรู้.
- จารีพร ผลมูล, เกริก ศักดิ์สุภาพ และ สุนีย์ เหมาะประสิทธิ์. (2558). การพัฒนาหน่วยการเรียนรู้บูรณาการแบบ STEAM สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กรณีศึกษา ชุมชนวังตะกอก จังหวัดชุมพร. ในรายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษาแห่งชาติ ครั้งที่ 34. (น.1567-1577).
- ฉันทนา กองตาย. (2554). การใช้ชุดกิจกรรมเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนปิ่นสร้อยแยลส่ววิทยาลัย. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่).
- ชลธิชา ภัทรสิริวรกุล. (2561). เตรียมแรงงาน ศตวรรษ 21. โพสต์ทูเดย์. สืบค้นจาก <https://www.posttoday.com/aec/column/564794>
- ชัยวัฒน์ แก้วพินาม. (2556). นโยบายการศึกษาและการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ของไทยภายใต้เศรษฐกิจสร้างสรรค์. วารสารเศรษฐศาสตร์บริหารศิลป์ สถาบันบัณฑิตพัฒนศาสตร์, 7(1), 251-306.
- ทวีศักดิ์ แก้วทอน. (2546). ผลของการใช้แบบฝึกกิจกรรมต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์).

บรรณานุกรม (ต่อ)

- ธัญชนก ทาระเนตร. (2564). ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยบูรพา).
- นฤมล กุลสืบ. (2563). การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์วิชาวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี).
- นฤมล ฉิมงาม. (2558). การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาผสานกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต).
- บุญรัตน์ จันทร และ เอกภูมิ จันทรจันทร์. (2558). การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง สมดุลกลโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์. ในรายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 53, 228-234. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- บุญลอย มูลน้อย. (2560). ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ที่เพิ่มทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง วงจรไฟฟ้าของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม).
- พงศธร มหาวิจิตร. (2558). นวัตกรรมการเรียนรู้จากฟินแลนด์. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.), 46(209), 40-45.
- พรทิพย์ ศิริภักธราชัย. (2556). STEM Education กับการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21. วารสารนักบริหาร, 33(2), 49-56.
- พลศักดิ์ แสงพรมศรี. (2558). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และเจตคติต่อการเรียนวิชาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษากับแบบปกติ. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม).
- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ และ พเยาว์ ยินดีสุข. (2548). วิธีวิทยาการสอนวิทยาศาสตร์ทั่วไป. กรุงเทพฯ: สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ.
- ไพฑูรย์ สีนลารัตน์. (2558). ปรัชญาการศึกษาเชิงสร้างสรรค์และผลิตภาพ. กรุงเทพฯ: คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

บรรณานุกรม (ต่อ)

- ภวัตรวิษฐ์ ธัญพัฒน์. (2558). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง แสงและการมองเห็น ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดมหกหกกับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี).
- ภัสสร ติตมา. (2558). การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง ระบบร่างกายมนุษย์ ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวทางสะเต็มศึกษา ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยนเรศวร).
- ภาวิณี โสธายะเพชร. (2558). ครุศึกษาในประเทศไทยปี 1998-2018. วารสารครุศาสตร์, 43(4), 177-188.
- มินตรา กระเป่าทอง. (2561). การสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์).
- มีนกาญจน์ แจ่มพงษ์. (2559). การพัฒนาชุดฝึกทักษะแบบสะเต็มศึกษาเพื่อการสร้างสรรคชิ้นงาน เรื่อง พลังงานรอบตัวเรา. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี).
- ราชบัณฑิตสถาน. (2556). พจนานุกรม ฉบับราชบัณฑิตยสถาน พุทธศักราช 2554 (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: นานมีบุ๊คส์.
- เลศราวี รอดกำเนิด. (2559). ผลการจัดประสบการณ์แบบโครงการโดยใช้แนวคิดสะเต็มศึกษาผ่านการใช้แหล่งเรียนรู้ในท้องถิ่นจังหวัดสมุทรสงครามที่มีต่อความเข้าใจ มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของเด็กปฐมวัย. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์).
- วิจารณ์ พานิช. (2560). ระบบการเรียนรู้แบบใหม่ในฟินแลนด์. สืบค้นจาก <https://www.bbc.com/thai/international-40093564>
- วิชัย วงษ์ใหญ่ และคณะ. (2562). การจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างศักยภาพการแข่งขันเชิงสร้างสรรค์. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ศิริรัตน์ ศิริชัยยันต์. (2560). มุตร “สาธิตแห่งมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์” โรงเรียนที่กล้า “ต่าง” เพื่อการศึกษาไทยที่ดีกว่าเดิม. สืบค้นจาก <https://www.thaipr.net/education/805731>
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2561). พจนานุกรมศัพท์วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี. สืบค้นจาก <https://escivocab.ipst.ac.th/vocab>
- สมรัก อินทวิมลศรี. (2560). ผลของการใช้แนวคิดสะเต็มศึกษาในวิชาชีววิทยาที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย).
- สมศักดิ์ ภูวิภาดาพรรณ. (2537). เทคนิคการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.

บรรณานุกรม (ต่อ)

- สารสิน เล็กเจริญ. (2554). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การเขียนสะกดคำของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ได้รับการสอนโดยการเรียนแบบร่วมมือเทคนิค TGT กับการสอนแบบปกติ. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารการศึกษา, มหาวิทยาลัยศิลปากร).
- สำนักงานคณะกรรมการข้าราชการพลเรือน ก.พ. (2559). การคิดเชิงสร้างสรรค์ [หนังสืออิเล็กทรอนิกส์]. กรุงเทพฯ: สำนักงานฯ.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2551). พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545. กรุงเทพฯ: พรักหวานกราฟิก.
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2560). แผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560 - 2579. กรุงเทพฯ: สำนักงานฯ.
- สุปรีชา แก้วสวัสดิ์, อรุณชัย อับดุลหะ และ นเรศศักดิ์ แก้วห้วย. (2563). การวิจัยกึ่งทดลอง: งานประจำสู่การวิจัยกึ่งทดลอง สำหรับนักสาธารณสุข. วารสารสมาคมวิชาชีพสุขภาพ, 35(1), 30-39.
- เสาวลักษณ์ พิสิษฐ์ไพบูลย์. (2559). ขับเคลื่อนการศึกษาไทยสู่ไทยแลนด์ 4.0. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ. สืบค้นจาก <https://shorturl.asia/4NdXR>
- องค์กร STEAM Education. (2560). STEAM Education Program Description. สืบค้นจาก <http://steamedu.com/wpcontent/uploads/2014/12/STEAM-Education-Program-Description-11Nov2015.pdf>
- อภิชาติ เนินพรหม. (2559). การพัฒนารูปแบบกระบวนการเรียนการสอนเพื่อเสริมสร้างความสามารถทางการคิดสร้างสรรค์สำหรับผู้เรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารการศึกษา, มหาวิทยาลัยบูรพา).
- อรพรรณ บุตรกตัญญู. (2561). การเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานเพื่อการสร้างมุมมองแบบองค์รวมและการเข้าถึงโลกแห่งความจริงของผู้เรียน. Journal of Education Studies, 46(2), 348-365.
- อลิสรา ชมชื่น. (2558). ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาจันทบุรี เขต 3. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารการศึกษา, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี).
- อักษรเจริญทัศน์. (2562). 21st-Century Skills: ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 เมื่อทักษะในโลกเก่าไม่เพียงพออีกต่อไป. สืบค้นจาก <https://www.aksorn.com/21st-century-skills>
- อับดุลยามี นะยียาเดร์. (2560). ผลของการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารการศึกษา, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์).

บรรณานุกรม (ต่อ)

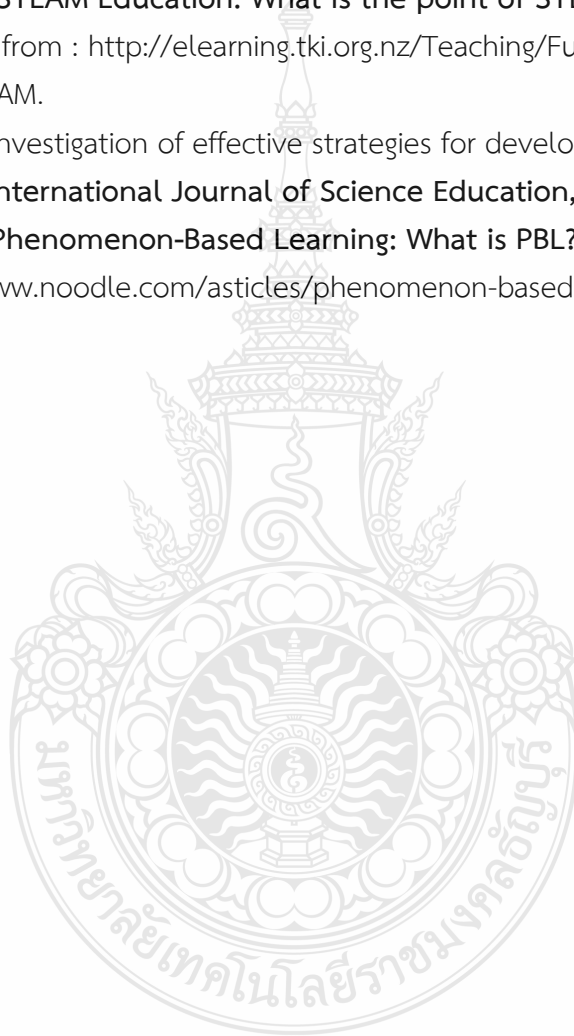
- อารี พันธุ์ณี. (2558). **ฝึกให้คิดเป็น คิดให้สร้างสรรค์**. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- Aktamis, H., Permez, S., Can, T., & Ergin, O. (2005). **Developing Scientific Creativity Test**. Fen Bulumu: University of Dokuz Eyul.
- Ayas, M. B., & Sak, U. (2013). Creative scientific ability test (C-SAT): A new measure of scientific creativity. **Psychological Test and Assessment Modeling**, 55(3), 316-329.
- Ayas, M. B., & Sak, U. (2014). Objective measure of scientific creativity: Psychometric validity of the creative scientific ability test. **Thinking Skills and Creativity**, 13, 195-205.
- Boric, M. (2017). Thailand 4.0: Investing in aviation and MRO development. **Aircraft Maintenance Technology**, 28, 22-25.
- Chan, H. (2016). **STEAM: An approach, not a course**. Retrieved from : <http://www.p21.org/news-events/p21blog>
- Clary et al. (2011). Measuring creativity: A case study probing rubric effectiveness for evaluation of project-based learning solutions. **Creative Education**, 2(4), 333-340.
- Daehler, K., & Folsom, J. (2016). **Making Sense of SCIENCE: Phenomena-Based Learning**. Retrieved from : <http://www.WestEd.org/mss>
- Feist, G. J. (2011). **Creativity in science**, *Encyclopedia of Creativity* (Second Edition). San Diego: Academic Press, 296-302.
- Guilford and Hoepfner, R. (1971). **The Analysis of Intelligence**. New York: McGraw-Hill Book.
- Hu, W., & Adey, P. (2002). A Scientific creativity test for secondary school student. **International Journal of Science Education**, 24(4), 389-403.
- Jeong & Kim. (2015). **The Effect of a Climate Change Monitoring Program on Students' Knowledge and Perceptions of STEAM Education in Korea**. **EURASIA Journal of Mathematics Science & Technology Education**, 11(6), 1321-1338.
- Kim, D., Ko, D. G., Han, M., & Hong, S. (2014). The effects of science lessons applying STEAM education program on the creativity and interest levels of elementary students. **Journal of the Korean Association for Science Education**, 34(1), 43-54.

บรรณานุกรม (ต่อ)

- Madden et al. (2013). Rethinking STEM education: An interdisciplinary STEAM curriculum. **Procedia Computer Science**, 20, 541-546.
- Mayasari, T. (2016). **Exploration of student's creativity by integrating STEM knowledge into creative products**. In AIP conference proceedings, 1708(1), 080005.
- Ministry of Education. (2010). **International programs in Thailand : universities & colleges for Thai & expatriate students**. Bangkok, Thailand: FTC (Thailand).
- Park, N. (2014). The development of STEAM career education program using virtual reality technology. **Life Science Journal**, 11(7), 676-679.
- Partnership for 21st Century Skills. (2009). **P21 Framework definitions document**. Retrieved from : http://www.p21.org/storage/documents/P21_Framework_Definitions.pdf
- Piltz Albert & Robert Sund. (1974). **Creative Teaching of Science in the Elementary School**. Englewood Cliff, NJ: Prentice Hall.
- Riley, S. (2016). **6 Steps to creating a STEAM-centered classroom**. Retrieved from : <http://educationcloset.com/2016/02/25/6-steps-to-creating-a-steam-centered-classroom>
- Silander, P. (2017). **Phenomenon Based Learning**. Retrieved from : <http://www.phenomenoeducation.info/phenomenon-based-learning.html>
- STEAM Education. (2018). **STEAM Education Program Description**. Retrieved from : <http://steamedu.com/wp-content/uploads/2014/12/STEAM-Education-Program-Description-11Nov2015.pdf>
- Symeonidis, V., & Schwarz, J. F. (2016). Phenomenon-Based Teaching and Learning through the Pedagogical Lenses of Phenomenology: The Recent Curriculum Reform in Finland. **Forum OŚwiatowe**. 28(2), 31-47.
- Tissington, S. (2019). **Learning with and through phenomena: An explainer on phenomenon-based learning (Paper presented at the Association of Learning Developers in Higher Education Northern Symposium)**. Middlesbrough, UK: [n.p.].
- Torrence, E. P. (1992). A National Climate for Creativity and Invention. **Gifted Child Today**, 5(1), 10-14.
- Usta, E., & Akkanat, C. (2015). Investigating scientific creativity level of seventh grade students. **Procedia-Social and Behavioral Sciences**, 191, 1408-1415.

บรรณานุกรม (ต่อ)

- Yakman, G. (2008). **STEAM education: An overview of creating a model of integrative education**. In Pupils' Attitudes towards Technology (PATT-19) Conference: Research on Technology, Innovation, Design & Engineering Teaching. Salt Lake City, Utah.
- Yakman, G. (2010). **STEAM Education: What is the point of STEAM-A brief overview**. Retrieved from : <http://elearning.tki.org.nz/Teaching/Future-focused-learning/STEM-STEAM>.
- Yang et al. (2016). Investigation of effective strategies for developing creative science thinking. **International Journal of Science Education**, 38(13), 2133-2151.
- Zhukov, T. (2018). **Phenomenon-Based Learning: What is PBL?**. Retrieved from : <https://www.noodle.com/articles/phenomenon-based-learning-what-is-pbl>.



ภาคผนวก



ภาคผนวก ก

- รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
- หนังสือเชิญผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กมล เอี่ยมพนากิจ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ประจำภาควิชาฟิสิกส์
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
2. ดร.สุรัตน์ ขวัญบุญจันทร์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประจำภาควิชาการศึกษา
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยมหาวชิราลงกูเทคโนโลยีราชมวงคลธัญบุรี
3. ดร.แสงรุ่ง พูลสุวรรณ ผู้อำนวยการสำนักวิจัย พัฒนา และวางแผนงาน
วิชาการ บริษัท อักษรเจริญทัศน์ อจท. จำกัด
4. อาจารย์ภูววิทย์ กนกฤทธิไกวัด ครู ชำนาญการพิเศษ
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
โรงเรียนบ้านแก่งวิทยา
5. อาจารย์ปัญญพัฒน์ พัฒน์ญานนท์ ศึกษานิเทศ ชำนาญการ
ผู้อำนวยการกลุ่มส่งเสริมการศึกษาทางไกล เทคโนโลยี
สารสนเทศและการสื่อสาร
สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาปราชญ์บุรี
นครนายก

ที่ อว ๐๖๔๙.๐๒/ ๐๔ ๒๓



คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
๓๙ หมู่ ๑ ต.คลองหก อ.คลองหลวง
จ.ปทุมธานี ๑๒๑๓๐

๓๐ มิถุนายน ๒๕๖๓

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กมล เอี่ยมพนาภิษฐ์

เนื่องด้วย นางสาวสายรุ้ง ทองสูง นักศึกษาปริญญาโท หลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการพัฒนาหลักสูตรและนวัตกรรมการสอน คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ได้รับอนุมัติให้จัดทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสเต็มศึกษาผ่านปรากฏการณ์เป็นฐานเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖ โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รสริน เจริมไธสง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ในการนี้ คณะกรรมการบริหารหลักสูตรฯ พิจารณาเห็นว่า ท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิที่มีความรู้ความสามารถ จึงขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัยให้แก่ นางสาวสายรุ้ง ทองสูง เพื่อประโยชน์ทางการศึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ จะเป็นพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์อานนท์ นิยมผล)
คณบดีคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

งานบัณฑิตศึกษา

โทร. ๐๒ ๕๔๔ ๔๗๑๓

โทรสาร ๐๒ ๕๗๗ ๕๐๔๙



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี โทร. ๐๒ ๕๔๙๙๓๒๐๗
ที่ อว ๐๖๔๙.๐๒/๑๕ ๒๗ วันที่ ๓๐ มิถุนายน ๒๕๖๓

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

เรียน ดร.สุรัตน์ ขวัญบุญจันทร์

เนื่องด้วย นางสาวสายรุ้ง ทองสูง นักศึกษาปริญญาโท หลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการพัฒนาหลักสูตรและนวัตกรรมการสอน คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ได้รับอนุมัติให้จัดทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสเต็มศึกษาสถานประกอบการเป็นฐานเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖ โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รสริน เจริมโสดง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ในการนี้ คณะกรรมการบริหารหลักสูตรฯ พิจารณาเห็นว่า ท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิที่มีความรู้ความสามารถ จึงขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัยให้แก่ นางสาวสายรุ้ง ทองสูง เพื่อประโยชน์ทางการศึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ จะเป็นพระคุณยิ่ง


(ผู้ช่วยศาสตราจารย์อานนท์ นิยมผล)
คณบดีคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

ที่ อว ๐๖๔๙.๐๒/ ๐๘๒๕๖



คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
๓๙ หมู่ ๑ ต.คลองหก อ.คลองหลวง
จ.ปทุมธานี ๑๒๑๓๐

๓๐ มิถุนายน ๒๕๖๓

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

เรียน ดร.แสงรุ่ง พูลสุวรรณ

เนื่องด้วย นางสาวสายรุ้ง ทองสูง นักศึกษาปริญญาโท หลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการพัฒนาหลักสูตรและนวัตกรรมการสอน คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ได้รับอนุมัติให้จัดทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสเต็มศึกษาผานปรากฏการณ์เป็นฐานเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖ โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สริน เจริมโสง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ในการนี้ คณะกรรมการบริหารหลักสูตรฯ พิจารณาเห็นว่า ท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิที่มีความรู้ความสามารถ จึงขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัยให้แก่ นางสาวสายรุ้ง ทองสูง เพื่อประโยชน์ทางการศึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ จะเป็นพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์อานนท์ นิยมผล)
คณบดีคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

งานบัณฑิตศึกษา

โทร. ๐๒ ๕๕๔๙ ๔๗๑๓

โทรสาร ๐๒ ๕๕๗๗ ๕๐๔๙

ที่ อว ๐๖๔๔.๐๒/๐๔/๒๓



คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
๓๔ หมู่ ๑ ต.คลองหก อ.คลองหลวง
จ.ปทุมธานี ๑๒๑๓๐

๓๐ มิถุนายน ๒๕๖๓

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

เรียน นายภูวิทย์ กนกฤทธิ์ไกรวิไล

เนื่องด้วย นางสาวสายรุ้ง ทองสูง นักศึกษาปริญญาโท หลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการพัฒนาหลักสูตรและนวัตกรรมการสอน คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ได้รับอนุมัติให้จัดทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสเต็มศึกษาตามปรากฏการณ์เป็นฐานเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖ โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สริน เจริมโสมง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ในการนี้ คณะกรรมการบริหารหลักสูตรฯ พิจารณาเห็นว่า ท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิที่มีความรู้ความสามารถ จึงขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัยให้แก่ นางสาวสายรุ้ง ทองสูง เพื่อประโยชน์ทางการศึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ จะเป็นพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์อานนท์ นิยมผล)
คณบดีคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

งานบัณฑิตศึกษา
โทร. ๐๒ ๕๔๔ ๔๗๓๓
โทรสาร ๐๒ ๕๔๗ ๕๐๔๔

ที่ อว ๐๖๔๙.๐๒/๐๔๒๕



คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
๓๙ หมู่ ๑ ต.คลองหก อ.คลองหลวง
จ.ปทุมธานี ๑๒๑๑๐

๓๐ มิถุนายน ๒๕๖๓

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

เรียน นายปัญญาพัฒน์ พัฒน์ญานนท์

เนื่องด้วย นางสาวสายรุ้ง ทองสูง นักศึกษาปริญญาโท หลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการพัฒนาหลักสูตรและนวัตกรรมการสอน คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ได้รับอนุมัติให้จัดทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสเต็มศึกษาตามปรากฏการณ์เป็นฐานเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖ โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สริน เจริมโธสง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ในการนี้ คณะกรรมการบริหารหลักสูตรฯ พิจารณาเห็นว่า ท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิที่มีความรู้ความสามารถ จึงขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัยให้แก่ นางสาวสายรุ้ง ทองสูง เพื่อประโยชน์ทางการศึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ จะเป็นพระคุณยิ่ง

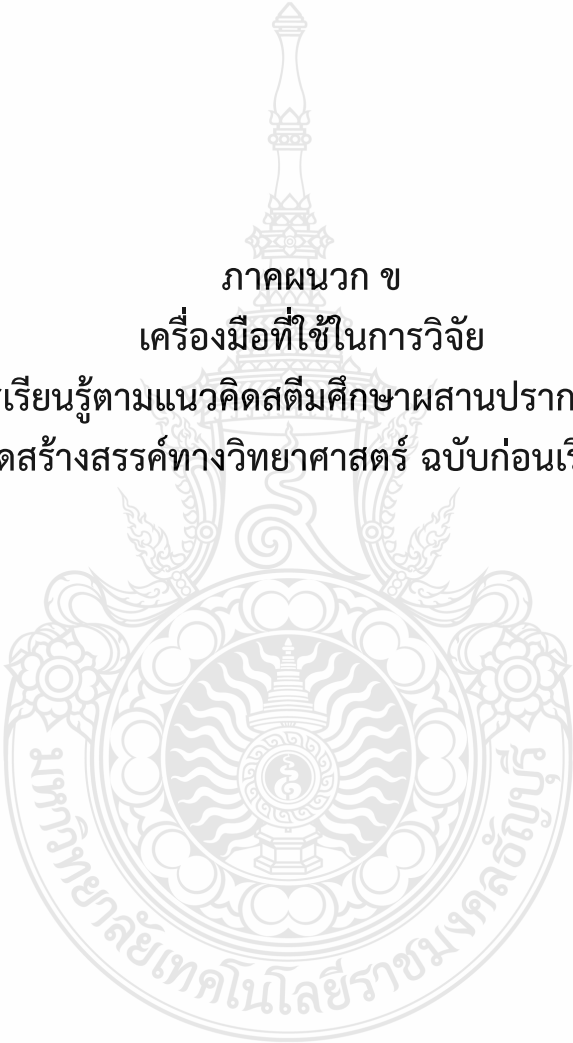
ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ญานนท์ นิยมผล)
คณบดีคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

งานบัณฑิตศึกษา

โทร. ๐๒ ๕๔๙ ๔๗๑๓

โทรสาร ๐๒ ๕๔๗ ๕๐๔๙



ภาคผนวก ข

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

- แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสเต็มศึกษาผสานปรากฏการณ์เป็นฐาน
- แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ฉบับก่อนเรียนและหลังเรียน



แผนการจัดการเรียนรู้ฟิสิกส์โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสตีมศึกษา

ผสานกับปรากฏการณ์เป็นฐาน (3PA)

หน่วยการเรียนรู้เรื่อง ไฟฟ้าสถิต

ชื่อหน่วย ไฟฟ้าสถิต เรื่องที่ 2 การเหนี่ยวนำไฟฟ้า แรงระหว่างประจุ และกฎของคูลอมบ์
รหัสวิชา ว 30204 รายวิชา ฟิสิกส์ เวลา 4 ชั่วโมง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6
ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

1. ผลการเรียนรู้

วิทยาศาสตร์ (Science)	เทคโนโลยี (Technology)	วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering)	ศิลปะ (Arts)	คณิตศาสตร์ (Mathematic)
อธิบายความหมาย ทำการทดลอง การเหนี่ยวนำ ไฟฟ้า แรงกระทำ ระหว่างอนุภาคที่มี ประจุไฟฟ้า กฎ ของคูลอมบ์และ คำนวณหาปริมาณ ต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง จากสถานการณ์ที่ กำหนดให้	สืบค้นข้อมูล เกี่ยวกับ ปรากฏการณ์ต่างๆ และข้อมูลวัสดุ อุปกรณ์สำหรับการ ออกแบบอย่าง สร้างสรรค์	มีความรู้ ความสามารถใน การวางแผนและ ออกแบบผลงาน อย่างสร้างสรรค์	คิดริเริ่มดัดแปลง ใช้องค์ประกอบ ทางทัศนศิลป์ นำเสนอคิดค้น เทคนิควิธีการ รูปแบบใหม่ๆ ใน การสร้างสรรค์ งานที่เป็น เอกลักษณ์ เฉพาะตัวได้	ใช้ความรู้เกี่ยวกับ อัตราส่วน สัดส่วน และ ร้อยละใน สถานการณ์ต่างๆ ได้

