



การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
วิชาฟิสิกส์ เรื่อง ไฟฟ้ากระแส ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิด

วิทยานิพนธ์

ของ

จิราภรณ์ บงศ์บุตร

เสนอต่อมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
หลักสูตรปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์

ธันวาคม 2566

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
วิชาฟิสิกส์เรื่อง ไฟฟ้ากระแส ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิด

วิทยานิพนธ์

ของ

จิราภรณ์ บงศ์บุตร

เสนอต่อมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
หลักสูตรปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์

ธันวาคม 2566

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

DEVELOPMENT OF PROBLEM-SOLVING ABILITIES AND LEARNING
ACHIEVEMENT OF MATHAYOMSUKSA 5 STUDENTS ON
THE TOPIC OF ELECTRICITY USING LEARNING MANAGEMENT
BASED ON STEM EDUCATION AND MIND MAPPING

BY
JIRAPORN BONGBUT

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for
The Master of Education Degree in Science Teaching
at Sakon Nakhon Rajabhat University
December 2023

All Rights Reserved by Sakon Nakhon Rajabhat University



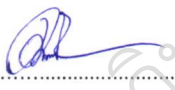
ใบรับรองวิทยานิพนธ์
มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์

ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์ การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ไฟฟ้ากระแส
โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิด

ชื่อผู้ทำวิทยานิพนธ์ จิราภรณ์ บงศ์บุตร

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

 ประธานกรรมการสอบ กรรมการสอบและ
(รองศาสตราจารย์อนันต์ ปานศุภวัชร) (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.หรรษกร วรธนะสาร) ประธานที่ปรึกษา
วิทยานิพนธ์

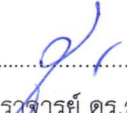
 กรรมการสอบ กรรมการสอบและ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรุณรัตน์ คำแหงพล) แต่งตั้งเพิ่มเติม (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ถาดทอง ปานศุภวัชร) กรรมการที่ปรึกษา
วิทยานิพนธ์

 กรรมการสอบ
(ดร.สกลรัตน์ สวัสดิ์มูล) ผู้ทรงคุณวุฒิ

คณะกรรมการบริหารหลักสูตรรับรองแล้ว

บัณฑิตวิทยาลัยรับรองแล้ว


(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรุณรัตน์ คำแหงพล)
ประธานหลักสูตร
มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร


(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุศักดิ์ แสนทวีสุข)
ผู้อำนวยการบัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

เมื่อวันที่ 27 เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2566
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

ประกาศคุณูปการ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ดี ด้วยความกรุณาและความช่วยเหลือเป็นอย่างดีจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.หรรษกร วรธนะสาร ประธานกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ถาดทอง ปานศุภวัชร กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาแนะนำ เสนอแนะ และตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความเอาใจใส่ตลอดมา ตั้งแต่เริ่มต้น จนสำเร็จเรียบร้อย ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง และขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่านที่ให้การช่วยเหลือการทำวิจัยครั้งนี้เป็นอย่างดี

ขอขอบพระคุณ ดร. อรุณรัตน์ คำแหงพล อาจารย์ประจำสาขาวิชา วิทยาศาสตร์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรศักดิ์ แสนทวีสุข ผู้อำนวยการบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร นายรุ่งทิวากรณ์กาญจน์ ศรีบุญไชย ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โรงเรียนโพธิ์งามศึกษา และนางพรพิศ แสนมนตรี ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โรงเรียนอากาศอำนวยศึกษา ที่ได้กรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญแนะนำ เสนอแนะและตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องด้วยความเอาใจใส่ จนได้เครื่องมือที่มีคุณภาพ

ขอขอบพระคุณ นายธนากร แก้วบัวสา ผู้อำนวยการโรงเรียน ที่ให้ความอนุเคราะห์ใช้สถานศึกษาในการทดลองใช้เครื่องมือและการเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัยในครั้งนี้ และขอขอบใจนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 และ 6 โรงเรียนโพธิ์งามศึกษา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาสกลนคร ที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดี ในการทดลองและเก็บข้อมูล ส่งผลให้งานวิจัยสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