2. สารการเรียนรู้

วิทยาศาสตร์ (Science)	เทคโนโลยี (Technology)	วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering)	ศิลปะ (Arts)	คณิตศาสตร์ (Mathematic)
1. การเหนี่ยวนำ 2. อิเล็กทรอนิกส์โคป 3. แรงระหว่างประจุ 4. กฎของคูลอมบ์	1. การใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ 2. การสืบค้นข้อมูลโดยใช้เทคโนโลยี	การออกแบบผลงานด้วยกระบวนการทางวิศวกรรม	1. การออกแบบผลงานให้มีความน่าสนใจ 2. ความคิดสร้างสรรค์ในการนำเสนอ	การคำนวณต้นทุนและประเมินกำไรและขาดทุน

3. สารสำคัญ

วิทยาศาสตร์ (Science)	เทคโนโลยี (Technology)	วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering)	ศิลปะ (Arts)	คณิตศาสตร์ (Mathematic)
การเหนี่ยวนำไฟฟ้า การนำวัตถุที่มีประจุไฟฟ้าเข้าใกล้วัตถุที่เป็นตัวนำไฟฟ้าจะทำให้เกิดประจุไฟฟ้าชนิดตรงข้ามบนด้านของตัวนำที่ใกล้วัตถุ อุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจสอบประจุไฟฟ้าของวัตถุและชนิดของประจุไฟฟ้า คือ อิเล็กทรอนิกส์โคป	การสืบค้นข้อมูล ค้นหาความรู้ต่างๆ เพื่อนำมาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหา ศึกษาข้อมูลหรือสร้างผลงานให้มีประสิทธิภาพ	การออกแบบ ฝึกทักษะในการคิดอย่างเป็นขั้นตอน ซึ่งเป็นการต่อยอดความรู้ที่มีอยู่เดิมให้ขยายไปจนเกิดมุมมองใหม่ๆ ในการแก้ปัญหา นั้นๆ ได้อย่างครอบคลุมและถูกต้องจนนำไปสู่การพัฒนาผลิตภัณฑ์	องค์ประกอบทางทัศนศิลป์ เกิดจากการนำเอาองค์ประกอบต่างๆ ของศิลปะมาจัดเข้าด้วยกัน เพื่อให้เกิดความงามอย่างสร้างสรรค์ที่เป็นเอกลักษณ์เฉพาะตัวได้ การนำเสนอ คือ การถ่ายทอดเนื้อหาสาระที่ผสมผสานกันระหว่างศิลปะการพูดกับการแสดงข้อมูลใน	ราคาสินค้าของที่ซื้อ มาอาจเรียกว่าราคาซื้อ (ต้นทุน) ต้นทุน อาจหมายถึงจำนวนเงินที่ใช้ในการผลิตสินค้า ราคาของที่ขายไป ส่วนต่างของราคาขายกับทุนเมื่อ

3. สำคัญ (ต่อ)

วิทยาศาสตร์ (Science)	เทคโนโลยี (Technology)	วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering)	ศิลปะ (Arts)	คณิตศาสตร์ (Mathematic)
แรงระหว่างประจุไฟฟ้า มีทั้งแรงดูดและผลัก และเป็นแรงต่างร่วม กฎของคูลอมบ์ เป็นแรงระหว่างประจุไฟฟ้าคู่หนึ่ง จะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับผลคูณของประจุและเป็นสัดส่วนผกผันกับกำลังสองของระยะทางระหว่างประจุคู่นั้น			รูปแบบต่างๆ ผ่านสื่อและอุปกรณ์ได้อย่างเหมาะสมและสร้างสรรค์	ราคาขายสูงกว่าทุน ส่วนต่างของทุนกับราคาขายเมื่อราคาขายต่ำกว่าทุน

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้ (K)

4.1 นักเรียนอธิบายและคำนวณแรงที่กระทำต่อกันระหว่างจุดประจุ ตามกฎของคูลอมบ์ได้

4.2 นักเรียนสามารถวิเคราะห์ผลงานของแต่ละกลุ่มนำเสนอได้อย่างสร้างสรรค์

ด้านทักษะ/กระบวนการ (P)

4.3 นักเรียนสามารถทำกิจกรรมเพื่อศึกษาชนิดการเหนี่ยวนำประจุไฟฟ้าด้วยอิเล็กโตรสโคปแบบแผ่นโลหะได้

4.4 นักเรียนสามารถสืบค้นข้อมูลและอภิปรายการเหนี่ยวนำไฟฟ้า แรงระหว่างประจุ และกฎของคูลอมบ์ที่เกิดขึ้นได้

4.5 นักเรียนสามารถออกแบบสิ่งประดิษฐ์จากหลักการปรากฏการณ์ทางธรรมชาติได้

4.6 นักเรียนสามารถนำเสนอผลงานที่ออกแบบขึ้นได้

ด้านเจตคติ (A)

4.7 นักเรียนสามารถทำงานเป็นกลุ่มได้อย่างมีระบบ

5. จุดเน้นการพัฒนาคุณภาพผู้เรียน

5.1 ด้านความสามารถและทักษะ

- 1) ทักษะแสวงหาความรู้เพื่อแก้ปัญหา
- 2) ทักษะใช้เทคโนโลยีเพื่อการเรียนรู้
- 3) ทักษะการใช้ภาษาต่างประเทศ
- 4) ทักษะการคิดขั้นสูง ทักษะชีวิต
- 5) ทักษะการสื่อสารอย่างสร้างสรรค์ตามช่วงวัย

5.2 ด้านคุณลักษณะเฉพาะช่วงวัย

มุ่งมั่นในการศึกษาและการทำงาน

6. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

- 6.1 ความสามารถในการสื่อสาร
- 6.2 ความสามารถในการคิด
- 6.3 ความสามารถในการแก้ปัญหา
- 6.4 ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต
- 6.5 ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี

7. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

- 7.1 อยู่อย่างพอเพียง
- 7.2 มุ่งมั่นในการทำงาน อดทน รอบคอบ
- 7.3 ใฝ่เรียนรู้
- 7.4 มีจิตสาธารณะ
- 7.5 ซื่อสัตย์สุจริต

8. กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ (3PA)	กิจกรรมการเรียนรู้	องค์ประกอบ ความคิด สร้างสรรค์	เวลา ที่ใช้
1. ขั้นเลือกและ ระบุปรากฏการณ์ (Phenomenon; P)	1.1 นักเรียนได้รับการกระตุ้นความสนใจจากปรากฏการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้นรอบตัวอยู่ในขณะนั้นที่เกี่ยวข้องกับบทเรียน เรื่องการเหนี่ยวนำไฟฟ้า โดยครูเป็นผู้เสนอปรากฏการณ์ “จากข่าวเกิดปรากฏการณ์ฟ้าผ่า "ว้าว" ตายเกลื่อน 6 ตัว ที่ จ.อุดรธานี เมื่อวันที่ 11 พ.ค. 2563  ตาก- เกิดเหตุฟ้าผ่าว้าวตาย 13 ตัวในพื้นที่อำเภอเมืองตาก วันที่ 22 พ.ค. 2561  นอกจากประเทศไทยแล้วยังมีเหตุการณ์ฟ้าผ่าสัตว์ในต่างประเทศอีกด้วย เช่น เมื่อปี 2012 เกิดเหตุ ฟ้าผ่าแกะ ตาย 173 ตัว ที่จีน เมื่อปี 2016 เกิดเหตุ ฟ้าผ่าควางเรนเดียร์ ตาย 323 ตัว ที่นอร์เวย์ เมื่อปี 2016 เกิดเหตุ ฟ้าผ่าแกะ ตาย 38 ตัว ที่อินเดีย เมื่อปี 2017 เกิดเหตุ ฟ้าผ่าว้าว ตาย 32 ตัว ที่อเมริกา เมื่อปี 2018 เกิดเหตุ ฟ้าผ่าว้าว ตาย 13 ตัว ที่ไทย เมื่อปี 2018 เกิดเหตุ ฟ้าผ่าห่าน ตาย 50 ตัว ที่อเมริกา	ความคิดคล่อง	20 นาที

8. กิจกรรมการเรียนรู้ (ต่อ)

ขั้นตอนการ จัดการเรียนรู้ (3PA)	กิจกรรมการเรียนรู้	องค์ประกอบ ความคิด สร้างสรรค์	เวลา ที่ใช้
	1.2 ครูถามนักเรียนว่า “ทำไมสัตว์จึงเกิดฟ้าผ่าตายเป็นจำนวนมากบอกมาให้ได้มากที่สุด” ภายในเวลา 2 นาที 1.3 ครูร่วมกันอภิปรายกับนักเรียน เนื่องจากสัตว์ได้ยินเสียงฟ้าผ่ามักจะเข้าไปหลบอยู่ในต้นไม้ใหญ่ ซึ่งอันตรายมาก และพวกมันจะตายหมดหากฟ้าผ่าเข้าที่ต้นไม้ ในระยะไม่เกิน 15 – 24 เมตร นับจากเส้นผ่าศูนย์กลางบริเวณที่ฟ้าผ่า ซึ่งเป็นระยะที่อันตรายถึงชีวิตเสียชีวิตจากฟ้าผ่า ล้วนมีสาเหตุจากกระแสไฟฟ้าที่ไหลลงพื้นดิน และจะเข้าสู่ร่างกายหากเหยียบพื้นดินบริเวณนั้นโดยไม่ได้สวมรองเท้าสำหรับสัตว์ โชคร้ายที่พวกมันมีสี่ขา ดังนั้นกระแสไฟฟ้าที่ไหลเข้าไปในตัวจึงมีปริมาณมากขึ้น จึงไม่จำเป็นที่สัตว์เหล่านั้นจะต้องเตะตัวกันก็ได้รับกระแสไฟฟ้าได้ จากการที่มันยืนอยู่ในบริเวณพื้นดินที่กระแสไฟฟ้าเดินทางไปถึง 1.4 นักเรียนและครูร่วมกันทำกิจกรรม โดยนำวัตถุตัวนำเข้าใกล้ แวน เดอ กราฟฟ์ 		

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ (3PA)	กิจกรรมการเรียนรู้	องค์ประกอบ ความคิด สร้างสรรค์	เวลา ที่ใช้
	 และตั้งคำถามว่าเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นเกิดได้อย่างไร ให้นักเรียนช่วยกันแสดงความคิดเห็นให้ได้มากที่สุด ภายในเวลา 1 นาที พร้อมทั้งสังเกตว่านักเรียนมี คำตอบในหลายๆ ด้าน หรือไม่ 1.5 ครูเสนอภาพตัวอย่างปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นที่ ใกล้ตัวนักเรียนมากที่สุดจาก “ปรากฏการณ์ฟ้าผ่า ที่ประเทศอินเดีย” 1.6 ครูเปิดวิดีโอทัศน์ปรากฏการณ์ฟ้าผ่าในประเทศ อินเดียให้นักเรียนวิเคราะห์ 1.7 ครูตั้งสถานการณ์ ดังนี้ “จากปรากฏการณ์ฟ้าผ่าในประเทศอินเดียเมื่อวันที่ 27 มิถุนายน ทำให้มีคนเสียชีวิตนับร้อยคน ซึ่งเป็น ยอดผู้เสียชีวิตที่สูงที่สุดจากเหตุการณ์ฟ้าผ่าใน ประเทศ ถ้านักเรียนเป็นนักวิจัยที่ต้องหาสาเหตุการ เกิดปัญหานี้พร้อมทั้งหาวิธีในการรับมือกับปัญหานี้ โดยการออกแบบอุปกรณ์ที่จะช่วยให้ชาวอินเดีย รอดพ้นและปลอดภัยจากฟ้าผ่านี้ได้อย่างไร”		
2. ขั้นวิเคราะห์ บทเรียนจาก ปรากฏการณ์จาก บทเรียนที่มีอยู่ (Analyze; A)	2.1 นักเรียนแบ่งกลุ่ม (คละ เก่ง กลาง อ่อน) กลุ่ม ละ 5-6 คน โดยไม่ซ้ำกับคาบที่แล้ว และร่วมกันตั้ง ชื่อกลุ่มตามปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับประจุไฟฟ้า 2.2 ครูแจกใบกิจกรรมที่ 2.1 ฉันทคือประจุไร? ทีละ ข้อ และจับเวลาข้อละ 1 นาที โดยนักเรียนแต่ละคน	ความคิดคล่อง	30 นาที

ขั้นตอนการ จัดการเรียนรู้ (3PA)	กิจกรรมการเรียนรู้	องค์ประกอบ ความคิด สร้างสรรค์	เวลา ที่ใช้
	จะเขียนคำตอบลงในใบกิจกรรมของตนเอง เพื่อให้ นักเรียนได้คิดอย่างรวดเร็วในเวลาจำกัด 2.3 นักเรียนในแต่ละกลุ่มนำคำตอบที่ได้มาช่วยกัน วิเคราะห์ และเขียนรวมสรุปเป็นของกลุ่มตนเอง ตามประเด็นต่างๆ 2.4 ตัวแทนกลุ่มไปเขียนคำตอบในกระดาน ฟลิปชาร์ต และอภิปรายร่วมกันในชั้นเรียน		
3. ขั้นศึกษา ค้นคว้าและวาง ลำดับกิจกรรม (Plan; P)	3.1 นักเรียนช่วยกันทำกิจกรรมการทดลอง เรื่อง การเหนี่ยวนำประจุไฟฟ้าด้วยอิเล็กโทรสโคปแบบ แผ่นโลหะ ในใบกิจกรรมปฏิบัติการที่ 2 การ เหนี่ยวนำประจุไฟฟ้า 3.2 ครูร่วมกันสรุปและอภิปรายผลที่ได้จากการ ทดลอง พร้อมทั้งตั้งคำถามปลายเปิดว่า “จากการ ทดลองนี้นักเรียนสามารถนำไปประยุกต์ใช้ใน ชีวิตประจำวันอย่างไรบ้าง ตอบให้ได้มากที่สุด” ภายในเวลา 1 นาที แล้วนำเข้าสู่สถานการณ์ กิจกรรมที่ 2.3 3.3 นักเรียนแบ่งหน้าที่ช่วยกันสืบค้นข้อมูลความรู้ ที่เป็นพื้นฐานของปัญหาในสถานการณ์และร่วมกัน อภิปรายกลุ่ม 3.4 นักเรียนในแต่ละกลุ่มช่วยกันวิเคราะห์และระบุ ปัญหาในใบกิจกรรมที่ 2.3 เมื่อฉันทันทีนักวิจัย 3.5 ครูให้นักเรียนในแต่ละกลุ่มแบ่งหน้าที่กันสืบค้น ข้อมูลที่ต้องใช้เกี่ยวข้องกับสถานการณ์	- ความคิด ยืดหยุ่น - ความคิด ละเอียดลออ - ความคิดคล่อง	50 นาที
4. ขั้นประยุกต์ (Application; A)	4.1 ครูให้นักเรียนแต่ละคนทำใบกิจกรรมที่ 3.2 โดยใช้เวลา 20 นาที 4.2 นักเรียนในกลุ่มนำความรู้ที่ได้จาก การทำ กิจกรรมปฏิบัติการ ใบกิจกรรม ใบความรู้ และการ สืบค้นมาช่วยกันแก้ปัญหาจากสถานการณ์		40 นาที

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ (3PA)	กิจกรรมการเรียนรู้	องค์ประกอบ ความคิด สร้างสรรค์	เวลา ที่ใช้
	4.3 นักเรียนนำข้อมูลของแต่ละคนในกลุ่มมาช่วยกันคิดหาสาเหตุและวิธีการแก้ปัญหาจากสถานการณ์โดยออกแบบให้ได้หลากหลายแบบมากที่สุด พร้อมระบุถึงวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ 4.4 นักเรียนในกลุ่มช่วยกันตัดสินใจเลือกแบบที่ออกแบบมาและมีความแปลกใหม่ ไม่ซ้ำใคร พร้อมทั้งตั้งราคาทุน กลุ่มละ 1 ชิ้นงาน	- ความคิดคล่อง - ความคิด ละเอียดลออ - ความคิดริเริ่ม	
5. ชื่นนำเสนอ (Presentation; P)	5.1 ชั้นเรียนถูกจัดเป็นเวทีแถลงข่าวนักวิจัย พร้อมทั้งการนำเสนอผลงานการออกแบบที่ช่วยแก้ปัญหาในประเทศอินเดียได้ดีที่สุด นักเรียนแต่ละกลุ่มอยู่ประจำโต๊ะ พูดและนำเสนอสาเหตุที่วิเคราะห์ได้ และสิ่งประดิษฐ์ที่ออกแบบมาเพื่อป้องกันปัญหาของกลุ่มตนเอง พร้อมเสนอราคา อธิบายวิธีการใช้ข้อดีและคุณสมบัติที่เป็นจุดแก้ไขปัญหาที่ทำให้นักวิจัยยอมรับ กลุ่มละ 5 นาที 5.2 เปิดโอกาสให้เพื่อนในห้องเรียนได้ซักถาม 5.3 นักเรียนแต่ละคนแสดงความคิดเห็นโดยเขียนใส่ลงในใบกิจกรรมที่ 2.4 ประสานพลังคิด	- ความคิดคล่อง - ความคิด ละเอียดลออ - ความคิดริเริ่ม - ความคิด ยืดหยุ่น	40 นาที
6. ชื่นประเมิน และปรับปรุง (Adjust; A)	6.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มอ่านข้อเสนอแนะและสรุปเป็นประเด็นของกลุ่มตนเอง ดังต่อไปนี้ 1) ข้อดีหรือจุดขายของสิ่งประดิษฐ์ที่ลูกค้าชื่นชอบ 2) ข้อเสียหรือสิ่งที่ควรปรับปรุงสิ่งประดิษฐ์ 3) แนวทางในการพัฒนาสิ่งประดิษฐ์ให้ดีขึ้น และนำผลงานไปปรับปรุงแก้ไข 6.2 ครูและนักเรียนอภิปรายร่วมกันถึงสิ่งที่ได้เรียนรู้จากกิจกรรมในหน่วยการเรียนรู้ ดังต่อไปนี้ 1) ข้อความรู้นักเรียนได้รับจากหน่วยการเรียนรู้ 2) ประโยชน์ที่ได้รับจากหน่วยการเรียนรู้	- ความคิด ละเอียดลออ	10 นาที

9. สื่อการเรียนการสอน

- 9.1 ใบกิจกรรมที่ 2.1 ฉันคือประจักษ์อะไร?
- 9.2 ใบกิจกรรมที่ 2.2 กฎของลอมบ์คิดให้เร็ว
- 9.3 ใบกิจกรรมที่ 2.3 เมื่อฉันเป็นนักวิจัย (กิจกรรมประเมินผลงานเชิงสร้างสรรค์)
- 9.4 ใบกิจกรรมที่ 2.4 ประสานพลังความคิด
- 9.5 ใบกิจกรรมปฏิบัติการที่ 2 การเหนี่ยวนำประจุไฟฟ้า
- 9.6 ใบความรู้ที่ 2 เรื่อง การเหนี่ยวนำไฟฟ้า แรงระหว่างประจุและกฎของคูลอมบ์
- 9.7 สื่อ PowerPoint
- 9.8 วิดีทัศน์ เรื่อง เกิดปรากฏการณ์ธรรมชาติฟ้าผ่าหลายจุดในประเทศอินเดีย ของสำนักข่าวช่อง TNN เข้าถึงได้จาก <https://www.youtube.com/watch?v=ZSxmR4ZzhGA&t=64s>
- 9.9 แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม

10. การประเมินผลการเรียนรู้

สิ่งที่ต้องการวัดประเมิน	วิธีการประเมิน	เครื่องมือที่ใช้	เกณฑ์
ด้านความรู้			
1. นักเรียนสามารถสืบค้นข้อมูลและอธิบายการเหนี่ยวนำไฟฟ้า แรงระหว่างประจุและกฎของคูลอมบ์ที่เกิดขึ้นได้	- การตรวจใบกิจกรรมที่ 2.1 ฉันคือประจักษ์อะไร?	- ใบกิจกรรมที่ 2.1 ฉันคือประจักษ์อะไร?	ระดับดีขึ้นไป
2. นักเรียนอธิบายและคำนวณแรงที่กระทำต่อกันระหว่างจุดประจุ ตามกฎของคูลอมบ์ได้	- การตรวจใบกิจกรรมที่ 2.2 กฎของลอมบ์คิดให้เร็ว	- ใบกิจกรรมที่ 2.2 กฎของลอมบ์คิดให้เร็ว	ระดับดีขึ้นไป
3. นักเรียนสามารถวิเคราะห์ผลงานของแต่ละกลุ่มนำเสนอได้	- การตรวจใบกิจกรรมที่ 2.3 ประสานพลังความคิด	- ใบกิจกรรมที่ 2.3 ประสานพลังความคิด	ระดับดีขึ้นไป
ด้านทักษะ กระบวนการ			
4. นักเรียนสามารถทำกิจกรรมเพื่อศึกษาชนิดของแรงระหว่างประจุไฟฟ้าและชนิดของประจุไฟฟ้าได้	- การตรวจใบกิจกรรมปฏิบัติการที่ 2 เรื่อง การเหนี่ยวนำไฟฟ้า	- ใบกิจกรรมปฏิบัติการที่ 2 เรื่อง การเหนี่ยวนำไฟฟ้า	ระดับดีขึ้นไป

สิ่งที่ต้องการวัดประเมิน	วิธีการประเมิน	เครื่องมือที่ใช้	เกณฑ์
5. นักเรียนสามารถออกแบบสิ่งประดิษฐ์จากหลักการปรากฏการณ์ทางธรรมชาติได้	- การตรวจใบกิจกรรมที่ 2.3 เมื่อฉันท่านเป็นนักวิจัย	- ใบกิจกรรมที่ 2.3 เมื่อฉันท่านเป็นนักวิจัย	ระดับดีขึ้นไป
6. นักเรียนสามารถนำเสนอผลงานที่ออกแบบขึ้นได้	- การเสนอใบกิจกรรมที่ 2.3 เมื่อฉันท่านเป็นนักวิจัย	- ใบกิจกรรมที่ 2.3 เมื่อฉันท่านเป็นนักวิจัย	ระดับดีขึ้นไป
ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์			
7 นักเรียนสามารถทำงานเป็นกลุ่มได้อย่างมีระบบ	- การประเมินแบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	- แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	ระดับดีขึ้นไป

11. บันทึกผลหลังจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ผลการจัดการเรียนรู้ไฟฟ้าสถิต เรื่อง การเหนี่ยวนำไฟฟ้า แรงระหว่างประจุและกฎของคูลอมบ์

บันทึกผลการสอน

.....

.....

งานที่มอบหมาย

.....

.....

ปัญหา/อุปสรรค

.....

.....

ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไข

.....

.....

ลงชื่อ..... ครูผู้สอน

(นางสาวสายรุ้ง ทองสูง)

/ /

แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม
(โดยครูผู้สอน)

ชื่อผู้ประเมิน ชั้น เลขที่

ชื่อกลุ่ม

คำชี้แจง ให้ผู้ประเมินสังเกตพฤติกรรมต่อไปนี้ และเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับคุณภาพตามเกณฑ์

ข้อ	พฤติกรรม	ระดับคะแนน			
		4	3	2	1
1	ความร่วมมือในการทำงาน				
2	ขั้นตอนการทำงาน				
3	การแสดงความคิดเห็น				
4	ความรับผิดชอบ				
5	ผลสำเร็จของงาน				

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

17 – 20 (ดีมาก)

13 – 16 (ดี)

9 – 12 (พอใช้)

4 – 8 (ควรปรับปรุง)

ลงชื่อ ผู้ประเมิน

(นางสาวสายรุ้ง ทองสูง)

วันที่/...../.....

แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม
(โดยสมาชิกภายในกลุ่ม)

ชื่อผู้ประเมิน ชั้น เลขที่

ชื่อกลุ่ม

- สมาชิก 1. ชื่อ ชั้น เลขที่
2. ชื่อ ชั้น เลขที่
3. ชื่อ ชั้น เลขที่
4. ชื่อ ชั้น เลขที่
5. ชื่อ ชั้น เลขที่
6. ชื่อ ชั้น เลขที่

คำชี้แจง ให้ผู้ประเมินสังเกตพฤติกรรมต่อไปนี้ของสมาชิกภายในกลุ่ม และเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับคุณภาพตามเกณฑ์ตามความเป็นจริง

- แสดงพฤติกรรมอย่างสม่ำเสมอ ให้ 4 คะแนน - แสดงพฤติกรรมบ่อยครั้ง ให้ 3 คะแนน
- แสดงพฤติกรรมเป็นบางครั้ง ให้ 2 คะแนน - แสดงพฤติกรรมน้อยครั้ง ให้ 1 คะแนน

ลำดับ ที่	ความร่วมมือ ในการทำงาน				ขั้นตอนการ ทำงาน				การแสดง ความคิดเห็น				ความ รับผิดชอบ				ชื่นชม ความสำเร็จ				รวม (20)
	4	3	2	1	4	3	2	1	4	3	2	1	4	3	2	1	4	3	2	1	
1																					
2																					
3																					
4																					
5																					
6																					

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

17 – 20 (ดีมาก)

13 – 16 (ดี)

9 – 12 (พอใช้)

4 – 8 (ควรปรับปรุง)

เกณฑ์การให้คะแนนแบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม

ระดับคะแนน ประเด็น การประเมิน	4	3	2	1
ความร่วมมือในการทำงาน	สมาชิกในกลุ่มทุกคนให้ความร่วมมือกันทำงานประสานงานกับสมาชิกภายในกลุ่มทุกคน	สมาชิกในกลุ่มทุกคนทำงานที่ได้รับมอบหมาย มีการประสานงานกับสมาชิกภายในกลุ่มบางคน	สมาชิกในกลุ่มทุกคนทำงานที่ได้รับมอบหมายแต่ยังขาดการประสานงานกับสมาชิกภายในกลุ่ม	สมาชิกในกลุ่มบางคนไม่ทำงานที่ได้รับมอบหมายขาดการประสานงานกับสมาชิกภายในกลุ่ม
ขั้นตอนการทำงาน	มีการกำหนดขั้นตอนการทำงานที่ชัดเจนผลงานที่ได้สมบูรณ์	มีการกำหนดขั้นตอนการทำงานค่อนข้างชัดเจน ผลงานที่ได้ค่อนข้างสมบูรณ์	มีการกำหนดขั้นตอนการทำงานไม่ชัดเจน ผลงานที่ได้ไม่ค่อยสมบูรณ์	ไม่มีการกำหนดขั้นตอนการทำงาน ผลงานที่ได้ไม่สมบูรณ์
การแสดงความคิดเห็น	สมาชิกทุกคนร่วมแสดงความคิดเห็น	สมาชิกส่วนใหญ่ร่วมแสดงความคิดเห็น	สมาชิกมากกว่าครึ่งร่วมกันแสดงความคิดเห็น	สมาชิกไม่ให้ความร่วมมือในการแสดงความคิดเห็น
ความรับผิดชอบ	สมาชิกทุกคนทำงานตามหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย งานเสร็จทันตามเวลาที่กำหนด	สมาชิกส่วนใหญ่ทำงานตามหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย งานเสร็จทันตามเวลาที่กำหนด	สมาชิกส่วนน้อยทำงานตามหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย งานเสร็จช้ากว่าเวลาที่กำหนดเล็กน้อย	สมาชิกส่วนใหญ่ไม่ทำงานตามหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย งานเสร็จช้ากว่ากำหนด
ผลสำเร็จของงาน	เกิดจากความร่วมมือของสมาชิกทุกคนในกลุ่ม	เกิดจากความร่วมมือของสมาชิกส่วนใหญ่ในกลุ่ม	เกิดจากความร่วมมือของสมาชิกส่วนน้อยในกลุ่ม	เกิดจากความร่วมมือของสมาชิก 1 - 2 คนในกลุ่มเท่านั้น



แบบประเมินใบกิจกรรมที่ 2.3

การประเมินการสร้างผลงานเชิงสร้างสรรค์ (รายบุคคล)

(โดยครูผู้สอน/ ครูผู้สอนวิทยาศาสตร์/ครูผู้สอนออกแบบและเทคโนโลยี)

ชื่อผู้ประเมิน.....

คำชี้แจง ให้ผู้ประเมินพิจารณารายการประเมิน แล้วให้คะแนนตามความเป็นจริง โดยทำเครื่องหมาย

✓ ลงในช่องคะแนน

เลขที่	กระบวนการคิด สร้างสรรค์ผลงาน					การนำเสนอผลงาน					ผลสำเร็จของชิ้นงาน					รวม	ระดับ คุณภาพ
	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1		

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน

13 – 15

10 – 12

7 – 9

4 – 6

0 – 3

ระดับคุณภาพ

ดีมาก

ดี

พอใช้

น้อย

น้อยมาก



แบบประเมินใบกิจกรรมที่ 2.3

การประเมินการสร้างผลงานเชิงสร้างสรรค์ (รายกลุ่ม)

(โดยครูผู้สอน/ ครูผู้สอนวิทยาศาสตร์/ครูผู้สอนออกแบบและเทคโนโลยี)

ชื่อผู้ประเมิน.....

คำชี้แจง ให้ผู้ประเมินพิจารณารายการประเมิน แล้วให้คะแนนตามความเป็นจริง โดยทำเครื่องหมาย

✓ ลงในช่องคะแนน

กลุ่ม ที่	กระบวนการคิด สร้างสรรค์ผลงาน					การนำเสนอผลงาน					ผลสำเร็จของชิ้นงาน					รวม	ระดับ คุณภาพ
	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1		

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน

13 – 15

10 – 12

7 – 9

4 – 6

0 – 3

ระดับคุณภาพ

ดีมาก

ดี

พอใช้

น้อย

น้อยมาก

เกณฑ์การประเมินการสร้างผลงานเชิงสร้างสรรค์

รายการประเมิน	ดีมาก (5)	ดี (4)	พอใช้ (3)	น้อย (2)	น้อยมาก (1)
1. กระบวนการคิดสร้างสรรค์ผลงาน					
	ผลงานมีกระบวนการสร้างสรรค์ผลงานครบทั้ง 5 ข้อ ดังนี้	ผลงานมีกระบวนการสร้างสรรค์ผลงาน 4 ใน 5 ข้อ ดังนี้	ผลงานมีกระบวนการสร้างสรรค์ผลงาน 3 ใน 5 ข้อ ดังนี้	ผลงานมีกระบวนการสร้างสรรค์ผลงาน 2 ใน 5 ข้อ ดังนี้	ผลงานมีกระบวนการสร้างสรรค์ผลงาน 1 ใน 5 ข้อ ดังนี้
1.1 ความคิดคล่อง	1. คิดผลงานสอดคล้องกับปรากฏการณ์ที่กำหนดให้ได้อย่างหลากหลาย	1. คิดผลงานสอดคล้องกับปรากฏการณ์ที่กำหนดให้ได้อย่างหลากหลาย	1. คิดผลงานสอดคล้องกับปรากฏการณ์ที่กำหนดให้ได้อย่างหลากหลาย	1. คิดผลงานสอดคล้องกับปรากฏการณ์ที่กำหนดให้ได้อย่างหลากหลาย	1. คิดผลงานสอดคล้องกับปรากฏการณ์ที่กำหนดให้ได้อย่างหลากหลาย
1.2 ความคิดยืดหยุ่น	2. คิดดัดแปลงสิ่งที่มีอยู่หรือนำสิ่งอื่นมาทดแทนสิ่งที่ขาดได้	2. คิดดัดแปลงสิ่งที่มีอยู่หรือนำสิ่งอื่นมาทดแทนสิ่งที่ขาดได้	2. คิดดัดแปลงสิ่งที่มีอยู่หรือนำสิ่งอื่นมาทดแทนสิ่งที่ขาดได้	2. คิดดัดแปลงสิ่งที่มีอยู่หรือนำสิ่งอื่นมาทดแทนสิ่งที่ขาดได้	2. คิดดัดแปลงสิ่งที่มีอยู่หรือนำสิ่งอื่นมาทดแทนสิ่งที่ขาดได้
1.3 ความคิดริเริ่ม	3. คิดสร้างผลงานไม่ซ้ำแบบกับผู้อื่น/แปลกใหม่/ไม่คัดลอกผลงานผู้อื่น	3. คิดสร้างผลงานไม่ซ้ำแบบกับผู้อื่น/แปลกใหม่/ไม่คัดลอกผลงานผู้อื่น	3. คิดสร้างผลงานไม่ซ้ำแบบกับผู้อื่น/แปลกใหม่/ไม่คัดลอกผลงานผู้อื่น	3. คิดสร้างผลงานไม่ซ้ำแบบกับผู้อื่น/แปลกใหม่/ไม่คัดลอกผลงานผู้อื่น	3. คิดสร้างผลงานไม่ซ้ำแบบกับผู้อื่น/แปลกใหม่/ไม่คัดลอกผลงานผู้อื่น
1.4 ความคิดละเอียดลออ	4. คิดออกแบบผลงานที่สอดคล้องเชื่อมโยงกับแนวคิดสเต็มศึกษา (STEAM)	4. คิดออกแบบผลงานที่สอดคล้องเชื่อมโยงกับแนวคิดสเต็มศึกษา (STEAM)	4. คิดออกแบบผลงานที่สอดคล้องเชื่อมโยงกับแนวคิดสเต็มศึกษา (STEAM)	4. คิดออกแบบผลงานที่สอดคล้องเชื่อมโยงกับแนวคิดสเต็มศึกษา (STEAM)	4. คิดออกแบบผลงานที่สอดคล้องเชื่อมโยงกับแนวคิดสเต็มศึกษา (STEAM)

เกณฑ์การประเมินการสร้างผลงานเชิงสร้างสรรค์ (ต่อ)

รายการประเมิน	ดีมาก (5)	ดี (4)	พอใช้ (3)	น้อย (2)	น้อยมาก (1)
2. การนำเสนอผลงาน					
2.1 ความคิดสร้างสรรค์	นักเรียนนำเสนอผลงานครบทั้ง 5 ข้อ ดังนี้ 1. ตอบคำถามได้ทั้งหมด	นักเรียนนำเสนอผลงานได้ 4 ใน 5 ข้อ ดังนี้ 1. ตอบคำถามได้ทั้งหมด	นักเรียนนำเสนอผลงานได้ 3 ใน 5 ข้อ ดังนี้ 1. ตอบคำถามได้ทั้งหมด	นักเรียนนำเสนอผลงานได้ 2 ใน 5 ข้อ ดังนี้ 1. ตอบคำถามได้ทั้งหมด	นักเรียนนำเสนอผลงานได้ 1 ใน 5 ข้อ ดังนี้ 1. ตอบคำถามได้ทั้งหมด
2.2 ความคิดยืดหยุ่น	2. สามารถพูดโน้มน้าวใจให้ผู้ฟังคล้อยตามได้	2. สามารถพูดโน้มน้าวใจให้ผู้ฟังคล้อยตามได้	2. สามารถพูดโน้มน้าวใจให้ผู้ฟังคล้อยตามได้	2. สามารถพูดโน้มน้าวใจให้ผู้ฟังคล้อยตามได้	2. สามารถพูดโน้มน้าวใจให้ผู้ฟังคล้อยตามได้
2.3 ความคิดริเริ่ม	3. มีรูปแบบการนำเสนอผลงานที่ดึงดูดความสนใจ	3. มีรูปแบบการนำเสนอผลงานที่ดึงดูดความสนใจ	3. มีรูปแบบการนำเสนอผลงานที่ดึงดูดความสนใจ	3. มีรูปแบบการนำเสนอผลงานที่ดึงดูดความสนใจ	3. มีรูปแบบการนำเสนอผลงานที่ดึงดูดความสนใจ
	4. บอกจุดเด่นและกำหนดราคาของผลงาน	4. บอกจุดเด่นและกำหนดราคาของผลงาน	4. บอกจุดเด่นและกำหนดราคาของผลงาน	4. บอกจุดเด่นและกำหนดราคาของผลงาน	4. บอกจุดเด่นและกำหนดราคาของผลงาน
2.4 ความคิดละเอียดลออ	5. อธิบายและสาธิตวิธีการใช้ผลงาน	5. อธิบายและสาธิตวิธีการใช้ผลงาน	5. อธิบายและสาธิตวิธีการใช้ผลงาน	5. อธิบายและสาธิตวิธีการใช้ผลงาน	5. อธิบายและสาธิตวิธีการใช้ผลงาน

เกณฑ์การประเมินการสร้างผลงานเชิงสร้างสรรค์ (ต่อ)

รายการประเมิน	ดีมาก (5)	ดี (4)	พอใช้ (3)	น้อย (2)	น้อยมาก (1)
3. ผลสำเร็จของชิ้นงาน					
3.1 ความคิดคล่อง	ผลงานมีคุณสมบัติ ครบทั้ง 5 ข้อ ดังนี้ 1. ผลงานสามารถในชีวิตประจำวันได้ หลากหลาย	ผลงานมีคุณสมบัติ 4 ใน 5 ข้อ ดังนี้ 1. ผลงานสามารถในชีวิตประจำวันได้ หลากหลาย	ผลงานมีคุณสมบัติ 3 ใน 5 ข้อ ดังนี้ 1. ผลงานสามารถในชีวิตประจำวันได้ หลากหลาย	ผลงานมีคุณสมบัติ 2 ใน 5 ข้อ ดังนี้ 1. ผลงานสามารถในชีวิตประจำวันได้ หลากหลาย	ผลงานมีคุณสมบัติ 1 ใน 5 ข้อ ดังนี้ 1. ผลงานสามารถในชีวิตประจำวันได้ หลากหลาย
3.2 ความคิดยืดหยุ่น	2. ผลงานสามารถใช้ได้จริงและนำไปต่อยอดได้หลากหลายด้าน	2. ผลงานสามารถใช้ได้จริงและนำไปต่อยอดได้หลากหลายด้าน	2. ผลงานสามารถใช้ได้จริงและนำไปต่อยอดได้ หลากหลายด้าน	2. ผลงานสามารถใช้ได้จริงและนำไปต่อยอดได้ หลากหลายด้าน	2. ผลงานสามารถใช้ได้จริงและนำไปต่อยอดได้ หลากหลายด้าน
	3. ผลงานมีต้นทุนต่ำสร้างจากสิ่งของเหลือใช้ หลากหลายประเภท	3. ผลงานมีต้นทุนต่ำสร้างจากสิ่งของเหลือใช้ หลากหลายประเภท	3. ผลงานมีต้นทุนต่ำสร้างจากสิ่งของเหลือใช้ หลากหลายประเภท	3. ผลงานมีต้นทุนต่ำสร้างจากสิ่งของเหลือใช้ หลากหลายประเภท	3. ผลงานมีต้นทุนต่ำสร้างจากสิ่งของเหลือใช้ หลากหลายประเภท
3.3 ความคิดริเริ่ม	4. ผลงานมีสีสันสวยงามดึงดูดความสนใจ แปลกใหม่ ไม่ซ้ำใคร	4. ผลงานมีสีสันสวยงามดึงดูดความสนใจ แปลกใหม่ ไม่ซ้ำใคร	4. ผลงานมีสีสันสวยงามดึงดูดความสนใจ แปลกใหม่ ไม่ซ้ำใคร	4. ผลงานมีสีสันสวยงามดึงดูดความสนใจ แปลกใหม่ ไม่ซ้ำใคร	4. ผลงานมีสีสันสวยงามดึงดูดความสนใจ แปลกใหม่ ไม่ซ้ำใคร
3.4 ความคิดละเอียดลออ	5. ผลงานมีการติดป้ายอธิบายขั้นตอนการใช้งาน	5. ผลงานมีการติดป้ายอธิบายขั้นตอนการใช้งาน	5. ผลงานมีการติดป้ายอธิบายขั้นตอนการใช้งาน	5. ผลงานมีการติดป้ายอธิบายขั้นตอนการใช้งาน	5. ผลงานมีการติดป้ายอธิบายขั้นตอนการใช้งาน

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ 13 – 15 ดีมาก 10 – 12 ดี 7 – 9 พอใช้ 4 – 6 น้อย 0 – 3 น้อยมาก



**แบบประเมินใบกิจกรรมที่ 2.4 ประสานพลังคิด
(โดยครูผู้สอน)**

ชื่อผู้ประเมิน.....นางสาวสายรุ้ง ทองสูง..... วันที่ประเมิน

คำชี้แจง ให้ผู้ประเมินพิจารณารายการประเมิน แล้วให้คะแนนตามความเป็นจริง โดยทำเครื่องหมาย

✓ ลงในช่องคะแนน

เลขที่	1. ข้อดีหรือจุดขาย ของสิ่งประดิษฐ์ที่ ลูกค้าชื่นชอบ				2. ข้อเสียหรือสิ่งที่ ควรปรับปรุง สิ่งประดิษฐ์				3. แนวทางในการ พัฒนาสิ่งประดิษฐ์ ให้ดีขึ้น				รวม	ระดับ คุณภาพ
	4	3	2	1	4	3	2	1	4	3	2	1		

แบบประเมิน ใบบัณฑิตที่ 2.3 ประสานพลังความคิด

ประเด็นการประเมิน	ระดับและเกณฑ์การให้คะแนน				
	ดีมาก (4 คะแนน)	ดี (3 คะแนน)	พอใช้ (2 คะแนน)	ควรปรับปรุง (1 คะแนน)	ต้องปรับปรุง (0 คะแนน)
1. ข้อดีหรือจุดขายของสิ่งประดิษฐ์ที่ลูกค้าชื่นชอบ	บอกจุดขายของกลุ่มเพื่อนได้มากกว่า 3 ประเด็น	บอกจุดขายของกลุ่มเพื่อน 3 ประเด็น	บอกจุดขายของกลุ่มเพื่อน 2 ประเด็น	บอกจุดขายของกลุ่มเพื่อน 1 ประเด็น	ไม่มีการบอกจุดขายของกลุ่มเพื่อน
2. ข้อเสียหรือสิ่งที่ควรปรับปรุงสิ่งประดิษฐ์	บอกข้อเสียของกลุ่มเพื่อนได้มากกว่า 3 ประเด็น	บอกข้อเสียของกลุ่มเพื่อน 3 ประเด็น	บอกข้อเสียของกลุ่มเพื่อน 2 ประเด็น	บอกข้อเสียของกลุ่มเพื่อน 1 ประเด็น	ไม่มีการบอกข้อเสียของกลุ่มเพื่อน
3. แนวทางในการพัฒนาสิ่งประดิษฐ์ให้ดีขึ้น	บอกแนวทางการพัฒนาของกลุ่มเพื่อนได้มากกว่า 3 แนวทาง	บอกแนวทางการพัฒนาของกลุ่มเพื่อน 3 แนวทาง	บอกแนวทางการพัฒนาของกลุ่มเพื่อน 2 แนวทาง	บอกแนวทางการพัฒนาของกลุ่มเพื่อน 1 แนวทาง	ไม่มีการบอกแนวทางในการพัฒนาของกลุ่มเพื่อน

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

คะแนน 10 – 12	ดีมาก
คะแนน 7 – 9	ดี
คะแนน 4 – 6	พอใช้
คะแนน 0 – 3	ควรปรับปรุง



ใบกิจกรรมที่ 2.3 เรื่อง เมื่อฉันเป็นนักวิจัย



ชื่อกลุ่ม

- สมาชิกกลุ่ม 1. ชื่อ - สกุล ชั้น เลขที่
2. ชื่อ - สกุล ชั้น เลขที่
3. ชื่อ - สกุล ชั้น เลขที่
4. ชื่อ - สกุล ชั้น เลขที่
5. ชื่อ - สกุล ชั้น เลขที่
6. ชื่อ - สกุล ชั้น เลขที่

กิจกรรม

จงอ่านสถานการณ์ดังต่อไปนี้และตอบคำถาม

"จากปรากฏการณ์ฟ้าผ่าในประเทศอินเดียเมื่อวันที่ 27 มิถุนายน ทำให้มีคนเสียชีวิตนับร้อยคน ซึ่งเป็นยอดผู้เสียชีวิตที่สูงที่สุดจากเหตุการณ์ฟ้าผ่าในประเทศ ถ้านักเรียนเป็นนักวิจัยที่ต้องหาสาเหตุการเกิดปัญหานี้พร้อมทั้งหาวิธีในการรับมือกับปัญหานี้โดยการออกแบบอุปกรณ์ที่จะช่วยให้ชาวอินเดียรอดพ้นและปลอดภัยจากฟ้าผ่าได้อย่างไร"



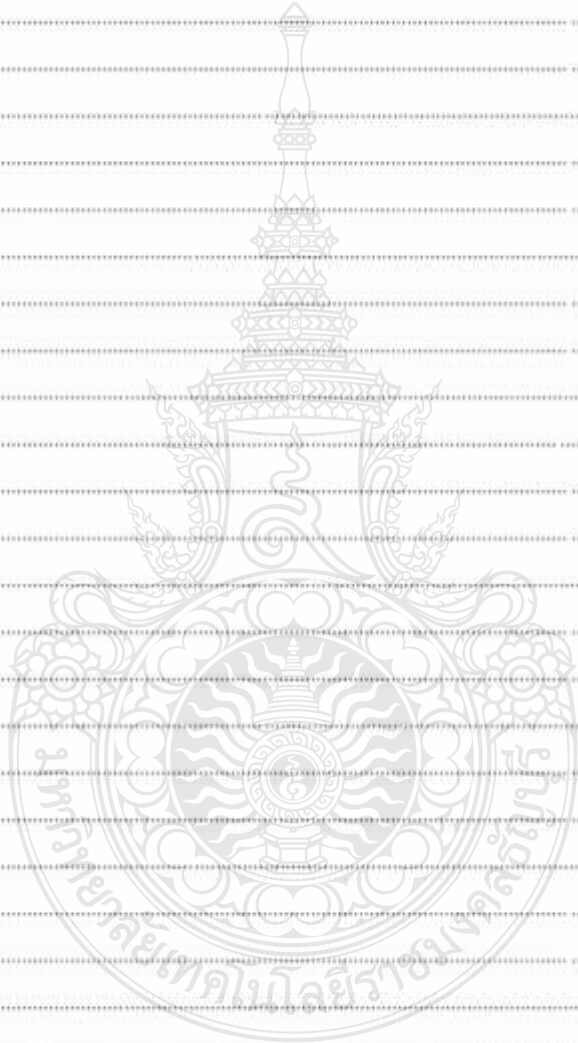
ประเทศอินเดีย



ที่มา: <https://www.youtube.com/watch?v=Z5xmR4ZshGk&t=64s>



สาเหตุที่ทำให้ประเทศอินเดียเกิดปรากฏการณ์ฟ้าผ่าอย่างรุนแรง





2

จงบอกสิ่งประติษฐ์ที่สามารถแก้ไขปัญหามรณการณที่ฆ่าอย่างรุนแรงให้ได้มากที่สุด

3

เลือกสิ่งประดิษฐ์ที่นักเรียนคิดไว้ มา 1 ชิ้น พร้อมทั้งออกแบบให้น่าสนใจมากที่สุด



ใบกิจกรรมที่ 2.3 เรื่อง เมื่อฉันเป็นนักวิจัย



4

เขียน อธิบายวิธีการใช้ ข้อดีและคุณสมบัติที่สามารถแก้ไขปัญหาลงในแผนภาพที่ให้นักวิจัยสนใจ พร้อมทั้งเสนอราคา

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

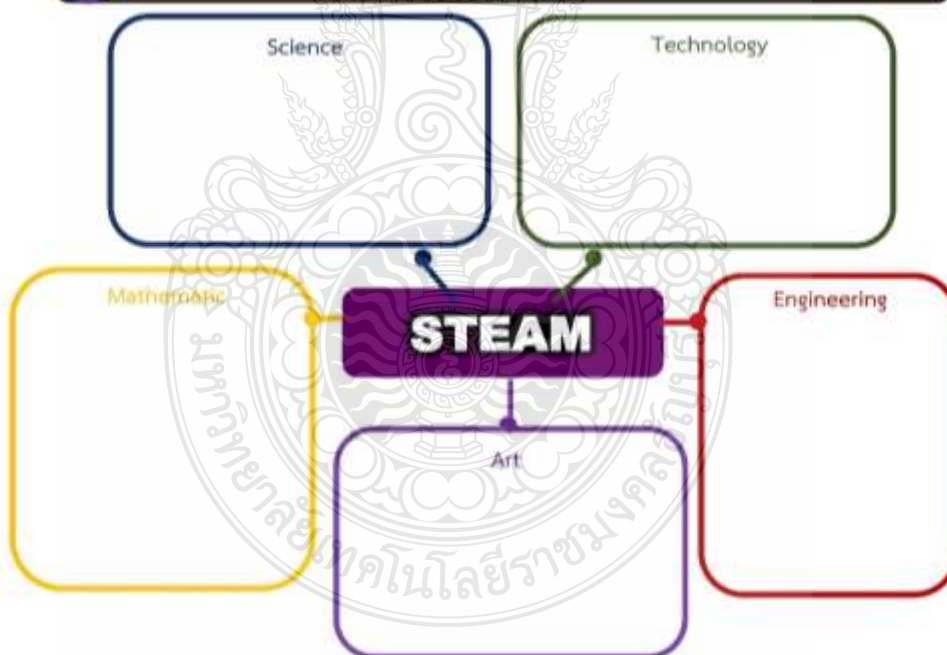
.....

.....

.....

5

ให้นักเรียนสรุปองค์ความรู้ที่ได้จากกิจกรรม เมื่อฉันเป็นวิศวกรลงในแผนภาพดังต่อไปนี้





ใบกิจกรรมที่ 2.4 ประสานพลังคิด



ชื่อ..... ชั้น..... เลขที่.....

กลุ่ม.....