คุณค่าและประโยชน์จากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบแด่บิดา มารดาของผู้วิจัย และบูรพาจารย์ทุกท่าน ที่ได้อบรมสั่งสอนจนผู้วิจัยสามารถดำรงตนและบรรลุผลสำเร็จในปัจจุบัน

จิราภรณ์ บงศ์บุตร

ชื่อเรื่อง	การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ไฟฟ้ากระแส โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิด
ผู้วิจัย	จิราภรณ์ บงศ์บุตร
กรรมการที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.หรรษกร วรรณะสาร ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ถาดทอง ปานศุภวัชร
ปริญญา	ค.ม. (การสอนวิทยาศาสตร์)
สถาบัน	มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
ปีที่พิมพ์	2566

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมายเพื่อ 1) สร้างแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ไฟฟ้ากระแส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิด ให้มีประสิทธิภาพเกณฑ์ 80/80 2) เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนเรียนและหลังเรียน 3) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนเรียนและหลังเรียน และ 4) ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิด กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 โรงเรียนโพธารามศึกษา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาสกลนคร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 30 คน ได้มาโดยการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิด แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบสอบถามความพึงพอใจ สถิติที่ใช้ ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติทดสอบค่าทีแบบกลุ่มที่ไม่เป็นอิสระต่อกัน

ผลการวิจัยพบว่า

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ไฟฟ้ากระแส มีประสิทธิภาพเท่ากับ 80.59/83.05 เป็นไปตามเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้

2. ความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

4. ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิด อยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.61

คำสำคัญ: ความสามารถในการแก้ปัญหา สะเต็มศึกษา แผนผังความคิด
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

TITLE	Development of Problem–Solving Abilities and Learning Achievement of Mathayomsuksa 5 Students on the Topic of Electricity Using Learning Management Based on STEM Education and Mind Mapping
AUTHOR	Jiraporn Bongbut
ADVISORS	Asst. Prof. Dr. Hassakorn Wattanasarn Asst. Prof. Dr. Thardthong Pansuppawat
DEGREE	M.Ed. (Science Teaching)
INSTITUTION	Sakon Nakhon Rajabhat University
YEAR	2023

ABSTRACT

The purposes of this research were to: 1) develop lesson plans on the topic of electricity for Mathayomsuksa 5 students using the learning management based on STEM education and mind mapping to meet the efficiency of 80/80, 2) compare the students' problem–solving abilities before and after the intervention, 3) compare the students' learning achievement before and after the intervention, and 4) examine the students' satisfaction toward the developed learning management. The sample, obtained through a cluster random sampling, consisted of 30 Mathayomsuksa students studying in class 5/1 at Phonngamsuksa School under Sakon Nakhon Primary Educational Service Area Office, during the first semester of the academic year 2023. The instruments included the lesson plans based on STEM education and mind mapping, a test assessing problem–solving abilities, a learning achievement test, and a satisfaction questionnaire. The statistics for data analysis included mean, standard deviation, percentage, and t–test for Dependent Samples.

The research results were as follows:

1. The lesson plans on the topic of electricity based on STEM education and mind mapping for Mathayomsuksa 5 students, achieved the efficiency of 80.59/83.05, which was higher than the criteria set of 80/80.

2. The problem-solving abilities of Mathayomsuksa 5 students after the intervention were higher than those before at the .01 statistical significance level.

3. The learning achievement of Mathayomsuksa 5 students after the intervention was higher than that before at the .01 statistical significance level.

4. The satisfaction of Mathayomsuksa 5 students toward the developed learning management was at the highest level, with a mean score of 4.61 percent.

Keywords: Problem-Solving Abilities, STEM Education, Mind Mapping, Learning Achievement

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ	1
ภูมิหลัง	1
คำถามของการวิจัย	5
ความมุ่งหมายของการวิจัย	5
สมมติฐานของการวิจัย	6
ความสำคัญของการวิจัย	6
ขอบเขตของการวิจัย	6
กรอบแนวคิดของการวิจัย	8
นิยามศัพท์เฉพาะ	9
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	13
หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551	15
วิสัยทัศน์	15
หลักการของหลักสูตร	15
จุดหมายของหลักสูตร	16
สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน	16
คุณลักษณะอันพึงประสงค์	17
มาตรฐานการเรียนรู้ของหลักสูตร	18
หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551	
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	
(ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560)	19
ความสำคัญของวิทยาศาสตร์	19
เป้าหมายของวิทยาศาสตร์	20
สาระสำคัญของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพิ่มเติม	20
สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพิ่มเติม	21