คำชี้แจง

ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1

1) ข้อดีหรือจุดขายของสิ่งประดิษฐ์ที่ลูกค้าชื่นชอบ

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

2

2) ข้อเสียหรือสิ่งที่ควรปรับปรุงสิ่งประดิษฐ์

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

3

3) แนวทางในการพัฒนาสิ่งประดิษฐ์ให้ดีขึ้น

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



แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ฉบับก่อนเรียน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

คำชี้แจง

1. แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ฉบับนี้ เป็นแบบอัตนัย จำนวน 9 ข้อ
2. เวลาในการทำแต่ละข้อจะปรากฏด้านล่างของคำถาม ซึ่งแต่ละข้อจะมีเวลาในการทำไม่เท่ากัน เมื่อหมดเวลาให้นักเรียนส่งคืนกระดาษคำตอบส่งคืน และเตรียมทำข้อถัดไป
3. แบบทดสอบฉบับนี้วัดความคิดสร้างสรรค์ นักเรียนต้องพยายามคิดหาคำตอบที่แปลกใหม่ สอดคล้องกับปัญหา
4. นักเรียนจะได้คะแนนสูงเมื่อคำตอบของนักเรียนมีจำนวนมาก หลากหลายประเภท แปลกใหม่ ไม่ซ้ำกับผู้อื่นในห้องเรียน และมีการอธิบายรายละเอียดของคำตอบ
5. โปรดเขียนชื่อ - นามสกุล เลขที่ ลงในกระดาษคำตอบให้เรียบร้อยก่อนลงมือทำทุกครั้ง
6. ไม่อนุญาตให้ใช้เครื่องมือสื่อสารใด ๆ ทุกชนิด
7. หากกระดาษคำตอบไม่พอสามารถขอเพิ่มได้



ชื่อ ชั้น เลขที่

ข้อ 1 จงระบุแนวทางในการนำความรู้ฟิสิกส์ไปใช้ประโยชน์พร้อมทั้งเหตุผลประกอบให้ได้จำนวนข้อมากที่สุด

(4 นาที: วัดความคิดคล่องเต็ม 4 คะแนน, ความคิดยืดหยุ่นเต็ม 4 คะแนน, ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์เต็ม 4 คะแนน และความคิดละเอียดลออเต็ม 4 คะแนน รวม 16 คะแนน)

1.
2.
3.
4.
5.
6.
7.
8.
9.
10.
11.
13.
14.
15.
16.
17.
18.
19.
20.

ชื่อ ชั้น เลขที่

ข้อ 2 ถ้าโลกนี้ไม่มีดวงอาทิตย์ จะส่งผลกระทบอย่างไร และให้เหตุผลประกอบให้ได้มากที่สุด
(4 นาที: วัดความคิดคล่องเต็ม 4 คะแนน, ความคิดยืดหยุ่นเต็ม 4 คะแนน, ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์เต็ม 4 คะแนน และความคิดละเอียดลออเต็ม 4 คะแนน รวม 16 คะแนน)

1.
2.
3.
4.
5.
6.
7.
8.
9.
10.
11.
13.
14.
15.
16.
17.
18.
19.
20.

ชื่อ ชั้น เลขที่

ข้อ 3 ในช่วงฝนตกมักจะเกิดปรากฏการณ์ทางธรรมชาติจากการถ่ายเทประจุ ไม่ว่าจะเป็นฟ้าผ่า ฟ้าแลบ ฟ้าร้อง แต่ที่อันตรายที่สุดคือฟ้าผ่า ถ้านักเรียนต้องทำงานท่ามกลางสายฝน ซึ่งมีเมฆครึ้ม จากสถานการณ์ข้างต้น นักเรียนจะเสนอแนวทางรับมือกับปัญหาฟ้าผ่านี้ได้อย่างไร จงตอบให้ได้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ (5 นาที: วัดความคิดคล่องเต็ม 4 คะแนน, ความคิดยืดหยุ่นเต็ม 4 คะแนน, ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์เต็ม 4 คะแนน และความคิดละเอียดลออเต็ม 4 คะแนน รวม 16 คะแนน)

1.
2.
3.
4.
5.
6.
7.
8.
9.
10.
11.
13.
14.
15.
16.
17.
18.
19.
20.

ชื่อ ชั้น เลขที่

ข้อ 4 ถ้านักเรียนเป็นวิศวกรออกแบบตึกเรียนวิทยาศาสตร์อัจฉริยะ โดยสามารถควบคุมและสั่งการแบบอัตโนมัติ จงวาดรูปพร้อมทั้งระบุชื่อส่วนต่าง ๆ หรือโซนภายในตึกให้ได้มากที่สุด (10 นาที: วัดความคิด คล่องเต็ม 4 คะแนน, ความคิดยืดหยุ่นเต็ม 4 คะแนน, ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์เต็ม 4 คะแนน และ ความคิดละเอียดลออเต็ม 4 คะแนน รวม 16 คะแนน)



ชื่อ ชั้น เลขที่

ข้อ 5 ปัจจุบันประเทศไทยกำลังประสบปัญหาการแพร่ระบาดของโรคติดเชื้อไวรัส COVID-19 โดยเฉพาะอย่างยิ่งสถานศึกษา ซึ่งเป็นสถานที่ที่นักเรียนมารวมตัวกันเป็นจำนวนมาก ถ้านักเรียนเป็นวิศวกร ออกแบบห้องเรียนของโรงเรียนให้ปลอดภัยจากโควิด - 19 นักเรียนจะออกแบบอย่างไร โดยวาดรูป พร้อมระบุโซนและส่วนต่าง ๆ พร้อมทั้งระบุรายละเอียดของโซนต่าง ๆ ว่าปลอดภัยอย่างไร ให้ได้มากที่สุด และบอกขั้นตอนการใช้ห้องเรียนที่นักเรียนออกแบบขึ้นมา พร้อมทั้งตั้งชื่อห้องเรียนให้น่าสนใจ (10 นาที: วัดความคิดคล่องเต็ม 4 คะแนน, ความคิดยืดหยุ่นเต็ม 4 คะแนน, ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์เต็ม 4 คะแนน และความคิดละเอียดลออเต็ม 4 คะแนน รวม 16 คะแนน)



ชื่อ ชั้น เลขที่

ข้อ 6 มีรายงานว่าหมู่บ้านแห่งหนึ่งตั้งอยู่ใกล้โรงงานขยะบริเวณเชิงเขาที่มีการทำเหมืองแร่ และมีแม่น้ำไหลผ่าน เกิดโรคระบาดขึ้นโดยไม่ทราบสาเหตุ ถ้านักเรียนเป็นหนึ่งในทีมแพทย์ที่ได้ลงพื้นที่เพื่อตรวจสอบหาสาเหตุของโรคระบาดในครั้งนี้ นักเรียนจะเริ่มตรวจสอบอะไรบ้าง เพราะเหตุใด และตรวจสอบอย่างไร ตอบให้ได้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ (5 นาที: วัดความคิดคล่องเต็ม 4 คะแนน, ความคิดยืดหยุ่นเต็ม 4 คะแนน, ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์เต็ม 4 คะแนน และความคิดละเอียดลออเต็ม 4 คะแนน รวม 16 คะแนน)

1.
2.
3.
4.
5.
6.
7.
8.
9.
10.
11.
12.
13.
14.
15.
16.
17.
18.
19.

ชื่อ ชั้น เลขที่

ข้อ 7 ถ้านักเรียนมีแผงโซลาเซลล์ 1 แผง ดังรูป นักเรียนจะมีวิธีในการทำแผงโซลาเซลล์นี้ให้น่าสนใจใช้ประโยชน์ได้อย่างหลากหลายและและมีความสวยงามได้อย่างไรบ้าง ตอบให้ได้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ (5 นาที: วัดความคิดคล่องเต็ม 4 คะแนน, ความคิดยืดหยุ่นเต็ม 4 คะแนน, ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์เต็ม 4 คะแนน และความคิดละเอียดลออเต็ม 4 คะแนน รวม 16 คะแนน)



1.
2.
3.
4.
5.
6.
7.
8.
9.
10.
11.
12.
13.
14.
15.
16.
17.

ชื่อ ชั้น เลขที่

ข้อ 8 ในช่วงที่อากาศเย็น ตะเะอะไรเหมือนถูกไฟช็อตตลอด ไม่ว่าจะเดินห้าง จับราวบันได เปิดประตู หรือแม้กระทั่งแตะเพื่อน จนได้ฉายาว่า “มนุษย์ไฟฟ้า” จากสถานการณ์ข้างต้น นักเรียนจะเสนอแนวทางรับมือกับปัญหาไฟฟ้าสถิตในอากาศเย็นนี้อย่างไร จงตอบให้ได้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ (5 นาที: วัดความคิดคล่องเต็ม 4 คะแนน, ความคิดยืดหยุ่นเต็ม 4 คะแนน, ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์เต็ม 4 คะแนน และความคิดละเอียดลออเต็ม 4 คะแนน รวม 16 คะแนน)

1.
2.
3.
4.
5.
6.
7.
8.
9.
10.
11.
12.
13.
14.
15.
16.
17.
18.
19.
20.

ชื่อ ชั้น เลขที่

ข้อ 9 ให้นักเรียนยกตัวอย่างเหตุการณ์ในชีวิตประจำวันที่เกี่ยวข้องกับผัสสาให้ได้มากที่สุด พร้อมทั้งอธิบายว่าเพราะเหตุใด (5 นาที: วัดความคิดคล่องเต็ม 4 คะแนน, ความคิดยืดหยุ่นเต็ม 4 คะแนน, ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์เต็ม 4 คะแนน และความคิดละเอียดลออเต็ม 4 คะแนน รวม 16 คะแนน)

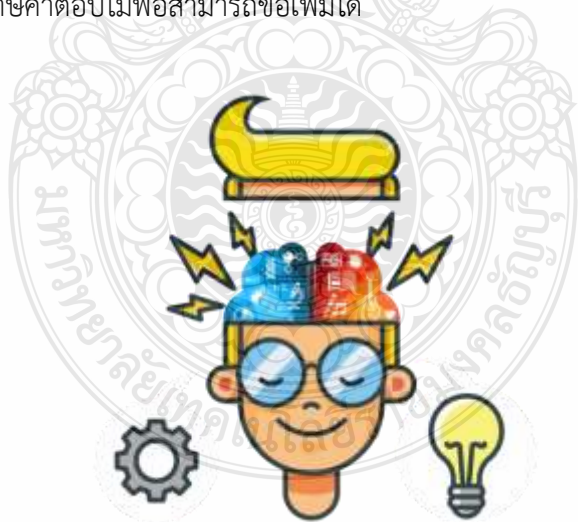
1.
2.
3.
4.
5.
6.
7.
8.
9.
10.
11.
12.
13.
14.
15.
16.
17.
18.
19.
20.



แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ฉบับหลังเรียน
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

คำชี้แจง

1. แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ฉบับนี้ เป็นแบบอัตนัย จำนวน 9 ข้อ
2. เวลาในการทำแต่ละข้อจะปรากฏด้านล่างของคำถาม ซึ่งแต่ละข้อจะมีเวลาในการทำไม่เท่ากัน เมื่อหมดเวลาให้นักเรียนส่งคืนกระดาษคำตอบส่งคืน และเตรียมทำข้อถัดไป
3. แบบทดสอบฉบับนี้วัดความคิดสร้างสรรค์ นักเรียนต้องพยายามคิดหาคำตอบที่แปลกใหม่ สอดคล้องกับปัญหา
4. นักเรียนจะได้คะแนนสูงเมื่อคำตอบของนักเรียนมีจำนวนมาก หลากหลายประเภท แปลกใหม่ ไม่ซ้ำกับผู้อื่นในห้องเรียน และมีการอธิบายรายละเอียดของคำตอบ
5. โปรดเขียนชื่อ - นามสกุล เลขที่ ลงในกระดาษคำตอบให้เรียบร้อยก่อนลงมือทำทุกครั้ง
6. ไม่อนุญาตให้ใช้เครื่องมือสื่อสารใด ๆ ทุกชนิด
7. หากกระดาษคำตอบไม่พอสามารถขอเพิ่มได้



ชื่อ ชั้น เลขที่

ข้อ 1 จงระบุแนวทางในการนำความรู้เรื่องไฟฟ้าสถิตไปใช้ประโยชน์พร้อมทั้งเหตุผลประกอบให้ได้
จำนวนข้อมากที่สุด (4 นาที: วัดความคิดคล่องเต็ม 4 คะแนน, ความคิดยืดหยุ่นเต็ม 4 คะแนน, ความคิด
ริเริ่มสร้างสรรค์เต็ม 4 คะแนน และความคิดละเอียดลออเต็ม 4 คะแนน รวม 16 คะแนน)

1.
2.
3.
4.
5.
6.
7.
8.
9.
10.
11.
12.
13.
14.
15.
16.
17.
18.
19.
20.

ชื่อ ชั้น เลขที่

ข้อ 2 ถ้าโลกนี้ไม่มีดวงจันทร์ จะส่งผลกระทบอย่างไร และให้เหตุผลประกอบให้ได้มากที่สุด

(4 นาที: วัดความคิดคล่องเต็ม 4 คะแนน, ความคิดยืดหยุ่นเต็ม 4 คะแนน, ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์เต็ม 4 คะแนน และความคิดละเอียดลออเต็ม 4 คะแนน รวม 16 คะแนน)

1.
2.
3.
4.
5.
6.
7.
8.
9.
10.
11.
12.
13.
14.
15.
16.
17.
18.
19.
20.

ชื่อ ชั้น เลขที่

ข้อ 3 ในช่วงฝนตกมักจะเกิดปรากฏการณ์ทางธรรมชาติจากการถ่ายเทประจุ ไม่ว่าจะเป็นฟ้าผ่า ฟ้าแลบ ฟ้าร้อง แต่ที่อันตรายที่สุดคือฟ้าผ่า ถ้านักเรียนต้องทำงานท่ามกลางสายฝน ซึ่งมีเมฆครึ้ม จากสถานการณ์ข้างต้น นักเรียนจะเสนอแนวทางรับมือกับปัญหาฟ้าผ่านี้ได้อย่างไร จงตอบให้ได้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ (4 นาที: วัดความคิดคล่องเต็ม 4 คะแนน, ความคิดยืดหยุ่นเต็ม 4 คะแนน, ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์เต็ม 4 คะแนน และความคิดละเอียดลออเต็ม 4 คะแนน รวม 16 คะแนน)

1.
2.
3.
4.
5.
6.
7.
8.
9.
10.
11.
12.
13.
14.
15.
16.
17.
18.
19.
20.

ชื่อ ชั้น เลขที่

ข้อ 4 ถ้านักเรียนได้รับมอบหมายให้ออกแบบบ้านอัจฉริยะ หรือ Smart Home โดยสามารถควบคุมและสั่งการอัตโนมัติ พร้อมทั้งตรวจสอบอุปกรณ์ต่าง ๆ ขณะเมื่ออยู่นอกบ้าน จงวาดรูปพร้อมทั้งระบุชื่อส่วนต่าง ๆ หรือโซนภายในบ้านให้ได้มากที่สุด (10 นาที: วัดความคิดคล่องเต็ม 4 คะแนน, ความคิดยืดหยุ่นเต็ม 4 คะแนน, ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์เต็ม 4 คะแนน และความคิดละเอียดลออเต็ม 4 คะแนน รวม 16 คะแนน)



ชื่อ ชั้น เลขที่

ข้อ 5 ปัจจุบันประเทศไทยกำลังประสบปัญหาการแพร่ระบาดของโรคติดเชื้อไวรัส COVID-19 โดยเฉพาะอย่างยิ่งสถานศึกษา ซึ่งเป็นสถานที่ที่มีนักเรียนมารวมตัวกันเป็นจำนวนมาก ถ้านักเรียนเป็นวิศวกรออกแบบโรงอาหารของโรงเรียนให้ปลอดภัยจากโควิด – 19 นักเรียนจะออกแบบอย่างไร โดยวาดรูปพร้อมระบุโซนและส่วนต่าง ๆ พร้อมทั้งระบุรายละเอียดของโซนต่าง ๆ ว่าปลอดภัยอย่างไร ให้ได้มากที่สุด และบอกขั้นตอนการใช้โรงอาหารที่นักเรียนออกแบบขึ้นมา พร้อมทั้งตั้งชื่อโรงอาหารให้น่าสนใจ (10 นาที: วัดความคิดคล่องเต็ม 4 คะแนน, ความคิดยืดหยุ่นเต็ม 4 คะแนน, ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์เต็ม 4 คะแนน และความคิดละเอียดลออเต็ม 4 คะแนน รวม 16 คะแนน)



ชื่อ ชั้น เลขที่

ข้อ 6 มีรายงานว่าหมู่บ้านแห่งหนึ่งตั้งอยู่ใกล้บริเวณป่าดิบชื้น มีแม่น้ำไหลผ่าน ใกล้แท่นขุดเจาะน้ำมัน เกิดโรคระบาดขึ้นโดยไม่ทราบสาเหตุ ถ้านักเรียนเป็นหนึ่งในทีมแพทย์ที่ได้ลงพื้นที่เพื่อตรวจสอบหาสาเหตุของโรคระบาดในครั้งนี้ นักเรียนจะเริ่มตรวจสอบอะไรบ้าง เพราะเหตุใด และตรวจสอบอย่างไร
ตอบให้ได้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ (5 นาที: วัดความคิดคล่องเต็ม 4 คะแนน, ความคิดยืดหยุ่นเต็ม 4
คะแนน, ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์เต็ม 4 คะแนน และความคิดละเอียดลออเต็ม 4 คะแนน รวม 16
คะแนน)

1.
2.
3.
4.
5.
6.
7.
8.
9.
10.
11.
12.
13.
14.
15.
16.
17.
18.
19.
20.

ชื่อ ชั้น เลขที่

ข้อ 7 ถ้านักเรียนมีหลอดไฟ 1 หลอด ดังรูป นักเรียนจะมีวิธีในการทำหลอดไฟนี้ให้น่าสนใจ ใช้ประโยชน์ได้อย่างหลากหลายและและมีความสวยงามได้อย่างไรบ้าง ตอบให้ได้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ (4 นาที: วัดความคิดคล่องเต็ม 4 คะแนน, ความคิดยืดหยุ่นเต็ม 4 คะแนน, ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์เต็ม 4 คะแนน และความคิดละเอียดลออเต็ม 4 คะแนน รวม 16 คะแนน)



1.
2.
3.
4.
5.
6.
7.
8.
9.
10.
11.
12.
13.
14.
15.
16.
17.

ชื่อ ชั้น เลขที่

ข้อ 8 สมมติว่า ถ้านักเรียนนั่งไหม้แมชชีนย้อนกลับไปในอดีตแล้วพบว่าไม่มีนักฟิสิกส์บนโลกใบนี้ จะเกิดผลกระทบอย่างไรบ้างต่อโลกของเราในปัจจุบัน พร้อมทั้งให้เหตุผลประกอบให้ได้มากที่สุด (4 นาที: วัดความคิดคล่องเต็ม 4 คะแนน, ความคิดยืดหยุ่นเต็ม 4 คะแนน, ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์เต็ม 4 คะแนน และความคิดละเอียดลออเต็ม 4 คะแนน รวม 16 คะแนน)

1.
2.
3.
4.
5.
6.
7.
8.
9.
10.
11.
12.
13.
14.
15.
16.
17.
18.
19.
20.

ชื่อ ชั้น เลขที่

ข้อ 9 ให้นักเรียนยกตัวอย่างเหตุการณ์ในชีวิตประจำวันที่เกี่ยวข้องกับไฟฟ้าสถิตมาให้ได้มากที่สุด พร้อม
ทั้งอธิบายว่าเพราะเหตุใด (4 นาที: วัดความคิดคล่องเต็ม 4 คะแนน, ความคิดยืดหยุ่นเต็ม 4 คะแนน,
ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์เต็ม 4 คะแนน และความคิดละเอียดลออเต็ม 4 คะแนน รวม 16 คะแนน)

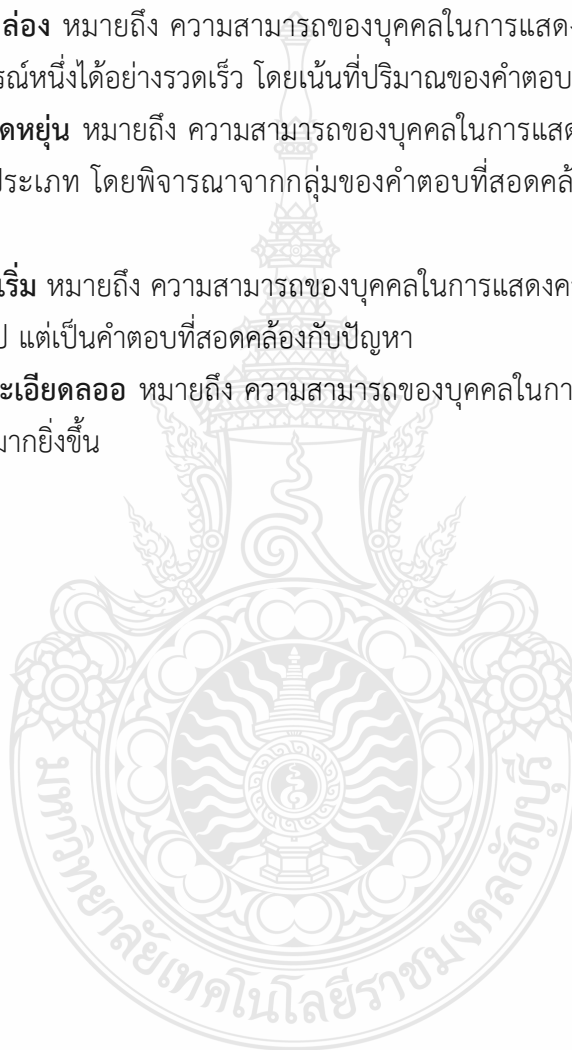
1.
2.
3.
4.
5.
6.
7.
8.
9.
10.
11.
12.
13.
14.
15.
16.
17.
18.
19.
20.