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
คุณภาพผู้เรียน	23
ผลการเรียนรู้ และสาระการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม รายวิชา ฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5	27
คำอธิบายรายวิชา	38
หน่วยการเรียนรู้รายวิชาฟิสิกส์	40
การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา	41
ความหมายของสะเต็มศึกษา	41
ประวัติความเป็นมาของสะเต็มศึกษา	42
แนวคิด ทฤษฎีพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษา	43
สะเต็มศึกษากับการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21	46
บทบาทของครูและนักเรียนในการใช้สะเต็มศึกษา เพื่อจัดการเรียนรู้	49
การวัดและประเมินผลการเรียนรู้สำหรับสะเต็มศึกษา	50
ความสามารถในการแก้ปัญหา	54
ความหมายของแก้ปัญหา	54
ความสามารถในการแก้ปัญหา	55
แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการแก้ปัญหา	56
ขั้นตอนในการแก้ปัญหา	59
การสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา	62
ลักษณะของเครื่องมือวัดความสามารถในการแก้ปัญหา	63
แผนผังความคิด	65
ความหมายของแผนผังความคิด	65
กฎเกณฑ์พื้นฐานของการสร้างแผนผังความคิด	67
หลักการสร้างแผนผังความคิด	68
วิธีการเขียนแผนผังความคิด	72
ประโยชน์ของแผนผังความคิดกับการเรียนการสอน	75

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
เทคนิคการสอนด้วยแผนผังความคิด	75
เปรียบเทียบขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา และขั้นตอนการ จัดเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิด	76
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	79
ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	79
ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	80
ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	80
ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	81
ลักษณะของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดี	83
การวัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์	84
ความพึงพอใจ	85
ความหมายของความพึงพอใจ	85
แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจ	86
หลักการในการสร้างแบบสอบถามวัดความพึงพอใจ	87
การวัดและประเมินผลความพึงพอใจ	89
ประสิทธิภาพของเครื่องมือวิจัย	90
ความหมายของประสิทธิภาพ	90
การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ	91
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	92
งานวิจัยในประเทศ	92
งานวิจัยต่างประเทศ	94
3 วิธีการดำเนินการวิจัย	97
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	97
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	98

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
การสร้างและหาประสิทธิภาพของเครื่องมือ	98
แบบแผนการวิจัย	114
การเก็บรวบรวมข้อมูล	114
การวิเคราะห์ข้อมูล	116
สถิติที่ใช้ในการวิจัย	116
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	121
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	121
ลำดับขั้นตอนในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล	122
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	123
ตอนที่ 1 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ	123
ตอนที่ 2 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ	130
5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	137
ความมุ่งหมายของการวิจัย	137
สมมติฐานของการวิจัย	138
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	138
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	139
วิธีการดำเนินการวิจัย	139
การวิเคราะห์ข้อมูล	140
สรุปผลการวิจัย	141
อภิปรายผลการวิจัย	142
ข้อเสนอแนะ	147
บรรณานุกรม	149

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
ภาคผนวก	167
ภาคผนวก ก รายชื่อผู้เชี่ยวชาญและหนังสือขอความอนุเคราะห์	169
ภาคผนวก ข ผลการประเมินและวิเคราะห์เครื่องมือวิจัย	179
ภาคผนวก ค ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	197
ภาคผนวก ง ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับ แผนผังความคิด	213
ภาคผนวก จ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	299
ประวัติย่อของผู้วิจัย	323

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 ผลการเรียนรู้ และสาระการเรียนรู้รายวิชาฟิสิกส์ มาตรฐานการเรียนรู้ ข้อที่ 3	28
2 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของหน่วยการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ จำนวนชั่วโมง	40
3 เปรียบเทียบแนวปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์	44
4 การเปรียบเทียบขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา และขั้นตอน การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิด	77
5 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ จุดประสงค์ การเรียนรู้ สมรรถนะสำคัญ ความสามารถในการแก้ปัญหา กิจกรรมการเรียนรู้ ภาระงาน/ชิ้นงาน และการวัดผลประเมินผล ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5	99
6 เวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้	107
7 วิธีการดำเนินการวิจัยแบบ One – Group Pretest – Posttest Design	114
8 การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) ของการจัดการเรียนรู้ โดยใช้แผนจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิด เรื่อง ไฟฟ้ากระแส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5	123
9 การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) ของการจัดการเรียนรู้ โดยใช้แผนจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิด เรื่อง ไฟฟ้ากระแส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5	124
10 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของแผนจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ร่วมกับแผนผังความคิด เรื่อง ไฟฟ้ากระแส ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5	125
11 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาก่อนเรียนและหลังเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่องไฟฟ้ากระแส โดยการจัดการเรียนรู้แบบ สะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิด	126

บัญชีตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
12 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ไฟฟ้ากระแส โดยการจัดการเรียนรู้แบบ สะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิด	127
13 ผลการศึกษาความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ร่วมกับแผนผังความคิด เรื่อง ไฟฟ้ากระแส	128
14 การประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับ แผนผังความคิด เรื่อง ไฟฟ้ากระแส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 5	181
15 ผลการประเมินดัชนีความสอดคล้องกับจุดประสงค์ระหว่างแผนการจัดการ เรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิด เรื่อง ไฟฟ้ากระแส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5	184
16 ผลการประเมินดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนกับแผนการจัดการเรียนรู้ (IOC) เรื่อง ไฟฟ้ากระแส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5	186
17 ค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับของ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ไฟฟ้ากระแส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5	188
18 ผลการประเมินดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดความสามารถใน การแก้ปัญหากับแผนการจัดการเรียนรู้ (IOC) หน่วย เรื่อง ไฟฟ้ากระแส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5	190
19 ค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับของ แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่อง ไฟฟ้ากระแส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5	192
20 ผลการประเมินดัชนีความสอดคล้องแบบสอบถามความพึงพอใจของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5	194

บัญชีตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
21 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลหาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยการ จัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิด เรื่อง ไฟฟ้ากระแส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5	199
22 ผลการวิเคราะห์คะแนนองค์ประกอบความสามารถในการแก้ปัญหาของ นักเรียนก่อนเรียน	201
23 ผลการวิเคราะห์คะแนนองค์ประกอบความสามารถในการแก้ปัญหาของ นักเรียนหลังเรียน	203
24 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาของ นักเรียนก่อนเรียน และหลังเรียน	205
25 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ก่อนเรียน และหลังเรียน	207
26 ผลการวิเคราะห์คะแนนความพึงพอใจ ของนักเรียนที่มีต่อการจัดการ เรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมแผนผังความคิด เรื่อง ไฟฟ้ากระแส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5	209

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 กรอบแนวคิดในการวิจัย	8
2 กรอบแนวคิดเพื่อการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21	47
3 การศึกษาเรียนรู้ตลอดชีวิต	48
4 ตัวอย่างแผนผังความคิด	66
5 แผนผังแบบกิ่งไม้	69
6 แผนผังวงจร	69
7 แผนผังใยแมงมุม	70
8 แผนผังกังปลา	70
9 แผนผังตารางเปรียบเทียบ	71
10 แผนผังวงกลมทับเหลื่อม	71
11 บรรยากาศการจัดการเรียนการสอนทฤษฎี	132
12 ตัวอย่างที่นักเรียนออกแบบการสร้างไฟฉายจากหลอด LED	132
13 ตัวอย่างที่นักเรียนออกแบบการสร้างไฟฉายจากหลอด LED	133
14 บรรยากาศนักเรียนศึกษาร่วมกันทำกิจกรรมภายในกลุ่ม	133
15 ตัวอย่างผลงานนักเรียนในการสร้างไฟฉาย และแต่ละกลุ่มร่วมกัน สรุปองค์ความรู้ เพื่อนำมาเขียนเป็นแผนผังความคิด	134
16 ตัวอย่างแผนผังความคิดสรุปองค์ความรู้ที่เกิดจากการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ไฟฟ้ากระแส	134
17 ตัวอย่างแผนผังความคิดสรุปองค์ความรู้ที่เกิดจากการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ไฟฟ้ากระแส	135
18 ตัวอย่างแผนผังความคิดสรุปองค์ความรู้ที่เกิดจากการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ไฟฟ้ากระแส	135