คู่มือการตรวจให้คะแนนแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เป็นความสามารถในการคิดและพฤติกรรมที่แสดงออกผ่านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยความคิดนั้นจะต้องเป็นประโยชน์หรือสามารถนำไปใช้แก้ปัญหาหนึ่ง ๆ ได้

องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย

1. **ความคิดคล่อง** หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการแสดงปริมาณความคิดในเรื่องใดเรื่องหนึ่งหรือสถานการณ์หนึ่งได้อย่างรวดเร็ว โดยเน้นที่ปริมาณของคำตอบที่สอดคล้องกับปัญหา
2. **ความคิดยืดหยุ่น** หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการแสดงความคิดแล้วจัดจำแนกได้หลากหลายกลุ่มหรือประเภท โดยพิจารณาจากกลุ่มของคำตอบที่สอดคล้องกับปัญหา ไม่ว่าจะซ้ำกับผู้อื่นหรือไม่ก็ตาม
3. **ความคิดริเริ่ม** หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการแสดงความคิดที่แปลกใหม่โดยไม่ซ้ำกับความคิดที่มีอยู่ทั่วไป แต่เป็นคำตอบที่สอดคล้องกับปัญหา
4. **ความคิดละเอียดลออ** หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการขยายความ เสริมสิ่งต่าง ๆ ให้สมบูรณ์หรือชัดเจนมากยิ่งขึ้น



เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

องค์ประกอบของ ความคิด สร้างสรรค์	ดีมาก (5)	ดี (4)	พอใช้ (3)	น้อย (2)	น้อยมาก (1)	ต้องปรับปรุง (0)
1. ความคิดคล่อง	คิดคำตอบที่ สอดคล้องกับ ปัญหาได้ ตั้งแต่ 9 คำตอบขึ้นไป โดยไม่คำนึงว่า คำตอบจะซ้ำกับ ผู้อื่นในห้องเรียน หรือไม่	คิดคำตอบที่ สอดคล้องกับ ปัญหาได้ 7 – 8 คำตอบ โดยไม่ คำนึงว่าคำตอบ จะซ้ำกับผู้อื่นใน ห้องเรียนหรือไม่	คิดคำตอบที่ สอดคล้องกับ ปัญหาได้ 5 – 6 คำตอบ โดยไม่ คำนึงว่าคำตอบ จะซ้ำกับผู้อื่นใน ห้องเรียนหรือไม่	คิดคำตอบที่ สอดคล้องกับ ปัญหาได้ 3 – 4 คำตอบ โดยไม่ คำนึงว่าคำตอบ จะซ้ำกับผู้อื่นใน ห้องเรียนหรือไม่	คิดคำตอบที่ สอดคล้องกับ ปัญหาได้ 1 – 2 คำตอบ โดยไม่ คำนึงว่าคำตอบ จะซ้ำกับผู้อื่นใน ห้องเรียนหรือไม่	- ไม่เขียนคำตอบ เลย - คำตอบไม่ สอดคล้องกับ ปัญหา
2. ความคิด ยืดหยุ่น	จัดกลุ่มของคำตอบ ที่สอดคล้องกับ ปัญหาได้ ตั้งแต่ 5 กลุ่มขึ้นไป โดยไม่ คำนึงว่าคำตอบ จะซ้ำกับผู้อื่นใน ห้องเรียนหรือไม่	จัดกลุ่มของคำตอบ ที่สอดคล้องกับ ปัญหาได้ 4 กลุ่ม โดยไม่คำนึงว่า คำตอบจะซ้ำกับ ผู้อื่นในห้องเรียน หรือไม่	จัดกลุ่มของคำตอบ ที่สอดคล้องกับ ปัญหาได้ 3 กลุ่ม โดยไม่คำนึงว่า คำตอบจะซ้ำกับ ผู้อื่นในห้องเรียน หรือไม่	จัดกลุ่มของคำตอบ ที่สอดคล้องกับ ปัญหาได้ 2 กลุ่ม โดยไม่คำนึงว่า คำตอบจะซ้ำกับ ผู้อื่นในห้องเรียน หรือไม่	จัดกลุ่มของคำตอบ ที่สอดคล้องกับ ปัญหาได้ 1 กลุ่ม โดยไม่คำนึงว่า คำตอบจะซ้ำกับ ผู้อื่นในห้องเรียน หรือไม่	- ไม่เขียนคำตอบ เลย - คำตอบไม่ สอดคล้องกับ ปัญหา

เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ (ต่อ)

องค์ประกอบของ ความคิด สร้างสรรค์	ดีมาก (5)	ดี (4)	พอใช้ (3)	น้อย (2)	น้อยมาก (1)	ต้องปรับปรุง (0)
3. ความคิดริเริ่ม	ความถี่ของคำตอบ ที่สอดคล้องกับ ปัญหา ร้อยละ 0 ของคำตอบของ นักเรียนทั้งห้อง	ความถี่ของคำตอบ ที่สอดคล้องกับ ปัญหา ร้อยละ 1.01 – 2.00 ของคำตอบของ นักเรียนทั้งห้อง	ความถี่ของคำตอบ ที่สอดคล้องกับ ปัญหา ร้อยละ 2.01 – 3.00 ของคำตอบของ นักเรียนทั้งห้อง	ความถี่ของคำตอบ ที่สอดคล้องกับ ปัญหา ร้อยละ 3.01 – 4.00 ของคำตอบของ นักเรียนทั้งห้อง	ความถี่ของคำตอบ ที่สอดคล้องกับ ปัญหา ร้อยละ 4.01 – 5.00 ของคำตอบของ นักเรียนทั้งห้อง	ความถี่ของคำตอบ ที่สอดคล้องกับ ปัญหามากกว่า ร้อยละ 5.00 ของ คำตอบของ นักเรียนทั้งห้อง ขึ้นไป
4. ความคิด ละเอียดลออ	ขยายรายละเอียด ของคำตอบที่ สอดคล้องกับ ปัญหาร้อยละ 100 ของคำตอบของ นักเรียนไม่ว่า คำตอบจะซ้ำกับ ผู้อื่นในห้องเรียน หรือไม่	ขยายรายละเอียด ของคำตอบที่ สอดคล้องกับ ปัญหาร้อยละ 75.01 – 99.99 ของคำตอบของ นักเรียนไม่ว่าจะซ้ำ กับผู้อื่นใน ห้องเรียนหรือไม่	ขยายรายละเอียด ของคำตอบที่ สอดคล้องกับ ปัญหาร้อยละ 50.01 – 75.00 ของคำตอบของ นักเรียนไม่ว่าจะซ้ำ กับผู้อื่นใน ห้องเรียนหรือไม่	ขยายรายละเอียด ของคำตอบที่ สอดคล้องกับ ปัญหาร้อยละ 25.01 – 50.00 ของคำตอบของ นักเรียนไม่ว่าจะซ้ำ กับผู้อื่นใน ห้องเรียนหรือไม่	ขยายรายละเอียด ของคำตอบที่ สอดคล้องกับ ปัญหาค่ากว่าร้อยละ 25 ของคำตอบ ของนักเรียน ไม่ว่า จะซ้ำกับผู้อื่นใน ห้องเรียนหรือไม่	ไม่เขียน รายละเอียดเลย

ตัวอย่างการให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

โจทย์ข้อ 3 ในช่วงที่อากาศเย็น แต่อะไรเหมือนถูกไฟช็อตตลอด ไม่ว่าจะเดินห้าง จับราวบันได เปิดประตู หรือแม้กระทั่งแตะเพื่อน จนได้ฉายาว่า “มนุษย์ไฟฟ้า” จากสถานการณ์ข้างต้น นักเรียนจะเสนอแนวทางรับมือกับปัญหาไฟฟ้าสถิตในอากาศเย็นนี้อย่างไร จงตอบให้ได้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ (4 นาที: วัตถุประสงค์เบื้องต้น 4 คะแนน, ความคิดยืดหยุ่นเบื้องต้น 4 คะแนน, ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์เบื้องต้น 4 คะแนน และความคิดละเอียดลออเบื้องต้น 4 คะแนน รวม 16 คะแนน)

1. การให้คะแนนความคิดคล่อง

- 1.1 พิจารณาคำตอบที่สอดคล้องกับปัญหา
- 1.2 นับจำนวนคำตอบที่สอดคล้องกับปัญหา โดยไม่คำนึงว่าจะซ้ำกับผู้อื่นหรือไม่

ตัวอย่างคำตอบ

- 1) ทาโลชั่นบำรุงผิว เพื่อป้องกันไม่ให้ผิวแห้ง
- 2) ดื่มน้ำมาก ๆ
- 3) พรมน้ำใส่เสื้อเล็กน้อย เพื่อเพิ่มความชื้นให้กับเสื้อ
- 4) ใส่รองเท้าพื้นยาง เพื่อลดการไหลของประจุไฟฟ้า
- 5) ใช้สิ่งของที่เป็นโลหะแตะที่ประตูก่อนจับ เพื่อถ่ายเทประจุ
- 6) ใส่ผ้าฝ้าย เพราะผ้าใยสังเคราะห์หรือผ้าขนสัตว์ตัวนำไฟฟ้าได้ง่าย
- 7) ใส่ถุงเท้าคอตตอน
- 8) ปลุกต้นไม้ในห้อง
- 9) ไม่ควรใช้ผ้าคลุมเตียง เพราะการเสียดสีระหว่างผ้าที่สวมใส่กับผ้าที่คลุมเตียงจะทำให้เกิดไฟฟ้าสถิต
- 10) ถือโลหะไว้ในมือเมื่ออยู่ห่างสรรพสินค้า เพื่อถ่ายโอนประจุจากตัวเราที่สะสมอยู่ภายในตัว แล้วจึงค่อยจับรถเข็น
- 11) จับกระจกหรือฉนวนก่อนออกจากรถ กระจกสามารถช่วยคายประจุไฟฟ้า
- 12) ใช้ศอก หรือเข้าหาบประตูตอนลง สามารถช่วยลดความเจ็บปวดจากไฟฟ้าสถิตได้
- 13) เพิ่มโซ่ไต้ทองรถ เพื่อเพิ่มสายดินให้กับรถ เกิดการถ่ายเทประจุไฟฟ้าลงสู่พื้นซึ่งจะช่วยให้เราไม่รู้สึกโดนดูดเวลาเรามีไฟฟ้าสถิต

คำตอบมีทั้งหมด 13 คำตอบ ดังนั้น นักเรียนคนนี้จะได้คะแนนความคิดคล่อง 4 คะแนน

2. การให้คะแนนความคิดยืดหยุ่น

- 2.1 พิจารณาคำตอบที่สอดคล้องกับปัญหา
- 2.2 นำคำตอบที่สอดคล้องกับปัญหา มาจัดกลุ่ม โดยไม่คำนึงว่าจะซ้ำกับผู้อื่นหรือไม่

ตัวอย่างคำตอบ

1) กลุ่มสุขภาพ

- (1) ทาโลชั่นบำรุงผิว เพื่อป้องกันไม่ให้ผิวแห้ง
- (2) ดื่มน้ำมาก ๆ

2) กลุ่มการแต่งกาย

- (1) พรมน้ำใส่เสื้อเล็กน้อย เพื่อเพิ่มความชื้นให้กับเสื้อ
- (2) ใส่รองเท้าพื้นยาง เพื่อลดการไถลของประจุไฟฟ้า
- (3) ใส่ผ้าฝ้าย เพราะผ้าใยสังเคราะห์หรือผ้าขนสัตว์ตัวนำไฟฟ้าได้ง่าย
- (4) ใส่ถุงเท้าคอตตอน

3) กลุ่มการจัดสถานที่

- (1) ปลุกต้นไม้ในห้อง
- (2) ไม่ควรใช้ผ้าคลุมเตียง เพราะการเสียดสีระหว่างผ้าที่สวมใส่กับผ้าที่คลุมเตียงจะทำให้เกิดไฟฟ้าสถิต

4) กลุ่มการใช้ฉนวนหรือตัวนำ

- (1) ใช้สิ่งของที่เป็นโลหะแตะที่ประตูก่อนจับ เพื่อถ่ายเทประจุ
- (2) ถือโลหะไว้ในมือเมื่ออยู่ห่างสรรพสินค้า เพื่อถ่ายโอนประจุจากตัวเราที่สะสมอยู่ภายในตัว แล้วจึงค่อยจับรถเข็น
- (3) จับกระจกหรือฉนวนก่อนออกจากรถ กระจกสามารถช่วยคายประจุไฟฟ้า
- (4) เพิ่มโซ่ใต้ท้องรถ เพื่อเพิ่มสายดินให้กับรถ เกิดการถ่ายเทประจุไฟฟ้าลงสู่พื้น ซึ่งจะช่วยให้เราไม่รู้สึกโดนดูดเวลาเรามีไฟฟ้าสถิต

5) กลุ่มการใช้อวัยวะร่างกาย

ใช้ศอก หรือเข้าทาบประตูตอนลง สามารถช่วยลดความเจ็บปวดจากไฟฟ้าสถิตได้ จะเห็นได้ว่า จัดกลุ่มได้ทั้งหมด 5 กลุ่ม ดังนั้น นักเรียนคนนี้จะได้คะแนนความคิดยืดหยุ่น 4 คะแนน

3. การให้คะแนนความคิดริเริ่ม

- 3.1 บันทึกคำตอบที่สอดคล้องกับปัญหา
- 3.2 หาความถี่ของคำตอบ จากคำตอบของนักเรียนทั้งห้อง
- 3.3 พิจารณาการให้คะแนนตามความถี่ ดังนี้

ความถี่ของคำตอบที่สอดคล้องกับปัญหามากกว่า ร้อยละ 5.00 ได้ 0 คะแนน
ความถี่ของคำตอบที่สอดคล้องกับปัญหา ร้อยละ 4.01 – 5.00 ได้ 1 คะแนน
ความถี่ของคำตอบที่สอดคล้องกับปัญหา ร้อยละ 3.01 – 4.00 ได้ 2 คะแนน
ความถี่ของคำตอบที่สอดคล้องกับปัญหา ร้อยละ 2.01 – 3.00 ได้ 3 คะแนน
ความถี่ของคำตอบที่สอดคล้องกับปัญหา ร้อยละ 1.01 – 2.00 ได้ 4 คะแนน
ความถี่ของคำตอบที่สอดคล้องกับปัญหา ร้อยละ 0 ได้ 5 คะแนน

ตัวอย่างคำตอบ

คำตอบข้อที่ 3 มีจำนวนทั้งหมด 200 คำตอบ

คำตอบ “ทาโลชั่นบำรุงผิว” มีความถี่เป็น 25 คำตอบ นำมาคิดเป็นร้อยละของคำตอบของนักเรียนทั้งหมดได้ $\frac{100}{200} \times 25 = 12.5$ ได้คะแนนความคิดริเริ่ม เท่ากับ 0 คะแนน

คำตอบ “ใส่รองเท้าพื้นยาง” มีความถี่เป็น 5 คำตอบ นำมาคิดเป็นร้อยละของคำตอบของนักเรียนทั้งหมดได้ $\frac{100}{200} \times 5 = 2.5$ ได้คะแนนความคิดริเริ่ม เท่ากับ 3 คะแนน

พิจารณาทุกคำตอบแล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย จาก $\frac{\text{ผลรวมคะแนนทั้งหมด}}{\text{จำนวนคำตอบ}}$

4. การให้คะแนนความคิดยืดหยุ่น

- 4.1 พิจารณาการขยายรายละเอียดของคำตอบที่สอดคล้องกับปัญหา
- 4.2 นับจำนวนคำตอบของนักเรียน โดยไม่คำนึงว่าจะซ้ำกับผู้อื่นหรือไม่
- 4.3 พิจารณาการให้คะแนนดังนี้

ไม่เขียนรายละเอียดเลย	ได้ 0 คะแนน
ขยายรายละเอียด ต่ำกว่าร้อยละ 25	ได้ 1 คะแนน
ขยายรายละเอียด ร้อยละ 25.01 – 50.00	ได้ 2 คะแนน
ขยายรายละเอียด ร้อยละ 50.01 – 75.00	ได้ 3 คะแนน
ขยายรายละเอียด ร้อยละ 75.01 – 99.99	ได้ 4 คะแนน
ขยายรายละเอียด ร้อยละ 100	ได้ 5 คะแนน

ตัวอย่างคำตอบ

- (1) ทาโลชั่นบำรุงผิว เพื่อป้องกันไม่ให้ผิวแห้ง
- (2) ดื่มน้ำมาก ๆ
- (3) พรมน้ำใส่เสื้อเล็กน้อย เพื่อเพิ่มความชื้นให้กับเสื้อ
- (4) ใส่รองเท้าพื้นยาง เพื่อลดการไหลของประจุไฟฟ้า
- (5) ใช้สิ่งของที่เป็นโลหะแตะที่ประตูก่อนจับ เพื่อถ่ายเทประจุ
- (6) ใส่ผ้าฝ้าย เพราะผ้าใยสังเคราะห์หรือผ้าขนสัตว์ตัวนำไฟฟ้าได้ง่าย
- (7) ใส่ถุงเท้าคอตตอน
- (8) ปลุกต้นไม้ในห้อง
- (9) ไม่ควรใช้ผ้าคลุมเตียง เพราะการเสียดสีระหว่างผ้าที่สวมใส่กับผ้าที่คลุมเตียงจะทำให้เกิดไฟฟ้าสถิต
- (10) ถือโลหะไว้บนมือเมื่ออยู่ห่างสรรพสินค้า เพื่อถ่ายโอนประจุจากตัวเราที่สะสมอยู่ภายในตัว แล้วจึงค่อยจับรถเข็น

(11) จับกระจกหรือฉนวนก่อนออกจากรถ กระจกสามารถช่วยคายประจุไฟฟ้า

(12) ใช้ศอก หรือเข่าทาบประตูตอนลงสามารถช่วยลดความเจ็บปวดจากไฟฟ้าสถิตได้

(13) เพิ่มโซ่ไต้ท้องรถ เพื่อเพิ่มสายดินให้กับรถ เกิดการถ่ายเทประจุไฟฟ้าลงสู่พื้นซึ่ง

จะช่วยให้เราไม่รู้สึกโดนดูดเวลาเรามีไฟฟ้าสถิต

คำตอบข้อที่ 3 มีจำนวนทั้งหมด 13 คำตอบ

มีการอธิบายขยายรายละเอียดของคำตอบทั้งหมด 10 คำตอบ ดังนั้น นำมาคิดเป็นร้อยละของคำตอบของนักเรียนทั้งหมดได้ $\frac{100}{13} \times 10 = 76.92$ ของคำตอบ ดังนั้นนักเรียนคนนี้ได้คะแนนความคิดละเอียดลออ 4 คะแนน



ภาคผนวก ค

แบบประเมินเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

- แบบประเมินความสอดคล้องแผนการจัดการเรียนรู้ รายวิชา ฟิสิกส์ 4
- แบบประเมินความสอดคล้องแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
- แบบประเมินความสอดคล้องความเป็นคู่ขนานกันของแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ฉบับก่อนเรียนและหลังเรียน

แบบประเมินความสอดคล้องแผนการจัดการเรียนรู้ รายวิชา ฟิสิกส์ 4

งานวิจัย เรื่อง การจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสเต็มศึกษากับปรากฏการณ์เป็นฐาน
เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

ผู้วิจัย นางสาวสายรุ้ง ทองสูง นักศึกษาปริญญาโท

สาขาวิชา การพัฒนาหลักสูตรและนวัตกรรมการสอน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ปรากฏการณ์ธรรมชาติของไฟฟ้าและประจุไฟฟ้า

คำชี้แจง ขอความกรุณาให้ท่านพิจารณา แผนการจัดการเรียนรู้ ปรากฏการณ์ธรรมชาติของไฟฟ้าและประจุไฟฟ้า และใส่ทำเครื่องหมาย ✓ ในช่องระดับคะแนนความสอดคล้อง ตามความคิดเห็นของท่านดังต่อไปนี้

- + 1 หมายถึง สอดคล้อง
0 หมายถึง ไม่แน่ใจ
- 1 หมายถึง ไม่สอดคล้อง

คำอธิบาย แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ปรากฏการณ์ธรรมชาติของไฟฟ้าและประจุไฟฟ้าเป็นส่วนหนึ่งของวิชาฟิสิกส์ 4 ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

รายการประเมิน	ระดับการประเมิน			ข้อเสนอแนะ
	+1	0	-1	
1. ด้านสาระสำคัญ				
1.1 ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้				
1.2 เหมาะสมกับผู้เรียน				
2. ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้				
2.1 สอดคล้องกับสาระสำคัญ				
2.2 ระบุพฤติกรรมที่ต้องการที่วัดด้านพุทธิพิสัย				
2.3 ระบุพฤติกรรมที่ต้องการที่วัดด้านทักษะพิสัย				
2.4 ระบุพฤติกรรมที่ต้องการที่วัดด้านจิตพิสัย				
3. ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน				
3.1 จัดกิจกรรมการเรียนการสอนได้ตรงตามวัตถุประสงค์				

รายการประเมิน	ระดับการประเมิน			ข้อเสนอแนะ
	+1	0	-1	
3. ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน (ต่อ)				
3.2 ระบุขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ครบตามขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ด้วยแนวคิด สเต็มศึกษาสถานปรางค์การณเป็นฐาน				
3.3 การดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนตรงตาม รูปแบบขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ด้วยแนวคิด สเต็มศึกษาสถานปรางค์การณเป็นฐาน				
3.4 ระยะเวลาที่กำหนดมีความเหมาะสมกับ กิจกรรมการเรียนการสอน				
4. ด้านสื่อและอุปกรณ์การเรียนรู้				
4.1 ลักษณะของสื่ออุปกรณ์มีความเหมาะสมกับ การจัดการเรียนรู้ด้วยแนวคิดสเต็มศึกษาสถานกับ ปรางค์การณเป็นฐาน				
4.2 สื่อและอุปกรณ์สามารถกระตุ้นความสนใจและ เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน				
4.3 สื่อและอุปกรณ์มีความทันสมัย				
5. ด้านการวัดและประเมินผลการเรียนรู้				
5.1 การวัดและประเมินผลเหมาะสมตรงตาม จุดประสงค์ของแผนการจัดการเรียนรู้				
5.2 รูปแบบการวัดผลประเมินผลมีความถูกต้อง และเหมาะสมกับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ด้วยแนวคิดสเต็มศึกษาสถานปรางค์การณเป็นฐาน				
5.3 การกำหนดเกณฑ์พิจารณาการวัดประเมินผล มีความเหมาะสมกับกับผู้เรียน				
6. ด้านการบันทึกหลังการจัดกิจกรรมการเรียน การสอน				
6.1 มีรูปแบบการบันทึกเข้าใจง่าย				
6.2 รูปแบบการบันทึกครอบคลุม ครบถ้วน				

รายการประเมิน	ระดับการประเมิน			ข้อเสนอแนะ
	+1	0	-1	
6.3 รูปแบบการบันทึกที่สามารถระบุปัญหา/ อุปสรรคที่พบ เพื่อใช้ในการพัฒนาการจัดกิจกรรม ในครั้งต่อไป				

ลงชื่อ.....ผู้เชี่ยวชาญ

(.....)

วันที่..... เดือน..... พ.ศ.....



แบบประเมินความสอดคล้องแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
งานวิจัยเรื่อง การจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสติศึกษาสานกับปรากฏการณ์เป็นฐาน
 เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6
ผู้วิจัย นางสาวสายรุ้ง ทองสูง นักศึกษาปริญญาโท
 สาขาวิชา การพัฒนาหลักสูตรและนวัตกรรมการสอน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

คำชี้แจง ขอความกรุณาให้ท่านพิจารณา แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และใส่เครื่องหมาย ✓ ในช่องระดับคะแนนความสอดคล้องตามความคิดเห็นของท่านดังต่อไปนี้

+ 1 หมายถึง สอดคล้อง 0 หมายถึง ไม่แน่ใจ - 1 หมายถึง ไม่สอดคล้อง

คำอธิบาย แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เป็นส่วนหนึ่งของวิชาฟิสิกส์ 5 ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ข้อ ที่	ความคิดสร้างสรรค์	ข้อความถาม	เวลา (นาที)	รายการประเมิน	ระดับการประเมิน			ข้อเสนอแนะ
					+1	0	-1	
1	1. ความคิดคล่อง 2. ความคิดยืดหยุ่น 3. ความคิดริเริ่ม 4. ความละเอียดลออ	จงระบุแนวทางในการนำความรู้ ฟิสิกส์ไปใช้ประโยชน์พร้อมทั้ง เหตุผลประกอบให้ได้จำนวนข้อ มากที่สุด	4	1. ข้อคำถามใช้ภาษาชัดเจน ตรงประเด็น				
				2. ข้อคำถามสอดคล้องกับประเภท ของความคิดสร้างสรรค์ที่ต้องการวัด				
				3. เวลาที่กำหนดในแต่ละข้อมีความ เหมาะสมกับความคิดสร้างสรรค์ที่ ต้องการวัด				
				4. ข้อคำถามครอบคลุมประเด็นที่ ต้องการวัด				

ข้อ ที่	ความคิดสร้างสรรค์	ข้อความถาม	เวลา (นาที)	รายการประเมิน	ระดับการประเมิน			ข้อเสนอแนะ
					+1	0	-1	
2	1. ความคิดคล่อง 2. ความคิดยืดหยุ่น 3. ความคิดริเริ่ม 4. ความคิด ละเอียดลออ	ถ้าโลกนี้ไม่มีดวงอาทิตย์ จะส่งผล กระทบอย่างไร และให้เหตุผล ประกอบให้ได้มากที่สุด	4	1. ข้อคำถามใช้ภาษาชัดเจน ตรงประเด็น				
				2. ข้อคำถามสอดคล้องกับประเภท ของความคิดสร้างสรรค์ที่ต้องการวัด				
				3. เวลาที่กำหนดในแต่ละข้อมีความ เหมาะสมกับความคิดสร้างสรรค์ที่ ต้องการวัด				
				4. ข้อคำถามครอบคลุมประเด็นที่ ต้องการวัด				
3	1. ความคิดคล่อง 2. ความคิดยืดหยุ่น 3. ความคิดริเริ่ม 4. ความคิด ละเอียดลออ	ในช่วงฝนตกมักจะเกิดปรากฏการณ์ ทางธรรมชาติจากการถ่ายเทประจุ ไม่ว่าจะเป็นฟ้าผ่า ฟ้าแลบ ฟ้าร้อง แต่ที่อันตรายที่สุดคือ ฟ้าผ่า ถ้า นักเรียนต้องทำงานท่ามกลางสาย ฝน ซึ่งมีเมฆครึ้ม จากสถานการณ์ ข้างต้น นักเรียนจะเสนอแนวทางรับ มือกับปัญหาฟ้าน้อย่างไร จงตอบ ให้ได้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ พร้อม ทั้งอธิบายเหตุผล	5	1. ข้อคำถามใช้ภาษาชัดเจน ตรงประเด็น				
				2. ข้อคำถามสอดคล้องกับประเภท ของความคิดสร้างสรรค์ที่ต้องการวัด				
				3. เวลาที่กำหนดในแต่ละข้อมีความ เหมาะสมกับความคิดสร้างสรรค์ที่ ต้องการวัด				
				4. ข้อคำถามครอบคลุมประเด็นที่ ต้องการวัด				

ข้อ ที่	ความคิดสร้างสรรค์	ข้อความถาม	เวลา (นาที)	รายการประเมิน	ระดับการประเมิน			ข้อเสนอแนะ
					+1	0	-1	
4	1. ความคิดคล่อง 2. ความคิดยืดหยุ่น 3. ความคิดริเริ่ม 4. ความคิด ละเอียดลออ	ถ้านักเรียนเป็นวิศวกรออกแบบ ตึกเรียนวิทยาศาสตร์อัจฉริยะ โดยสามารถควบคุมและสั่งการแบบ อัตโนมัติ จงวาดรูปพร้อมทั้งระบุชื่อ ส่วนต่างๆ หรือโซนภายในตึกให้ ได้มากที่สุด	10	1. ข้อคำถามใช้ภาษาชัดเจน ตรงประเด็น				
				2. ข้อคำถามสอดคล้องกับประเภท ของความคิดสร้างสรรค์ที่ต้องการวัด				
				3. เวลาที่กำหนดในแต่ละข้อมีความ เหมาะสมกับความคิดสร้างสรรค์ที่ ต้องการวัด				
				4. ข้อคำถามครอบคลุมประเด็นที่ ต้องการวัด				
5	1. ความคิดคล่อง 2. ความคิดยืดหยุ่น 3. ความคิดริเริ่ม 4. ความคิด ละเอียดลออ	ปัจจุบันประเทศไทยกำลังประสบ ปัญหาการแพร่ระบาดของโรคติดเชื้อ ไวรัส COVID-19 โดยเฉพาะอย่าง ยิ่งสถานศึกษา ซึ่งเป็นสถานที่ที่มี นักเรียนมารวมตัวกันเป็นจำนวน มาก ถ้านักเรียนเป็นวิศวกร ออกแบบห้องเรียนของโรงเรียนให้ ปลอดภัยจากโควิด-19 นักเรียนจะ ออกแบบอย่างไร โดยวาดรูปพร้อม ระบุโซนและส่วนต่างๆ พร้อมทั้ง ระบุรายละเอียดของโซนต่างๆ ว่า	5	1. ข้อคำถามใช้ภาษาชัดเจน ตรงประเด็น				
				2. ข้อคำถามสอดคล้องกับประเภท ของความคิดสร้างสรรค์ที่ต้องการวัด				
				3. เวลาที่กำหนดในแต่ละข้อมีความ เหมาะสมกับความคิดสร้างสรรค์ที่ ต้องการวัด				
				4. ข้อคำถามครอบคลุมประเด็นที่ ต้องการวัด				