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

ประเทศไทยได้ให้ความสำคัญกับการศึกษาในฐานะปัจจัยสำคัญในการขับเคลื่อนการพัฒนาประเทศอย่างต่อเนื่อง โดยมุ่งเน้นให้ประชาชนทุกคนสามารถเข้าถึงโอกาสทางการศึกษาอย่างเท่าเทียมและมีคุณภาพ พร้อมทั้งพัฒนาระบบบริหารจัดการการศึกษาให้มีประสิทธิภาพ และเสริมสร้างศักยภาพของกำลังคนให้มีทักษะที่ตอบสนองต่อความต้องการของตลาดแรงงานและการเติบโตของประเทศ การจัดการศึกษาต้องสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐกิจ สังคม วัฒนธรรม สภาพแวดล้อม และความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็ว เพื่อพัฒนาและเสริมสร้างศักยภาพคนของชาติให้สามารถเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศ โดยการยกระดับคุณภาพการศึกษาและการเรียนรู้ให้มีคุณภาพและมาตรฐานระดับสากล สอดคล้องกับประเทศไทย 4.0 และโลกในศตวรรษที่ 21 และทัดเทียมกับนานาชาติผู้เรียนมีศักยภาพในการแข่งขันและดำรงชีวิตอย่างสร้างสรรค์ในประชาคมโลก (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2560, หน้า 5) ดังนั้นวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจึงมีบทบาทสำคัญในการช่วยผลักดันการเปลี่ยนแปลงที่สำคัญของประเทศ การพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมให้ก้าวหน้ายิ่งขึ้น ควบคู่ไปกับบทบาทที่เพิ่มขึ้นของวิทยาศาสตร์ในชีวิตประจำวันและงานอาชีพ ทำให้ผู้คนสามารถพัฒนากระบวนการคิด ทั้งด้านเหตุผล ความคิดสร้างสรรค์ การวิเคราะห์ และการวิจารณ์ อีกทั้งยังเสริมสร้างทักษะในการค้นคว้าและแสวงหาความรู้ ซึ่งนำไปสู่การแก้ไขปัญหาอย่างเป็นระบบ (ธนวรรธน์ ศรีวิบูลย์รัตน์ และอังคณา อ่อนธานี, 2562, หน้า 198)

การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มุ่งพัฒนาให้ผู้เรียนเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ส่งเสริมทักษะในการสืบค้นข้อมูลและสร้างองค์ความรู้ใหม่ผ่านกระบวนการแสวงหาความรู้และการแก้ปัญหาที่หลากหลายสถานการณ์ อีกทั้งยังให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้

ทุกขั้นตอนผ่านกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้ลงมือปฏิบัติจริงในรูปแบบที่หลากหลาย (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, หน้า 3) อีกทั้งการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เป็นสิ่งสำคัญที่ช่วยในการพัฒนาประเทศ ซึ่งการจัดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพครูผู้สอนต้องจัดการเรียนรู้โดยเน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง เน้นการพัฒนาองค์ความรู้ ทักษะการคิดแก้ปัญหา ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และทักษะที่จำเป็นสำหรับศตวรรษที่ 21 (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560, หน้า 1-42) เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณภาพ และเกิดสมรรถนะสำคัญของผู้เรียนในด้านต่าง ๆ ในด้านความสามารถในการสื่อสาร การคิด การแก้ปัญหา การใช้ทักษะชีวิต และการใช้เทคโนโลยี (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, หน้า 55)