ข้อ ที่	ความคิดสร้างสรรค์	ข้อความถาม	เวลา (นาที)	รายการประเมิน	ระดับการประเมิน			ข้อเสนอแนะ
					+1	0	-1	
		ปลอดภัย อย่างไร ให้ได้มากที่สุด และบอกขั้นตอนการใช้ห้องเรียนที่ นักเรียนออกแบบขึ้นมา พร้อมทั้งตั้ง ชื่อห้องเรียนให้น่าสนใจ						
6	1. ความคิดคล่อง 2. ความคิดยืดหยุ่น 3. ความคิดริเริ่ม 4. ความคิด ละเอียดลออ	มีรายงานว่าหมู่บ้านแห่งหนึ่งตั้งอยู่ ใกล้โรงงานขยะบริเวณเชิงเขาที่มี การทำเหมืองแร่ และมีแม่น้ำไหล ผ่าน เกิดโรคระบาดขึ้นโดยไม่ทราบ สาเหตุ ถ้านักเรียนเป็นหนึ่งในทีม แพทย์ที่ได้ลงพื้นที่เพื่อตรวจสอบหา สาเหตุของโรคระบาดในครั้งนี้ นักเรียนจะเริ่มตรวจสอบอะไรบ้าง เพราะเหตุใด และตรวจสอบอย่างไร ตอบให้ได้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้	5	1. ข้อคำถามใช้ภาษาชัดเจน ตรงประเด็น				
				2. ข้อคำถามสอดคล้องกับประเภท ของความคิดสร้างสรรค์ที่ต้องการวัด				
				3. เวลาที่กำหนดในแต่ละข้อมีความ เหมาะสมกับความคิดสร้างสรรค์ที่ ต้องการวัด				
				4. ข้อคำถามครอบคลุมประเด็นที่ ต้องการวัด				

ข้อ ที่	ความคิดสร้างสรรค์	ข้อคำถาม	เวลา (นาที)	รายการประเมิน	ระดับการประเมิน			ข้อเสนอแนะ
					+1	0	-1	
7	1. ความคิดคล่อง 2. ความคิดยืดหยุ่น 3. ความคิดริเริ่ม 4. ความคิด ละเอียดลออ	ถ้านักเรียนมีแผงโซลาเซลล์ 1 แผง ดังรูป นักเรียนจะมีวิธีในการทำ แผงโซลาเซลล์นี้ให้น่าสนใจใช้ ประโยชน์ได้อย่างหลากหลายและ และมีความสุขได้อย่างไรบ้าง ตอบให้ได้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้	4	1. ข้อคำถามใช้ภาษาชัดเจน ตรงประเด็น				
				2. ข้อคำถามสอดคล้องกับประเภท ของความคิดสร้างสรรค์ที่ต้องการวัด				
				3. เวลาที่กำหนดในแต่ละข้อมีความ เหมาะสมกับความคิดสร้างสรรค์ที่ ต้องการวัด				
				4. ข้อคำถามครอบคลุมประเด็นที่ ต้องการวัด				
8	1. ความคิดคล่อง 2. ความคิดยืดหยุ่น 3. ความคิดริเริ่ม 4. ความคิด ละเอียดลออ	สมมติว่า ถ้านักเรียนนั่งไหม้แมชชีน ย้อนกลับไปในอดีตแล้วพบว่าไม่มี นักวิทยาศาสตร์บนโลกใบนี้ จะ เกิดผลกระทบอย่างไรบ้างต่อโลก ของเราในปัจจุบัน พร้อมทั้งให้ เหตุผลประกอบให้ได้มากที่สุด	5	1. ข้อคำถามใช้ภาษาชัดเจน ตรงประเด็น				
				2. ข้อคำถามสอดคล้องกับประเภท ของความคิดสร้างสรรค์ที่ต้องการวัด				
				3. เวลาที่กำหนดในแต่ละข้อมีความ เหมาะสมกับความคิดสร้างสรรค์ที่ ต้องการวัด				
				4. ข้อคำถามครอบคลุมประเด็นที่ ต้องการวัด				

ข้อ ที่	ความคิดสร้างสรรค์	ข้อความถาม	เวลา (นาที)	รายการประเมิน	ระดับการประเมิน			ข้อเสนอแนะ
					+1	0	-1	
9	1. ความคิดคล่อง 2. ความคิดยืดหยุ่น 3. ความคิดริเริ่ม 4. ความคิด ละเอียดลออ	ให้นักเรียนยกตัวอย่างเหตุการณ์ในชีวิตประจำวันที่เกี่ยวข้องกับฟิสิกส์มาให้ได้มากที่สุด พร้อมทั้งอธิบายว่าเพราะเหตุใด	4	1. ข้อคำถามใช้ภาษาชัดเจนตรงประเด็น				
				2. ข้อคำถามสอดคล้องกับประเภทของความคิดสร้างสรรค์ที่ต้องการวัด				
				3. เวลาที่กำหนดในแต่ละข้อมีความเหมาะสมกับความคิดสร้างสรรค์ที่ต้องการวัด				
				4. ข้อคำถามครอบคลุมประเด็นที่ต้องการวัด				
10	1. ความคิดคล่อง 2. ความคิดยืดหยุ่น 3. ความคิดริเริ่ม 4. ความคิด ละเอียดลออ	จรรยาบรรณในการนำความรู้เรื่องไฟฟ้าสถิตไปใช้ประโยชน์ พร้อมทั้งเหตุผลประกอบให้ได้จำนวนข้อมากที่สุด	5	1. ข้อคำถามใช้ภาษาชัดเจนตรงประเด็น				
				2. ข้อคำถามสอดคล้องกับประเภทของความคิดสร้างสรรค์ที่ต้องการวัด				
				3. เวลาที่กำหนดในแต่ละข้อมีความเหมาะสมกับความคิดสร้างสรรค์ที่ต้องการวัด				
				4. ข้อคำถามครอบคลุมประเด็นที่ต้องการวัด				

ข้อ ที่	ความคิดสร้างสรรค์	ข้อความถาม	เวลา (นาที)	รายการประเมิน	ระดับการประเมิน			ข้อเสนอแนะ
					+1	0	-1	
11	1. ความคิดคล่อง 2. ความคิดยืดหยุ่น 3. ความคิดริเริ่ม 4. ความคิด ละเอียดลออ	ถ้าโลกนี้ไม่มีดวงจันทร์ จะส่งผล กระทบอย่างไร และให้เหตุผล ประกอบให้ได้มากที่สุด	4	1. ข้อคำถามใช้ภาษาชัดเจน ตรงประเด็น				
				2. ข้อคำถามสอดคล้องกับประเภท ของความคิดสร้างสรรค์ที่ต้องการวัด				
				3. เวลาที่กำหนดในแต่ละข้อมีความ เหมาะสมกับความคิดสร้างสรรค์ที่ ต้องการวัด				
				4. ข้อคำถามครอบคลุมประเด็นที่ ต้องการวัด				
12	1. ความคิดคล่อง 2. ความคิดยืดหยุ่น 3. ความคิดริเริ่ม 4. ความคิด ละเอียดลออ	ในช่วงที่อากาศเย็น แต่อะไร เหมือนถูกไฟช็อต ตลอด ไม่ว่าจะ เดินห้าง จักรวบันได เปิดประตู หรือแม้กระทั่งเพื่อนจนได้ฉายา ว่า “มนุษย์เท่าที่จะทำได้ พร้อมทั้ง อธิบายเหตุผล	5	1. ข้อคำถามใช้ภาษาชัดเจน ตรงประเด็น				
				2. ข้อคำถามสอดคล้องกับประเภท ของความคิดสร้างสรรค์ที่ต้องการวัด				
				3. เวลาที่กำหนดในแต่ละข้อมีความ เหมาะสมกับความคิดสร้างสรรค์ที่ ต้องการวัด				
				4. ข้อคำถามครอบคลุมประเด็นที่ ต้องการวัด				

ข้อ ที่	ความคิดสร้างสรรค์	ข้อความถาม	เวลา (นาที)	รายการประเมิน	ระดับการประเมิน			ข้อเสนอแนะ
					+1	0	-1	
13	1. ความคิดคล่อง 2. ความคิดยืดหยุ่น 3. ความคิดริเริ่ม 4. ความคิด ละเอียดลออ	ถ้านักเรียนได้รับมอบหมายให้ ออกแบบบ้านอัจฉริยะ หรือ Smart Home โดยสามารถควบคุมและ สั่งการอัตโนมัติ จงวาดรูปพร้อมทั้ง ระบุชื่อส่วนต่างๆ หรือโซนภายใน บ้านให้ได้มากที่สุด	10	1. ข้อคำถามใช้ภาษาชัดเจน ตรงประเด็น				
				2. ข้อคำถามสอดคล้องกับประเภท ของความคิดสร้างสรรค์ที่ต้องการวัด				
				3. เวลาที่กำหนดในแต่ละข้อมีความ เหมาะสมกับความคิดสร้างสรรค์ที่ ต้องการวัด				
				4. ข้อคำถามครอบคลุมประเด็นที่ ต้องการวัด				
14	1. ความคิดคล่อง 2. ความคิดยืดหยุ่น 3. ความคิดริเริ่ม 4. ความคิด ละเอียดลออ	ปัจจุบันประเทศไทยกำลังประสบ ปัญหาการแพร่ระบาดของโรคติดเชื้อ ไวรัส COVID-19 โดยเฉพาะอย่าง ยิ่งสถานศึกษา ซึ่งเป็นสถานที่ที่มี นักเรียนมารวมตัวกันเป็นจำนวน มาก ถ้านักเรียนเป็นวิศวกร ออกแบบโรงอาหารของโรงเรียนให้ ปลอดภัยจากโควิด-19 นักเรียนจะ ออกแบบอย่างไร โดยวาดรูปพร้อม	10	1. ข้อคำถามใช้ภาษาชัดเจน ตรงประเด็น				
				2. ข้อคำถามสอดคล้องกับประเภท ของความคิดสร้างสรรค์ที่ต้องการวัด				
				3. เวลาที่กำหนดในแต่ละข้อมีความ เหมาะสมกับความคิดสร้างสรรค์ที่ ต้องการวัด				
				4. ข้อคำถามครอบคลุมประเด็นที่ ต้องการวัด				

ข้อ ที่	ความคิดสร้างสรรค์	ข้อความถาม	เวลา (นาที)	รายการประเมิน	ระดับการประเมิน			ข้อเสนอแนะ
					+1	0	-1	
		ระบุโซนและส่วนต่างๆ พร้อมทั้งระบุรายละเอียดของโซนต่างๆ ว่าปลอดภัยอย่างไรให้ได้มากที่สุดและบอกขั้นตอนการใช้โรงอาหารที่นักเรียนออกแบบขึ้นมา พร้อมทั้งตั้งชื่อโรงอาหารให้น่าสนใจ						
15	1. ความคิดคล่อง 2. ความคิดยืดหยุ่น 3. ความคิดริเริ่ม 4. ความคิดละเอียดลออ	มีรายงานว่าหมู่บ้านแห่งหนึ่งตั้งอยู่ใกล้โรงงานขยะบริเวณเชิงเขาที่มีการทำเหมืองแร่ และมีแม่น้ำไหลผ่าน ใกล้แท่นขุดเจาะน้ำมัน เกิดโรคระบาดขึ้นโดยไม่ทราบสาเหตุ ถ้านักเรียนเป็นหนึ่งในทีมแพทย์ที่ได้ลงพื้นที่เพื่อตรวจสอบหาสาเหตุของโรคระบาดในครั้งนี้ นักเรียนจะเริ่มตรวจสอบอะไรบ้าง เพราะเหตุใด และตรวจสอบอย่างไร ตอบให้ได้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้	5	1. ข้อคำถามใช้ภาษาชัดเจนตรงประเด็น				
				2. ข้อคำถามสอดคล้องกับประเภทของความคิดสร้างสรรค์ที่ต้องการวัด				
				3. เวลาที่กำหนดในแต่ละข้อมีความเหมาะสมกับความคิดสร้างสรรค์ที่ต้องการวัด				
				4. ข้อคำถามครอบคลุมประเด็นที่ต้องการวัด				

ข้อ ที่	ความคิดสร้างสรรค์	ข้อคำถาม	เวลา (นาที)	รายการประเมิน	ระดับการประเมิน			ข้อเสนอแนะ
					+1	0	-1	
16	1. ความคิดคล่อง 2. ความคิดยืดหยุ่น 3. ความคิดริเริ่ม 4. ความคิด ละเอียดลออ	ถ้านักเรียนมีหลอดไฟ 1 หลอด ดัง รูป นักเรียนจะมีวิธีในการทำ หลอดไฟนี้ให้น่าสนใจ ใช้ประโยชน์ ได้อย่างหลากหลายและและมีความ สวยงามได้อย่างไรบ้าง ตอบให้ ได้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ 	4	1. ข้อคำถามใช้ภาษาชัดเจน ตรงประเด็น				
				2. ข้อคำถามสอดคล้องกับประเภท ของความคิดสร้างสรรค์ที่ต้องการวัด				
				3. เวลาที่กำหนดในแต่ละข้อมีความ เหมาะสมกับความคิดสร้างสรรค์ที่ ต้องการวัด				
				4. ข้อคำถามครอบคลุมประเด็นที่ ต้องการวัด				
17	1. ความคิดคล่อง 2. ความคิดยืดหยุ่น 3. ความคิดริเริ่ม 4. ความคิด ละเอียดลออ	สมมติว่า ถ้านักเรียนนั่งไหม้แมชชีน ย้อนกลับไปในอดีตแล้วพบว่าไม่มี นักฟิสิกส์บนโลกใบนี้ จะเกิดผล กระทบอย่างไรบ้างต่อโลกของเรา ในปัจจุบัน พร้อมทั้งให้เหตุผล ประกอบให้ได้มากที่สุด	10	1. ข้อคำถามใช้ภาษาชัดเจน ตรงประเด็น				
				2. ข้อคำถามสอดคล้องกับประเภท ของความคิดสร้างสรรค์ที่ต้องการวัด				
				3. เวลาที่กำหนดในแต่ละข้อมีความ เหมาะสมกับความคิดสร้างสรรค์ที่ ต้องการวัด				
				4. ข้อคำถามครอบคลุมประเด็นที่ ต้องการวัด				

ข้อ ที่	ความคิดสร้างสรรค์	ข้อความถาม	เวลา (นาที)	รายการประเมิน	ระดับการประเมิน			ข้อเสนอแนะ
					+1	0	-1	
18	1. ความคิดคล่อง 2. ความคิดยืดหยุ่น 3. ความคิดริเริ่ม 4. ความคิด ละเอียดลออ	ถ้านักเรียนมีหลอดไฟ 1 หลอด ดัง รูป นักเรียนจะมีวิธีในการทำ หลอดไฟนี้ให้น่าสนใจ ใช้ประโยชน์ ได้อย่างหลากหลายและและมีความ สวยงามได้อย่างไรบ้าง ตอบให้ ได้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้	4	1. ข้อคำถามใช้ภาษาชัดเจน ตรงประเด็น				
				2. ข้อคำถามสอดคล้องกับประเภท ของความคิดสร้างสรรค์ที่ต้องการวัด				
				3. เวลาที่กำหนดในแต่ละข้อมีความ เหมาะสมกับความคิดสร้างสรรค์ที่ ต้องการวัด				
				4. ข้อคำถามครอบคลุมประเด็นที่ ต้องการวัด				



ลงชื่อ.....ผู้เชี่ยวชาญ

(.....)

วันที่..... เดือน..... พ.ศ.....

แบบประเมินความสอดคล้องความเป็นคู่ขนานกันของแบบวัดความคิดสร้างสรรค์

ทางวิทยาศาสตร์ฉบับก่อนเรียนและหลังเรียน

งานวิจัยเรื่อง การจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสเต็มศึกษาผสานกับปรากฏการณ์เป็นฐาน
เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

ผู้วิจัย นางสาวสายรุ้ง ทองสูง นักศึกษาปริญญาโท

สาขาวิชา การพัฒนาหลักสูตรและนวัตกรรมการสอน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

คำชี้แจง ขอความกรุณาให้ท่านพิจารณา แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ฉบับก่อนเรียนและหลังเรียน แล้วใส่เครื่องหมาย ✓ ในช่องระดับคะแนนความสอดคล้อง ตามความคิดเห็นของท่านดังต่อไปนี้

+ 1 หมายถึง สอดคล้อง
0 หมายถึง ไม่แน่ใจ
- 1 หมายถึง สอดคล้อง

คำอธิบาย แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ฉบับก่อนเรียนและหลังเรียน เป็นส่วนหนึ่งของวิชาฟิสิกส์ 4 ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ข้อสอบคู่ที่ 1					
ฉบับก่อนเรียน		ฉบับหลังเรียน			
จงระบุแนวทางในการนำความรู้ฟิสิกส์ไปใช้ประโยชน์พร้อมทั้งเหตุผลประกอบให้ได้จำนวนข้อมากที่สุด		จงระบุแนวทางในการนำความรู้เรื่องไฟฟ้าสถิตไปใช้ประโยชน์พร้อมทั้งเหตุผลประกอบให้ได้จำนวนข้อมากที่สุด			
ผลการตัดสินความเป็นคู่ขนานของแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์					
รายการประเมิน		ระดับการประเมิน			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
1.1 สามารถวัดความคิดสร้างสรรค์ในประเด็นเดียวกันได้					
1.2 มีความยากง่ายเท่ากัน					
1.3 ข้อคำถามเป็นไปในทิศทางเดียวกัน					

ข้อสอบคู่ที่ 2				
ฉบับก่อนเรียน		ฉบับหลังเรียน		
ถ้าโลกนี้ไม่มีดวงอาทิตย์ จะส่งผลกระทบอย่างไร และให้เหตุผลประกอบให้ได้มากที่สุด		ถ้าโลกนี้ไม่มีดวงจันทร์ จะส่งผลกระทบอย่างไร และให้เหตุผลประกอบให้ได้มากที่สุด		
ผลการตัดสินความเป็นคู่ขนานของแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์				
รายการประเมิน	ระดับการประเมิน			ข้อเสนอแนะ
	+1	0	-1	
2.1 สามารถวัดความคิดสร้างสรรค์ในประเด็นเดียวกันได้				
2.2 มีความยากง่ายเท่ากัน				
2.3 ข้อคำถามเป็นไปในทิศทางเดียวกัน				
ข้อสอบคู่ที่ 3				
ฉบับก่อนเรียน		ฉบับหลังเรียน		
ในช่วงฝนตกมักจะเกิดปรากฏการณ์ทางธรรมชาติจากการถ่ายเทประจุ ไม่ว่าจะเป็นฟ้าผ่า ฟ้าแลบ ฟ้าร้อง แต่ที่อันตรายที่สุดคือฟ้าผ่า ถ้านักเรียนต้องทำงานท่ามกลางสายฝน ซึ่งมีเมฆครึ้ม จากสถานการณ์ข้างต้น นักเรียนจะเสนอแนวทางรับมือกับปัญหาฟ้าผ้านี้อย่างไร จงตอบให้ได้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ พร้อมทั้งอธิบายเหตุผล		ในช่วงที่อากาศเย็น แตะอะไรเหมือนถูกไฟช็อตตลอด ไม่ว่าจะเป็นเดินห้าง จับราวบันได เปิดประตู หรือแม้กระทั่งแตะเพื่อน จนได้ฉายาว่า “มนุษย์ไฟฟ้า” จากสถานการณ์ข้างต้น นักเรียนจะเสนอแนวทางรับมือกับปัญหาไฟฟ้าสถิตในอากาศเย็นนี้อย่างไร จงตอบให้ได้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ พร้อมทั้งอธิบายเหตุผล		
ผลการตัดสินความเป็นคู่ขนานของแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์				
รายการประเมิน	ระดับการประเมิน			ข้อเสนอแนะ
	+1	0	-1	
3.1 สามารถวัดความคิดสร้างสรรค์ในประเด็นเดียวกันได้				
3.2 มีความยากง่ายเท่ากัน				
3.3 ข้อคำถามเป็นไปในทิศทางเดียวกัน				

ข้อสอบคู่ที่ 4					
ฉบับก่อนเรียน		ฉบับหลังเรียน			
ถ้านักเรียนเป็นวิศวกรออกแบบตึกเรียนวิทยาศาสตร์อัจฉริยะ โดยสามารถควบคุมและสั่งการแบบอัตโนมัติ จงวาดรูปพร้อมทั้งระบุชื่อส่วนต่างๆ หรือโซนภายในตึกให้ได้มากที่สุด		ถ้านักเรียนได้รับมอบหมายให้ออกแบบบ้านอัจฉริยะ หรือ Smart Home โดยสามารถควบคุมและสั่งการอัตโนมัติ จงวาดรูปพร้อมทั้งระบุชื่อส่วนต่างๆ หรือโซนภายในบ้านให้ได้มากที่สุด			
ผลการตัดสินความเป็นคู่ขนานของแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์					
รายการประเมิน		ระดับการประเมิน			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
4.1 สามารถวัดความคิดสร้างสรรค์ในประเด็นเดียวกันได้					
4.2 มีความยากง่ายเท่ากัน					
4.3 ข้อคำถามเป็นไปในทิศทางเดียวกัน					
ข้อสอบคู่ที่ 5					
ฉบับก่อนเรียน		ฉบับหลังเรียน			
ปัจจุบันประเทศไทยกำลังประสบปัญหาการแพร่ระบาดของโรคติดเชื้อไวรัส COVID-19 โดยเฉพาะอย่างยิ่งสถานศึกษา ซึ่งเป็นสถานที่ที่มีนักเรียนมารวมตัวกันเป็นจำนวนมาก ถ้านักเรียนเป็นวิศวกรออกแบบห้องเรียนของโรงเรียนให้ปลอดภัยจากโควิด – 19 นักเรียนจะออกแบบอย่างไร โดยวาดรูปพร้อมระบุโซนและส่วนต่างๆ พร้อมทั้งระบุรายละเอียดของโซนต่างๆ ว่าปลอดภัยอย่างไรให้ได้มากที่สุด และบอกขั้นตอนการใช้ห้องเรียนที่นักเรียนออกแบบขึ้นมา พร้อมทั้งตั้งชื่อห้องเรียนให้น่าสนใจ		ปัจจุบันประเทศไทยกำลังประสบปัญหาการแพร่ระบาดของโรคติดเชื้อไวรัส COVID-19 โดยเฉพาะอย่างยิ่งสถานศึกษา ซึ่งเป็นสถานที่ที่มีนักเรียนมารวมตัวกันเป็นจำนวนมาก ถ้านักเรียนเป็นวิศวกรออกแบบโรงอาหารของโรงเรียนให้ปลอดภัยจากโควิด – 19 นักเรียนจะออกแบบอย่างไร โดยวาดรูปพร้อมระบุโซนและส่วนต่างๆ พร้อมทั้งระบุรายละเอียดของโซนต่างๆ ว่าปลอดภัยอย่างไรให้ได้มากที่สุด และบอกขั้นตอนการใช้โรงอาหารที่นักเรียนออกแบบขึ้นมา พร้อมทั้งตั้งชื่อโรงอาหารให้น่าสนใจ			
ผลการตัดสินความเป็นคู่ขนานของแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์					
รายการประเมิน		ระดับการประเมิน			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
5.1 สามารถวัดความคิดสร้างสรรค์ในประเด็นเดียวกันได้					
5.2 มีความยากง่ายเท่ากัน					
5.3 ข้อคำถามเป็นไปในทิศทางเดียวกัน					

ข้อสอบคู่ที่ 6					
ฉบับก่อนเรียน		ฉบับหลังเรียน			
มีรายงานว่าหมู่บ้านแห่งหนึ่งตั้งอยู่ใกล้โรงงานขยะบริเวณเชิงเขาที่มีการทำเหมืองแร่ และมีแม่น้ำไหลผ่าน เกิดโรคระบาดขึ้นโดยไม่ทราบสาเหตุ ถ้านักเรียนเป็นหนึ่งในทีมแพทย์ที่ได้ลงพื้นที่เพื่อตรวจสอบหาสาเหตุของโรคระบาดในครั้งนี้ นักเรียนจะเริ่มตรวจสอบอะไรบ้าง เพราะเหตุใด และตรวจสอบอย่างไร ตอบให้ได้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้		มีรายงานว่าหมู่บ้านแห่งหนึ่งตั้งอยู่ใกล้บริเวณป่าดิบชื้น มีแม่น้ำไหลผ่าน ใกล้แท่นขุดเจาะน้ำมัน เกิดโรคระบาดขึ้นโดยไม่ทราบสาเหตุ ถ้านักเรียนเป็นหนึ่งในทีมแพทย์ที่ได้ลงพื้นที่เพื่อตรวจสอบหาสาเหตุของโรคระบาดในครั้งนี้ นักเรียนจะเริ่มตรวจสอบอะไรบ้าง เพราะเหตุใด และตรวจสอบอย่างไร ตอบให้ได้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้			
ผลการตัดสินความเป็นคู่ขนานของแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์					
รายการประเมิน		ระดับการประเมิน			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
6.1 สามารถวัดความคิดสร้างสรรค์ในประเด็นเดียวกันได้					
6.2 มีความยากง่ายเท่ากัน					
6.3 ข้อคำถามเป็นไปในทิศทางเดียวกัน					

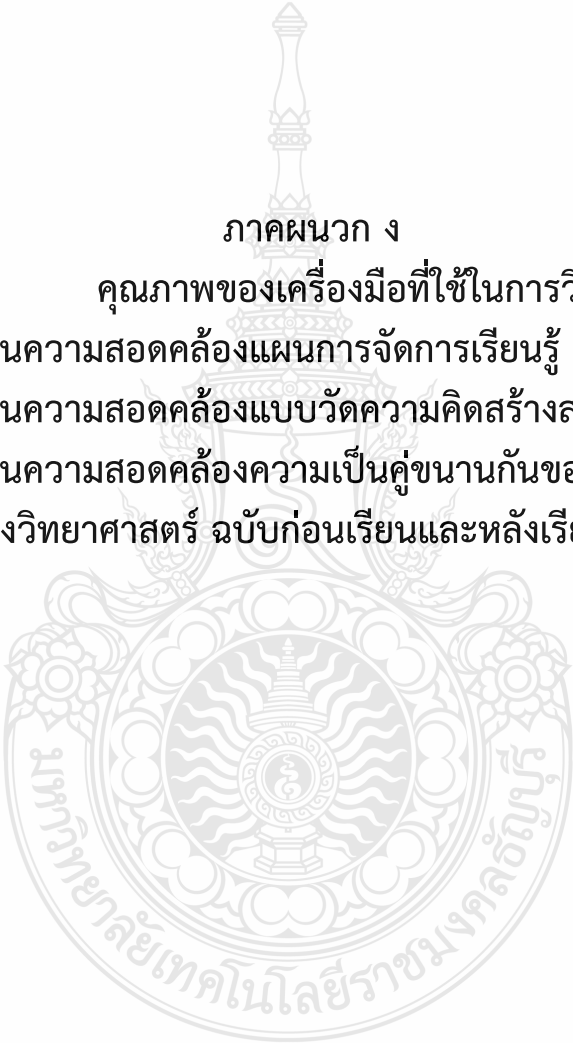
ข้อสอบคู่ที่ 7					
ฉบับก่อนเรียน		ฉบับหลังเรียน			
ถ้านักเรียนมีแผงโซลาเซลล์ 1 แผง ดังรูป นักเรียนจะมีวิธีในการทำแผงโซลาเซลล์นี้ให้น่าสนใจ ใช้ประโยชน์ได้อย่างหลากหลายและมีความสวยงามได้อย่างไรบ้าง ตอบให้ได้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ 		ถ้านักเรียนมีหลอดไฟ 1 หลอด ดังรูป นักเรียนจะมีวิธีในการทำหลอดไฟนี้ให้น่าสนใจ ใช้ประโยชน์ได้อย่างหลากหลายและมีความสวยงามได้อย่างไรบ้าง ตอบให้ได้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ 			
ผลการตัดสินความเป็นคู่ขนานของแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์					
รายการประเมิน		ระดับการประเมิน			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
7.1 สามารถวัดความคิดสร้างสรรค์ในประเด็นเดียวกันได้					
7.2 มีความยากง่ายเท่ากัน					
7.3 ข้อคำถามเป็นไปในทิศทางเดียวกัน					

ข้อสอบคู่ที่ 8				
ฉบับก่อนเรียน		ฉบับหลังเรียน		
สมมติว่า ถ้านักเรียนนั่งไหม้แมชชีนย้อนกลับไปในอดีตแล้วพบว่าไม่มีนักวิทยาศาสตร์บนโลกใบนี้ จะเกิดผลกระทบอย่างไรบ้างต่อโลกของเราในปัจจุบัน พร้อมทั้งให้เหตุผลประกอบให้ได้มากที่สุด		สมมติว่า ถ้านักเรียนนั่งไหม้แมชชีนย้อนกลับไปในอดีตแล้วพบว่าไม่มีนักฟิสิกส์บนโลกใบนี้ จะเกิดผลกระทบอย่างไรบ้างต่อโลกของเราในปัจจุบัน พร้อมทั้งให้เหตุผลประกอบให้ได้มากที่สุด		
ผลการตัดสินความเป็นคู่ขนานของแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์				
รายการประเมิน	ระดับการประเมิน			ข้อเสนอแนะ
	+1	0	-1	
8.1 สามารถวัดความคิดสร้างสรรค์ในประเด็นเดียวกันได้				
8.2 มีความยากง่ายเท่ากัน				
8.3 ข้อคำถามเป็นไปในทิศทางเดียวกัน				
ข้อสอบคู่ที่ 9				
ฉบับก่อนเรียน		ฉบับหลังเรียน		
ให้นักเรียนยกตัวอย่างเหตุการณ์ในชีวิตประจำวันที่เกี่ยวข้องกับฟิสิกส์มาให้ได้มากที่สุด พร้อมทั้งอธิบายว่าเพราะเหตุใด		ให้นักเรียนยกตัวอย่างเหตุการณ์ในชีวิตประจำวันที่เกี่ยวข้องกับไฟฟ้าสถิตมาให้ได้มากที่สุด พร้อมทั้งอธิบายว่าเพราะเหตุใด		
ผลการตัดสินความเป็นคู่ขนานของแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์				
รายการประเมิน	ระดับการประเมิน			ข้อเสนอแนะ
	+1	0	-1	
8.1 สามารถวัดความคิดสร้างสรรค์ในประเด็นเดียวกันได้				
8.2 มีความยากง่ายเท่ากัน				
8.3 ข้อคำถามเป็นไปในทิศทางเดียวกัน				

ลงชื่อ.....ผู้เชี่ยวชาญ

(.....)

วันที่..... เดือน..... พ.ศ.....



ภาคผนวก ง

คุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

- ผลการประเมินความสอดคล้องแผนการจัดการเรียนรู้ รายวิชา ฟิสิกส์ 4
- ผลการประเมินความสอดคล้องแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
- ผลการประเมินความสอดคล้องความเป็นคู่ขนานกันของแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ฉบับก่อนเรียนและหลังเรียน

**ผลการประเมินความสอดคล้องแผนการจัดการเรียนรู้ รายวิชา ฟิสิกส์ 4
ตามแนวคิดสเต็มศึกษาผสานปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6**

ผลการประเมินความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ รายวิชา ฟิสิกส์ 4 ตามแนวคิด
สเต็มศึกษาผสานปรากฏการณ์เป็นฐาน (3PA) หน่วยการเรียนรู้ไฟฟ้าสถิต จำนวน 6 แผนการเรียนรู้

ผลการประเมินความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ รายวิชา ฟิสิกส์ 4 ตามแนวคิดสเต็มศึกษา
ผสานปรากฏการณ์เป็นฐาน (3PA) หน่วยการเรียนรู้ไฟฟ้าสถิต

รายการประเมิน	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)					$\sum R$	ค่า IOC	ความ หมาย
	1	2	3	4	5			
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ปรากฏการณ์ธรรมชาติของไฟฟ้าและประจุไฟฟ้า								
1. ด้านสาระสำคัญ								
1.1 ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
1.2 เหมาะสมกับผู้เรียน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
2. ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้								
2.1 สอดคล้องกับสาระสำคัญ	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
2.2 ระบุพฤติกรรมที่ต้องการที่วัด ด้านพุทธิพิสัย	+1	0	+1	+1	+1	4	0.80	สอดคล้อง
2.3 ระบุพฤติกรรมที่ต้องการที่วัด ด้านทักษะพิสัย	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
2.4 ระบุพฤติกรรมที่ต้องการที่วัด ด้านจิตพิสัย	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
3. ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอน								
3.1 จัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนได้ ตรงตามวัตถุประสงค์	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
3.2 ระบุขั้นตอนการจัดกิจกรรมการ เรียนการสอนครบตามขั้นตอนการ จัดการเรียนรู้ด้วยแนวคิดสเต็มศึกษา ผสานปรากฏการณ์เป็นฐาน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง

ผลการประเมินความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ รายวิชา ฟิสิกส์ 4 ตามแนวคิดสเต็มศึกษา
 ผสานปรากฏการณ์เป็นฐาน (3PA) หน่วยการเรียนรู้ไฟฟ้าสถิต (ต่อ)

รายการประเมิน	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)					$\sum R$	ค่า IOC	ความ หมาย
	1	2	3	4	5			
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ปรากฏการณ์ธรรมชาติของไฟฟ้าและประจุไฟฟ้า (ต่อ)								
3. ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน (ต่อ)								
3.2 ระดับขั้นตอนการจัดกิจกรรม								
การเรียนการสอนครบตามขั้นตอน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
การจัดการเรียนรู้ด้วยแนวคิดสเต็ม								
ศึกษาผสานปรากฏการณ์เป็นฐาน								
3.3 การดำเนินกิจกรรมการเรียน								
การสอนตรงตามรูปแบบขั้นตอนการ	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
จัดการเรียนรู้ด้วยแนวคิดสเต็มศึกษา								
ผสานปรากฏการณ์เป็นฐาน								
3.4 ระยะเวลาที่กำหนดมีความ								
เหมาะสมกับกิจกรรมการเรียน	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80	สอดคล้อง
การสอน								
4. ด้านสื่อและอุปกรณ์การเรียนรู้								
4.1 ลักษณะของสื่ออุปกรณ์มีความ								
เหมาะสมกับการจัดการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
ด้วยแนวคิดสเต็มศึกษาผสาน								
ปรากฏการณ์เป็นฐาน								
4.2 สื่อและอุปกรณ์สามารถกระตุ้น								
ความสนใจและเหมาะสมกับวัยของ	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
ผู้เรียน								
4.3 สื่อและอุปกรณ์มีความทันสมัย								
	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
5. ด้านการวัดและประเมินผลการเรียนรู้								
5.1 การวัดและประเมินผลเหมาะสม								
ตรงตามจุดประสงค์ของแผนการ	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
จัดการเรียนรู้								

ผลการประเมินความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ รายวิชา ฟิสิกส์ 4 ตามแนวคิดสเต็มศึกษา
 ผสานปรากฏการณ์เป็นฐาน (3PA) หน่วยการเรียนรู้ไฟฟ้าสถิต (ต่อ)

รายการประเมิน	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)					$\sum^R$	ค่า IOC	ความ หมาย
	1	2	3	4	5			
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ปรากฏการณ์ธรรมชาติของไฟฟ้าและประจุไฟฟ้า (ต่อ)								
5. ด้านการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ (ต่อ)								
5.2 รูปแบบการวัดผลประเมินผล								
มีความถูกต้องและเหมาะสมกับ								
การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
ด้วยแนวคิดสเต็มศึกษา								
ปรากฏการณ์เป็นฐาน								
5.3 การกำหนดเกณฑ์พิจารณา								
การวัดประเมินผลมีความเหมาะสม	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
กับผู้เรียน								
6. ด้านการบันทึกหลังการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน								
6.1 มีรูปแบบการบันทึกเข้าใจง่าย	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
6.2 รูปแบบการบันทึกครอบคลุม	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
ครบถ้วน								
6.3 รูปแบบการบันทึกสามารถระบุ								
ปัญหา/อุปสรรคที่พบ เพื่อใช้ในการ	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
พัฒนาการจัดกิจกรรมในครั้งต่อไป								
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การเหนี่ยวนำไฟฟ้า แรงระหว่างประจุและกฎของคูลอมบ์								
1. ด้านสาระสำคัญ								
1.1 ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
1.2 เหมาะสมกับผู้เรียน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
2. ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้								
2.1 สอดคล้องกับสาระสำคัญ	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
2.2 ระบุพฤติกรรมที่ต้องการที่วัด	+1	0	+1	+1	+1	4	0.80	สอดคล้อง
ด้านพุทธิพิสัย								
2.3 ระบุพฤติกรรมที่ต้องการที่วัด	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
ด้านทักษะพิสัย								

ผลการประเมินความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ รายวิชา ฟิสิกส์ 4 ตามแนวคิดสเต็มศึกษา
 ผสานปรากฏการณ์เป็นฐาน (3PA) หน่วยการเรียนรู้ไฟฟ้าสถิต (ต่อ)

รายการประเมิน	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)					$\sum R$	ค่า IOC	ความ หมาย
	1	2	3	4	5			
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การเหนี่ยวนำไฟฟ้า แรงระหว่างประจุและกฎของคูลอมบ์ (ต่อ)								
2. ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้ (ต่อ)								
2.4 ระบุพฤติกรรมที่ต้องการที่วัด ด้านจิตพิสัย	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
3. ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน								
3.1 จัดกิจกรรมการเรียนการสอน ได้ตรงตามวัตถุประสงค์	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
3.2 ระบุขั้นตอนการจัดกิจกรรม การเรียนการสอนครบตามขั้นตอน การจัดการเรียนรู้ด้วยแนวคิดสเต็ม ศึกษา ผสานปรากฏการณ์เป็นฐาน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
3.3 การดำเนินกิจกรรมการเรียน การสอนตรงตามรูปแบบขั้นตอนการ จัดการเรียนรู้ด้วยแนวคิดสเต็มศึกษา ผสานปรากฏการณ์เป็นฐาน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
3.4 ระยะเวลาที่กำหนดมีความ เหมาะสมกับกิจกรรมการเรียน การสอน	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80	สอดคล้อง
4. ด้านสื่อและอุปกรณ์การเรียนรู้								
4.1 ลักษณะของสื่ออุปกรณ์มีความ เหมาะสมกับการจัดการเรียนรู้ ด้วยแนวคิดสเต็มศึกษา ผสาน ปรากฏการณ์เป็นฐาน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
4.2 สื่อและอุปกรณ์สามารถกระตุ้น ความสนใจและเหมาะสมกับวัยของ ผู้เรียน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
4.3 สื่อและอุปกรณ์มีความทันสมัย	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง

ตารางที่ ง.1 ผลการประเมินความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ รายวิชา ฟิสิกส์ 4 ตามแนวคิด สเต็มศึกษาสถานประกอบการเป็นฐาน (3PA) หน่วยการเรียนรู้ไฟฟ้าสถิต (ต่อ)

รายการประเมิน	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)					$\sum R$	ค่า IOC	ความ หมาย
	1	2	3	4	5			
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การเหนี่ยวนำไฟฟ้า แรงระหว่างประจุและกฎของคูลอมบ์ (ต่อ)								
5. ด้านการวัดและประเมินผลการเรียนรู้								
5.1 การวัดและประเมินผลเหมาะสม ตรงตามจุดประสงค์ของแผนการ จัดการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
5.2 รูปแบบการวัดผลประเมินผลมี ความถูกต้องและเหมาะสมกับการ จัดกิจกรรมการเรียนการสอนด้วย แนวคิดสเต็มศึกษาสถาน ปรกฏการณ์เป็นฐาน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
5.3 การกำหนดเกณฑ์พิจารณาการ วัดประเมินผลมีความเหมาะสมกับ กับผู้เรียน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
6. ด้านการบันทึกหลังการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน								
6.1 มีรูปแบบการบันทึกเข้าใจง่าย	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
6.2 รูปแบบการบันทึกครอบคลุม ครบถ้วน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
6.3 รูปแบบการบันทึกสามารถระบุ ปัญหา/อุปสรรคที่พบ เพื่อใช้ในการ พัฒนาการจัดกิจกรรมในครั้งต่อไป	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง สนามไฟฟ้า								
1. ด้านสาระสำคัญ								
1.1 ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
1.2 เหมาะสมกับผู้เรียน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง

ผลการประเมินความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ รายวิชา ฟิสิกส์ 4 ตามแนวคิด
 สเต็มศึกษาสถานปราคฏการณ์เป็นฐาน (3PA) หน่วยการเรียนรู้ไฟฟ้าสถิต (ต่อ)

รายการประเมิน	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)					$\sum R$	ค่า IOC	ความ หมาย
	1	2	3	4	5			
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง สนามไฟฟ้า (ต่อ)								
2. ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้								
2.1 สอดคล้องกับสาระสำคัญ	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
2.2 ระบุพฤติกรรมที่ต้องการที่วัด ด้านพุทธิพิสัย	+1	0	+1	+1	+1	4	0.80	สอดคล้อง
2.3 ระบุพฤติกรรมที่ต้องการที่วัด ด้านทักษะพิสัย	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
2.4 ระบุพฤติกรรมที่ต้องการที่วัด ด้านจิตพิสัย	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
3. ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอน								
3.1 จัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอน ได้ตรงตามวัตถุประสงค์	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
3.2 ระบุขั้นตอนการจัดกิจกรรม การเรียนรู้การสอนครบตามขั้นตอน การจัดการเรียนรู้ด้วยแนวคิดสเต็ม ศึกษาสถานปราคฏการณ์เป็นฐาน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
3.3 การดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ การสอนตรงตามรูปแบบขั้นตอนการ จัดการเรียนรู้ด้วยแนวคิดสเต็มศึกษา ผสานปราคฏการณ์เป็นฐาน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
3.4 ระยะเวลาที่กำหนดมีความ เหมาะสมกับกิจกรรมการเรียนรู้ การสอน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง

ผลการประเมินความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ รายวิชา ฟิสิกส์ 4 ตามแนวคิดสเต็มศึกษา
 ผสานปรากฏการณ์เป็นฐาน (3PA) หน่วยการเรียนรู้ไฟฟ้าสถิต (ต่อ)

รายการประเมิน	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)					$\sum R$	ค่า IOC	ความ หมาย								
	1	2	3	4	5											
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง สนามไฟฟ้า (ต่อ)																
4. ด้านสื่อและอุปกรณ์การเรียนรู้																
4.1 ลักษณะของสื่ออุปกรณ์มีความ เหมาะสมกับการจัดการเรียนรู้ด้วย แนวคิดสเต็มศึกษา ผสาน ปรากฏการณ์เป็นฐาน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง								
4.2 สื่อและอุปกรณ์สามารถกระตุ้น ความสนใจและเหมาะสมกับวัยของ ผู้เรียน									+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
4.3 สื่อและอุปกรณ์มีความทันสมัย	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง								
5. ด้านการวัดและประเมินผลการเรียนรู้																
5.1 การวัดและประเมินผลเหมาะสม ตรงตามจุดประสงค์ของแผนการ จัดการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง								
5.2 รูปแบบการวัดผลประเมินผลมี ความถูกต้องและเหมาะสมกับการ จัดกิจกรรมการเรียนการสอน ด้วยแนวคิดสเต็มศึกษา ผสาน ปรากฏการณ์เป็นฐาน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง								
5.3 การกำหนดเกณฑ์พิจารณาการ วัดประเมินผลมีความเหมาะสมกับ ผู้เรียน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง								

ผลการประเมินความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ รายวิชา ฟิสิกส์ 4 ตามแนวคิดสเต็มศึกษา
 ผสานปรากฏการณ์เป็นฐาน (3PA) หน่วยการเรียนรู้ไฟฟ้าสถิต (ต่อ)

รายการประเมิน	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)					$\sum R$	ค่า IOC	ความ หมาย
	1	2	3	4	5			
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง สนามไฟฟ้า (ต่อ)								
6. ด้านการบันทึกหลังการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน								
6.1 มีรูปแบบการบันทึกเข้าใจง่าย	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
6.2 รูปแบบการบันทึกครอบคลุมครบถ้วน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
6.3 รูปแบบการบันทึกสามารถระบุปัญหา/อุปสรรคที่พบ เพื่อใช้ในการพัฒนาการจัดกิจกรรมในครั้งต่อไป	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง ศักย์ไฟฟ้า								
1. ด้านสาระสำคัญ								
1.1 ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
1.2 เหมาะสมกับผู้เรียน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
2. ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้								
2.1 สอดคล้องกับสาระสำคัญ	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
2.2 ระบุพฤติกรรมที่ต้องการที่วัดด้านพุทธิพิสัย	+1	0	+1	+1	+1	4	0.80	สอดคล้อง
2.3 ระบุพฤติกรรมที่ต้องการที่วัดด้านทักษะพิสัย	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
2.4 ระบุพฤติกรรมที่ต้องการที่วัดด้านจิตพิสัย	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
3. ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน								
3.1 จัดกิจกรรมการเรียนการสอนได้ตรงตามวัตถุประสงค์	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
3.2 ระบุขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนครบตามขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ด้วยแนวคิดสเต็มศึกษา ผสานปรากฏการณ์เป็นฐาน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง

ผลการประเมินความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ รายวิชา ฟิสิกส์ 4 ตามแนวคิดสเต็มศึกษา
 ผสานปรากฏการณ์เป็นฐาน (3PA) หน่วยการเรียนรู้ไฟฟ้าสถิต (ต่อ)

รายการประเมิน	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)					$\sum R$	ค่า IOC	ความ หมาย
	1	2	3	4	5			
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง ศักย์ไฟฟ้า (ต่อ)								
3. ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (ต่อ)								
3.3 การดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้								
สอนตรงตามรูปแบบขั้นตอนการ จัดการเรียนรู้ด้วยแนวคิดสเต็มศึกษา	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
ผสานปรากฏการณ์เป็นฐาน								
3.4 ระยะเวลาที่กำหนดมีความ								
เหมาะสมกับกิจกรรมการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
สอน								
4. ด้านสื่อและอุปกรณ์การเรียนรู้								
4.1 ลักษณะของสื่ออุปกรณ์มีความ								
เหมาะสมกับการจัดการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
ด้วยแนวคิดสเต็มศึกษาผสาน								
ปรากฏการณ์เป็นฐาน								
4.2 สื่อและอุปกรณ์สามารถกระตุ้น								
ความสนใจและเหมาะสมกับวัยของ	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
ผู้เรียน								
4.3 สื่อและอุปกรณ์มีความทันสมัย								
	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
5. ด้านการวัดและประเมินผลการเรียนรู้								
5.1 การวัดและประเมินผลเหมาะสม								
ตรงตามจุดประสงค์ของแผนการจัด	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
การเรียนรู้								

ผลการประเมินความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ รายวิชา ฟิสิกส์ 4 ตามแนวคิดสเต็มศึกษา
 ผสานปรากฏการณ์เป็นฐาน (3PA) หน่วยการเรียนรู้ไฟฟ้าสถิต (ต่อ)

รายการประเมิน	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)					$\sum R$	ค่า IOC	ความ หมาย
	1	2	3	4	5			
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง ศักย์ไฟฟ้า (ต่อ)								
5. ด้านการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ (ต่อ)								
5.2 รูปแบบการวัดผลประเมินผลมีความถูกต้องและเหมาะสมกับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนด้วยแนวคิดสเต็มศึกษา ปรากฏการณ์เป็นฐาน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
5.3 การกำหนดเกณฑ์พิจารณาการวัดประเมินผลมีความเหมาะสมกับผู้เรียน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
6. ด้านการบันทึกหลังการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน								
6.1 มีรูปแบบการบันทึกเข้าใจง่าย	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
6.2 รูปแบบการบันทึกครอบคลุมครบถ้วน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
6.3 รูปแบบการบันทึกสามารถระบุปัญหา/อุปสรรคที่พบ เพื่อใช้ในการพัฒนาการจัดกิจกรรมในครั้งต่อไป	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง ตัวเก็บประจุและความจุ								
1. ด้านสาระสำคัญ								
1.1 ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
1.2 เหมาะสมกับผู้เรียน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
2. ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้								
2.1 สอดคล้องกับสาระสำคัญ	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
2.2 ระบุพฤติกรรมที่ต้องการที่วัดด้านพุทธิพิสัย	+1	0	+1	+1	+1	4	0.80	สอดคล้อง
2.3 ระบุพฤติกรรมที่ต้องการที่วัดด้านทักษะพิสัย	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง

ผลการประเมินความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ รายวิชา ฟิสิกส์ 4 ตามแนวคิดสเต็มศึกษา
 ผสานปรากฏการณ์เป็นฐาน (3PA) หน่วยการเรียนรู้ไฟฟ้าสถิต (ต่อ)

รายการประเมิน	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)					$\sum R$	ค่า IOC	ความ หมาย
	1	2	3	4	5			
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง ตัวเก็บประจุและความจุ (ต่อ)								
2. ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้ (ต่อ)								
2.4 ระบุพฤติกรรมที่ต้องการที่วัดด้านจิตพิสัย	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
3. ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน								
3.1 จัดกิจกรรมการเรียนการสอนได้ตรงตามวัตถุประสงค์	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
3.2 ระบุขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนครบตามขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ด้วยแนวคิดสเต็มศึกษา ผสานปรากฏการณ์เป็นฐาน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
3.3 การดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนตรงตามรูปแบบขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ด้วยแนวคิดสเต็มศึกษา ผสานปรากฏการณ์เป็นฐาน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
3.4 ระยะเวลาที่กำหนดมีความเหมาะสมกับกิจกรรมการเรียนการสอน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
4. ด้านสื่อและอุปกรณ์การเรียนรู้								
4.1 ลักษณะของสื่ออุปกรณ์มีความเหมาะสมกับการจัดการเรียนรู้ด้วยแนวคิดสเต็มศึกษา ผสานปรากฏการณ์เป็นฐาน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
4.2 สื่อและอุปกรณ์สามารถกระตุ้นความสนใจและเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
4.3 สื่อและอุปกรณ์มีความทันสมัย	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง

ผลการประเมินความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ รายวิชา ฟิสิกส์ 4 ตามแนวคิดสเต็มศึกษา
 ผสานปรากฏการณ์เป็นฐาน (3PA) หน่วยการเรียนรู้ไฟฟ้าสถิต (ต่อ)

รายการประเมิน	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)					$\sum R$	ค่า IOC	ความ หมาย
	1	2	3	4	5			
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง ตัวเก็บประจุและความจุ (ต่อ)								
5. ด้านการวัดและประเมินผลการเรียนรู้								
5.1 การวัดและประเมินผลเหมาะสม								
ตรงตามจุดประสงค์ของแผนการจัด การเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
5.2 รูปแบบการวัดผลประเมินผลมี ความถูกต้องและเหมาะสมกับการ จัดกิจกรรมการเรียนการสอน ด้วยแนวคิดสเต็มศึกษา ปรากฏการณ์เป็นฐาน								
	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
5.3 การกำหนดเกณฑ์พิจารณาการ วัดประเมินผลมีความเหมาะสมกับ ผู้เรียน								
	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
6. ด้านการบันทึกหลังการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน								
6.1 มีรูปแบบการบันทึกเข้าใจง่าย	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
6.2 รูปแบบการบันทึกครอบคลุม ครบถ้วน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
6.3 รูปแบบการบันทึกสามารถระบุ ปัญหา/อุปสรรคที่พบ เพื่อใช้ในการ พัฒนาการจัดกิจกรรมในครั้งต่อไป	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง การนำความรู้เกี่ยวกับไฟฟ้าสถิตไปใช้ประโยชน์								
1. ด้านสาระสำคัญ								
1.1 ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
1.2 เหมาะสมกับผู้เรียน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง

ผลการประเมินความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ รายวิชา ฟิสิกส์ 4 ตามแนวคิดสเต็มศึกษา
 ผสานปรากฏการณ์เป็นฐาน (3PA) หน่วยการเรียนรู้ไฟฟ้าสถิต (ต่อ)

รายการประเมิน	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)					$\sum R$	ค่า IOC	ความ หมาย
	1	2	3	4	5			
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง การนำความรู้เกี่ยวกับไฟฟ้าสถิตไปใช้ประโยชน์ (ต่อ)								
2. ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้								
2.1 สอดคล้องกับสาระสำคัญ	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
2.2 ระบุพฤติกรรมที่ต้องการที่วัด ด้านพุทธิพิสัย	+1	0	+1	+1	+1	4	0.80	สอดคล้อง
2.3 ระบุพฤติกรรมที่ต้องการที่วัด ด้านทักษะพิสัย	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
2.4 ระบุพฤติกรรมที่ต้องการที่วัด ด้านจิตพิสัย	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
3. ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอน								
3.1 จัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอน ได้ตรงตามวัตถุประสงค์	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
3.2 ระบุขั้นตอนการจัดกิจกรรม การเรียนรู้การสอนครบตามขั้นตอน การจัดการเรียนรู้ด้วยแนวคิดสเต็ม ศึกษาผสานปรากฏการณ์เป็นฐาน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
3.3 การดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ การสอนตรงตามรูปแบบขั้นตอนการ จัดการเรียนรู้ด้วยแนวคิดสเต็มศึกษา ผสานปรากฏการณ์เป็นฐาน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
3.4 ระยะเวลาที่กำหนดมีความ เหมาะสมกับกิจกรรมการเรียนรู้ การสอน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง

ผลการประเมินความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ รายวิชา ฟิสิกส์ 4 ตามแนวคิดสเต็มศึกษา
 ผสานปรากฏการณ์เป็นฐาน (3PA) หน่วยการเรียนรู้ไฟฟ้าสถิต (ต่อ)

รายการประเมิน	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)					$\sum R$	ค่า IOC	ความ หมาย
	1	2	3	4	5			

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง การนำความรู้เกี่ยวกับไฟฟ้าสถิตไปใช้ประโยชน์ (ต่อ)								
4. ด้านสื่อและอุปกรณ์การเรียนรู้								
4.1 ลักษณะของสื่ออุปกรณ์มีความเหมาะสมกับการจัดการเรียนรู้ด้วยแนวคิดสเต็มศึกษาผสานปรากฏการณ์เป็นฐาน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
4.2 สื่อและอุปกรณ์สามารถกระตุ้นความสนใจและเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
4.3 สื่อและอุปกรณ์มีความทันสมัย	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
5. ด้านการวัดและประเมินผลการเรียนรู้								
5.1 การวัดและประเมินผลเหมาะสมตรงตามจุดประสงค์ของแผนการจัดการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
5.2 รูปแบบการวัดผลประเมินผลมีความถูกต้องและเหมาะสมกับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนด้วยแนวคิดสเต็มศึกษาผสานปรากฏการณ์เป็นฐาน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
5.3 การกำหนดเกณฑ์พิจารณาการวัดประเมินผลมีความเหมาะสมกับผู้เรียน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง

ผลการประเมินความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ รายวิชา ฟิสิกส์ 4 ตามแนวคิดสเต็มศึกษา
 ผสานปรากฏการณ์เป็นฐาน (3PA) หน่วยการเรียนรู้ไฟฟ้าสถิต (ต่อ)

รายการประเมิน	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)					$\sum R$	ค่า IOC	ความ หมาย
	1	2	3	4	5			

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง การนำความรู้เกี่ยวกับไฟฟ้าสถิตไปใช้ประโยชน์ (ต่อ)								
6. ด้านการบันทึกหลังการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน								
6.1 มีรูปแบบการบันทึกเข้าใจง่าย	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
6.2 รูปแบบการบันทึกครอบคลุมครบถ้วน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
6.3 รูปแบบการบันทึกสามารถระบุปัญหา/อุปสรรคที่พบ เพื่อใช้ในการพัฒนาการจัดกิจกรรมในครั้งต่อไป	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง

ผลการประเมินความสอดคล้องแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ผลการประเมินความสอดคล้องของแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ฉบับก่อนเรียน และหลังเรียน จำนวน 18 ข้อ เพื่อนำไปใช้ในการสอบ 10 ข้อ ซึ่งประกอบด้วย แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ฉบับก่อนเรียน 5 ข้อ และแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ฉบับหลังเรียน 5 ข้อ แสดงผลดังต่อไปนี้

ผลการประเมินความสอดคล้องแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

รายการประเมิน	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)					$\sum R$	ค่า IOC	แปลผล
	1	2	3	4	5			
ฉบับก่อนเรียน								
ข้อที่ 1								
1) ข้อคำถามใช้ภาษาชัดเจน ตรงประเด็น	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
2) ข้อคำถามสอดคล้องกับประเภท ของความคิดสร้างสรรค์ที่ต้องการวัด	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
3) เวลาที่กำหนดในแต่ละข้อมี ความเหมาะสมกับความคิด สร้างสรรค์ที่ต้องการวัด	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
4) ข้อคำถามครอบคลุมประเด็นที่ ต้องการวัด	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
ข้อที่ 2								
1) ข้อคำถามใช้ภาษาชัดเจน ตรงประเด็น	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
2) ข้อคำถามสอดคล้องกับประเภท ของความคิดสร้างสรรค์ที่ต้องการวัด	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
3) เวลาที่กำหนดในแต่ละข้อมี ความเหมาะสมกับความคิด สร้างสรรค์ที่ต้องการวัด	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง

ผลการประเมินความสอดคล้องแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ (ต่อ)

รายการประเมิน	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)					$\sum R$	ค่า IOC	แปลผล
	1	2	3	4	5			
ข้อที่ 2 (ต่อ)								
4) ข้อคำถามครอบคลุมประเด็นที่ ต้องการวัด	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
ข้อที่ 3								
1) ข้อคำถามใช้ภาษาชัดเจน ตรงประเด็น	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
2) ข้อคำถามสอดคล้องกับประเภท ของความคิดสร้างสรรค์ที่ต้องการวัด	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
3) เวลาที่กำหนดในแต่ละข้อมี ความเหมาะสมกับความคิด สร้างสรรค์ที่ต้องการวัด	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
4) ข้อคำถามครอบคลุมประเด็นที่ ต้องการวัด	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
ข้อที่ 4								
1) ข้อคำถามใช้ภาษาชัดเจน ตรงประเด็น	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
2) ข้อคำถามสอดคล้องกับประเภท ของความคิดสร้างสรรค์ที่ต้องการวัด	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
3) เวลาที่กำหนดในแต่ละข้อมีความ เหมาะสมกับความคิดสร้างสรรค์ที่ ต้องการวัด	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
4) ข้อคำถามครอบคลุมประเด็นที่ ต้องการวัด	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
ข้อที่ 5								
1) ข้อคำถามใช้ภาษาชัดเจน ตรงประเด็น	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง

ผลการประเมินความสอดคล้องแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ (ต่อ)

รายการประเมิน	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)					$\sum R$	ค่า IOC	แปลผล
	1	2	3	4	5			
ข้อที่ 5 (ต่อ)								
2) ข้อคำถามสอดคล้องกับ ประเภทของความคิดสร้างสรรค์ ที่ต้องการวัด	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
3) เวลาที่กำหนดในแต่ละข้อมี ความเหมาะสมกับความคิด สร้างสรรค์ที่ต้องการวัด	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
4) ข้อคำถามครอบคลุมประเด็น ที่ต้องการวัด	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
ข้อที่ 6								
1) ข้อคำถามใช้ภาษาชัดเจน ตรงประเด็น	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
2) ข้อคำถามสอดคล้องกับ ประเภทของความคิดสร้างสรรค์ ที่ต้องการวัด	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
3) เวลาที่กำหนดในแต่ละข้อมี ความเหมาะสมกับความคิด สร้างสรรค์ที่ต้องการวัด	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
4) ข้อคำถามครอบคลุมประเด็น ที่ต้องการวัด	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
ข้อที่ 7								
1) ข้อคำถามใช้ภาษาชัดเจน ตรงประเด็น	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
2) ข้อคำถามสอดคล้องกับ ประเภทของความคิดสร้างสรรค์ ที่ต้องการวัด	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง

ผลการประเมินความสอดคล้องแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ (ต่อ)

รายการประเมิน	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)					$\sum R$	ค่า IOC	แปลผล
	1	2	3	4	5			
ข้อที่ 7 (ต่อ)								
3) เวลาที่กำหนดในแต่ละข้อมี ความเหมาะสมกับความคิด สร้างสรรค์ที่ต้องการวัด	+1	0	+1	+1	+1	4	0.80	สอดคล้อง
4) ข้อคำถามครอบคลุมประเด็น ที่ต้องการวัด	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
ข้อที่ 8								
1) ข้อคำถามใช้ภาษาชัดเจน ตรงประเด็น	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
2) ข้อคำถามสอดคล้องกับ ประเภทของความคิดสร้างสรรค์ ที่ต้องการวัด	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
3) เวลาที่กำหนดในแต่ละข้อมี ความเหมาะสมกับความคิด สร้างสรรค์ที่ต้องการวัด	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
4) ข้อคำถามครอบคลุมประเด็น ที่ต้องการวัด	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
ข้อที่ 9								
1) ข้อคำถามใช้ภาษาชัดเจน ตรงประเด็น	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
2) ข้อคำถามสอดคล้องกับ ประเภทของความคิดสร้างสรรค์ ที่ต้องการวัด	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
3) เวลาที่กำหนดในแต่ละข้อมี ความเหมาะสมกับความคิด สร้างสรรค์ที่ต้องการวัด	+1	0	+1	+1	+1	4	0.80	สอดคล้อง

ผลการประเมินความสอดคล้องแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ (ต่อ)

รายการประเมิน	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ					$\sum R$	ค่า IOC	แปลผล
	(คนที่)							
	1	2	3	4	5			
ฉบับหลังเรียน								
ข้อที่ 10								
1) ข้อคำถามใช้ภาษาชัดเจนตรงประเด็น	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
2) ข้อคำถามสอดคล้องกับประเภทของความคิดสร้างสรรค์ที่ต้องการวัด	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
3) เวลาที่กำหนดในแต่ละข้อมีความเหมาะสมกับความคิดสร้างสรรค์ที่ต้องการวัด	+1	0	+1	+1	+1	4	0.80	สอดคล้อง
4) ข้อคำถามครอบคลุมประเด็นที่ต้องการวัด	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
ข้อที่ 11								
1) ข้อคำถามใช้ภาษาชัดเจนตรงประเด็น	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
2) ข้อคำถามสอดคล้องกับประเภทของความคิดสร้างสรรค์ที่ต้องการวัด	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
3) เวลาที่กำหนดในแต่ละข้อมีความเหมาะสมกับความคิดสร้างสรรค์ที่ต้องการวัด	+1	+1	0	+1	+1	4	0.80	สอดคล้อง
4) ข้อคำถามครอบคลุมประเด็นที่ต้องการวัด	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
ข้อที่ 12								
1) ข้อคำถามใช้ภาษาชัดเจนตรงประเด็น	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง

ผลการประเมินความสอดคล้องแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ (ต่อ)

รายการประเมิน	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)					$\sum R$	ค่า IOC	แปลผล
	1	2	3	4	5			
ข้อที่ 12 (ต่อ)								
2) ข้อคำถามสอดคล้องกับ ประเภทของความคิดสร้างสรรค์ ที่ต้องการวัด	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
3) เวลาที่กำหนดในแต่ละข้อมี ความเหมาะสมกับความคิด สร้างสรรค์ที่ต้องการวัด	+1	0	+1	+1	+1	4	0.80	สอดคล้อง
4) ข้อคำถามครอบคลุมประเด็น ที่ต้องการวัด	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
ข้อที่ 13								
1) ข้อคำถามใช้ภาษาชัดเจน ตรงประเด็น	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
2) ข้อคำถามสอดคล้องกับ ประเภทของความคิดสร้างสรรค์ ที่ต้องการวัด	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
3) เวลาที่กำหนดในแต่ละข้อมี ความเหมาะสมกับความคิด สร้างสรรค์ที่ต้องการวัด	+1	0	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
4) ข้อคำถามครอบคลุมประเด็น ที่ต้องการวัด	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
ข้อที่ 14								
1) ข้อคำถามใช้ภาษาชัดเจน ตรงประเด็น	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
2) ข้อคำถามสอดคล้องกับ ประเภทของความคิดสร้างสรรค์ ที่ต้องการวัด	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง

ผลการประเมินความสอดคล้องแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ (ต่อ)

รายการประเมิน	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)					$\sum R$	ค่า IOC	แปลผล
	1	2	3	4	5			
ข้อที่ 14 (ต่อ)								
3) เวลาที่กำหนดในแต่ละข้อมี								
ความเหมาะสมกับความคิด	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
สร้างสรรค์ที่ต้องการวัด								
4) ข้อคำถามครอบคลุมประเด็น								
ที่ต้องการวัด	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
ข้อที่ 15								
1) ข้อคำถามใช้ภาษาชัดเจน								
ตรงประเด็น	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
2) ข้อคำถามสอดคล้องกับ								
ประเภทของความคิดสร้างสรรค์	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
ที่ต้องการวัด								
3) เวลาที่กำหนดในแต่ละข้อมี								
ความเหมาะสมกับความคิด	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
สร้างสรรค์ที่ต้องการวัด								
4) ข้อคำถามครอบคลุมประเด็น								
ที่ต้องการวัด	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
ข้อที่ 16								
1) ข้อคำถามใช้ภาษาชัดเจน								
ตรงประเด็น	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
2) ข้อคำถามสอดคล้องกับ								
ประเภทของความคิดสร้างสรรค์	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
ที่ต้องการวัด								
3) เวลาที่กำหนดในแต่ละข้อมี								
ความเหมาะสมกับความคิด	+1	0	+1	+1	+1	4	0.80	สอดคล้อง
สร้างสรรค์ที่ต้องการวัด								

ผลการประเมินความสอดคล้องแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ (ต่อ)

รายการประเมิน	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)					$\sum R$	ค่า IOC	แปลผล
	1	2	3	4	5			
ข้อที่ 16 (ต่อ)								
4) ข้อคำถามครอบคลุมประเด็น ที่ต้องการวัด	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
ข้อที่ 17								
1) ข้อคำถามใช้ภาษาชัดเจน ตรงประเด็น	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
2) ข้อคำถามสอดคล้องกับ ประเภทของความคิดสร้างสรรค์ ที่ต้องการวัด	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
3) เวลาที่กำหนดในแต่ละข้อมี ความเหมาะสมกับความคิด สร้างสรรค์ที่ต้องการวัด	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
4) ข้อคำถามครอบคลุมประเด็น ที่ต้องการวัด	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
ข้อที่ 18								
1) ข้อคำถามใช้ภาษาชัดเจน ตรงประเด็น	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
2) ข้อคำถามสอดคล้องกับ ประเภทของความคิดสร้างสรรค์ ที่ต้องการวัด	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
3) เวลาที่กำหนดในแต่ละข้อมี ความเหมาะสมกับความคิด สร้างสรรค์ที่ต้องการวัด	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
4) ข้อคำถามครอบคลุมประเด็น ที่ต้องการวัด	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง

**ผลการประเมินความสอดคล้องความเป็นคู่ขนานกันของแบบวัดความคิด
สร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ฉบับก่อนเรียนและหลังเรียน**

ผลการประเมินความสอดคล้องความเป็นคู่ขนานกันของแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทาง
วิทยาศาสตร์ฉบับก่อนเรียนและหลังเรียน จำนวน 9 คู่ เพื่อนำไปใช้ในการสอบ 5 คู่ แสดงดังต่อไปนี้

ผลการประเมินความสอดคล้องความเป็นคู่ขนานกันของแบบวัดความคิดสร้างสรรค์
ทางวิทยาศาสตร์ ฉบับก่อนเรียนและหลังเรียน

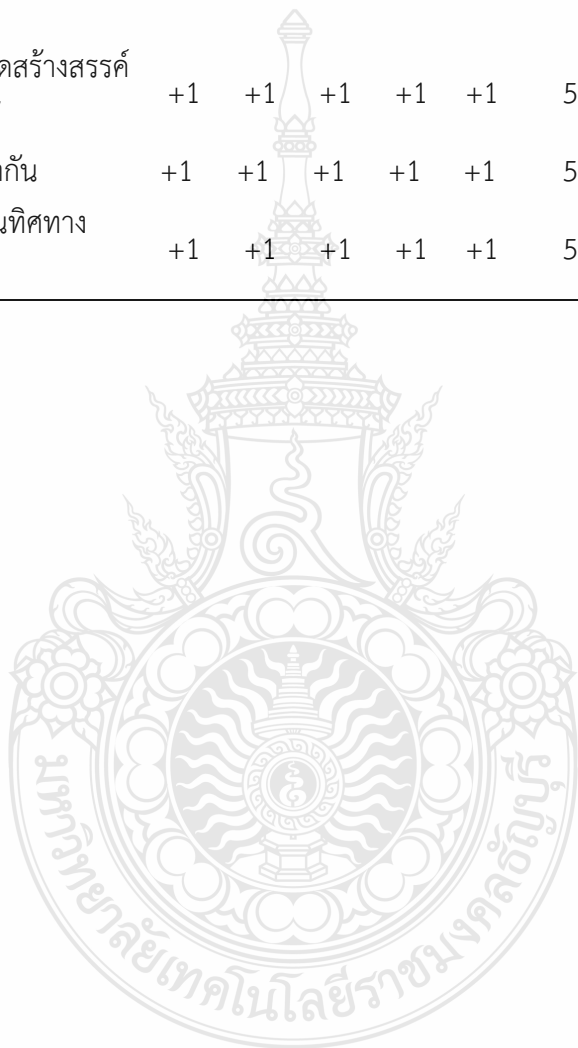
รายการประเมิน	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)					$\sum^R$	ค่า IOC	แปลผล
	1	2	3	4	5			
ข้อสอบคู่ที่ 1								
1) สามารถวัดความคิดสร้างสรรค์ ในประเด็นเดียวกันได้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
2) มีความยากง่ายเท่ากัน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
3) ข้อคำถามเป็นไปในทิศทาง เดียวกัน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
ข้อสอบคู่ที่ 2								
1) สามารถวัดความคิดสร้างสรรค์ ในประเด็นเดียวกันได้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
2) มีความยากง่ายเท่ากัน	+1	+1	0	+1	+1	4	0.80	สอดคล้อง
3) ข้อคำถามเป็นไปในทิศทาง เดียวกัน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
ข้อสอบคู่ที่ 3								
1) สามารถวัดความคิดสร้างสรรค์ ในประเด็นเดียวกันได้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
2) มีความยากง่ายเท่ากัน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
3) ข้อคำถามเป็นไปในทิศทาง เดียวกัน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง

ผลการประเมินความสอดคล้องความเป็นคู่ขนานกันของแบบวัดความคิดสร้างสรรค์
ทางวิทยาศาสตร์ฉบับก่อนเรียนและหลังเรียน (ต่อ)

รายการประเมิน	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)					$\sum^R$	ค่า IOC	แปลผล
	1	2	3	4	5			
ข้อสอบคู่ที่ 4								
1) สามารถวัดความคิดสร้างสรรค์ ในประเด็นเดียวกันได้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
2) มีความยากง่ายเท่ากัน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
3) ข้อคำถามเป็นไปในทิศทาง เดียวกัน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
ข้อสอบคู่ที่ 5								
1) สามารถวัดความคิดสร้างสรรค์ ในประเด็นเดียวกันได้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
2) มีความยากง่ายเท่ากัน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
3) ข้อคำถามเป็นไปในทิศทาง เดียวกัน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
ข้อสอบคู่ที่ 6								
1) สามารถวัดความคิดสร้างสรรค์ ในประเด็นเดียวกันได้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
2) มีความยากง่ายเท่ากัน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
3) ข้อคำถามเป็นไปในทิศทาง เดียวกัน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
ข้อสอบคู่ที่ 7								
1) สามารถวัดความคิดสร้างสรรค์ ในประเด็นเดียวกันได้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
2) มีความยากง่ายเท่ากัน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
3) ข้อคำถามเป็นไปในทิศทาง เดียวกัน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง

ผลการประเมินความสอดคล้องความเป็นคู่ขนานกันของแบบวัดความคิดสร้างสรรค์
ทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน (ต่อ)

รายการประเมิน	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)					$\sum^R$	ค่า IOC	แปลผล
	1	2	3	4	5			
ข้อสอบคู่ที่ 8								
1) สามารถวัดความคิดสร้างสรรค์ ในประเด็นเดียวกันได้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
2) มีความยากง่ายเท่ากัน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
3) ข้อคำถามเป็นไปในทิศทาง เดียวกัน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง



คุณภาพของแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ฉบับก่อนเรียน แสดงดังตารางที่ ๓.4 และฉบับหลังเรียน แสดงดังต่อไปนี้

ค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
ฉบับก่อนเรียน

ข้อที่	ค่าความยากง่าย	ความหมาย	ค่าอำนาจจำแนก	ความหมาย
1	0.73	ความยากพอเหมาะ	0.60	จำแนกได้ดีมาก
2	0.58	ความยากพอเหมาะ	0.48	จำแนกได้ดีมาก
3	0.62	ความยากพอเหมาะ	0.54	จำแนกได้ดีมาก
4	0.68	ความยากพอเหมาะ	0.52	จำแนกได้ดีมาก
5	0.45	ความยากพอเหมาะ	0.35	จำแนกได้ดีมาก

ค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
ฉบับหลังเรียน

ข้อที่	ค่าความยากง่าย	ความหมาย	ค่าอำนาจจำแนก	ความหมาย
1	0.78	ความยากพอเหมาะ	0.62	จำแนกได้ดีมาก
2	0.61	ความยากพอเหมาะ	0.53	จำแนกได้ดีมาก
3	0.73	ความยากพอเหมาะ	0.61	จำแนกได้ดีมาก
4	0.65	ความยากพอเหมาะ	0.58	จำแนกได้ดีมาก
5	0.49	ความยากพอเหมาะ	0.39	จำแนกได้ดีมาก

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ - นามสกุล	นางสาวสายรุ้ง ทองสูง
วัน เดือน ปีเกิด	วันที่ 29 มีนาคม 2535
ที่อยู่	12/49 ถนนเทศบาล 2 ตำบลสระแก้ว อำเภอเมืองสระแก้ว จังหวัดสระแก้ว 27000
การศึกษา	ปริญญาตรี วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ประกาศนียบัตรบัณฑิต (วิชาชีพครู) หลักสูตรประกาศนียบัตรบัณฑิตวิชาชีพครู คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ประวัติการทำงาน	ข้าราชการครู โรงเรียนสระแก้ว ตำบลสระแก้ว อำเภอเมืองสระแก้ว จังหวัดสระแก้ว สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาสระแก้ว
โทรศัพท์	09-4545-4124
อีเมล	sayrung_t@mail.rmutt.ac.th