จากการศึกษาสภาพการเรียนรู้การสอนและวิเคราะห์ข้อมูลผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนในวิชาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนโพธิ์งามศึกษา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาสกลนคร พบว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ค่อนข้างต่ำมากเมื่อเทียบกับกลุ่มวิชาอื่น โดยผลการประเมินการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติ (O-NET) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนโพธิ์งามศึกษา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาสกลนคร ในระหว่างปีการศึกษา 2563-2565 รายวิชาวิทยาศาสตร์มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 27.48 27.15 และ 25.87 ตามลำดับ และเมื่อแยกเฉลี่ยเป็นแต่ละมาตรฐานการเรียนรู้ พบว่ามาตรฐานการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ปีการศึกษา 25624มาตรฐาน ว 4.1 มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 27.91 และมาตรฐาน ว 4.2 คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 39.92 และปีการศึกษา 2563 - 2564 มาตรฐาน ว 2.3 มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 18.38 และ 24.92 สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (2563, 2564 และ 2565) จากผลการประเมินการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติ วิชาฟิสิกส์เป็นอีกหนึ่งมาตรฐานการเรียนรู้ที่โรงเรียนควรเร่งพัฒนา เนื่องจากมีคะแนนเฉลี่ยของโรงเรียนต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยระดับประเทศ เพื่อหาแนวทางในการปรับปรุงวิธีการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษาของผู้เรียนให้เป็นไปตามเป้าหมาย

ฟิสิกส์เป็นสาขาวิชาที่อยู่ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งมีบทบาทสำคัญในการพัฒนาวิศวกรรมและเทคโนโลยีแขนงต่าง ๆ นอกจากนี้ ฟิสิกส์ยังเป็นรากฐานของศาสตร์หลายแขนง โดยทฤษฎีและองค์ความรู้ทางฟิสิกส์สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในสาขาวิชาต่าง ๆ ได้อย่างกว้างขวาง อย่างไรก็ตาม การจัดการเรียนรู้วิชานี้ยังคงเผชิญกับความท้าทายอยู่ไม่น้อย เนื่องจากเนื้อหาวิชาที่ยากและเป็นนามธรรมและ

ต้องใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมด้วย ทำให้ยากต่อการทำความเข้าใจ จำเป็นต้องอาศัยกระบวนการคิดขั้นสูง ความสามารถในการเชื่อมโยงองค์ความรู้หลาย ๆ ด้าน ทั้งความสามารถในการแก้ปัญหา ความสามารถในการสื่อสาร และความสามารถตัดสินใจ (ธนวรรณ ศรีวิบูลย์รัตน์ และอังคณา อ่อนธานี, 2562, หน้า 198) การสอนฟิสิกส์ในปัจจุบันของครูผู้สอนที่ยังมีลักษณะครูเป็นศูนย์กลางของการจัดการเรียนรู้ โดยมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้รับความรู้และความเข้าใจในโมโนทัศน์ทางฟิสิกส์ ซึ่งคล้ายกับแนวทางการสอนในอดีตที่มีรูปแบบการสอนแบบยึดครูเป็นศูนย์กลาง (อัศวรัฐ นามะกันดา, 2550, หน้า 1) จะเห็นได้ว่าการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการถ่ายทอดความรู้แก่ผู้เรียน ถือเป็นการสอนที่ไม่เหมาะสมและไม่ได้ผลสำหรับนักเรียนส่วนใหญ่ (เกริก คักดีสุภาพ, 2561, หน้า 13) เพราะการจัดการเรียนรู้ที่มีเพียงการบรรยายไม่สามารถทำให้ผู้เรียนเข้าใจทฤษฎีหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเต็มที่ และไม่สามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาที่มีลักษณะประยุกต์ได้ (สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ, 2545, หน้า 123) ดังนั้น การจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาความรู้ความสามารถในการแก้ปัญหาจึงเป็นสิ่งที่สำคัญต่อการเรียนวิชาฟิสิกส์อย่างมาก (เสาวภาคย์ พรสุริวงศ์ และอภิชาติ สังข์ทอง, 2563, หน้า 32)

ความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นกระบวนการที่ใช้สติปัญญา ความรู้ความจำ ประสบการณ์มาบูรณาการ เพื่อหาแนวทางในการแก้ปัญหาที่ดีที่สุด และนำไปปฏิบัติจนบรรลุเป้าหมาย อีกทั้งยังเป็นทักษะที่สำคัญสำหรับศตวรรษที่ 21 และสมรรถนะสำคัญของผู้เรียนจะต้องส่งเสริมและพัฒนาให้ผู้เรียนมีคุณภาพตามมาตรฐานที่กำหนด ซึ่งมี ความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของบุคคลในสังคม เพราะการดำรงชีวิตในสังคมนั้น บุคคลจะต้องเผชิญกับปัญหาอยู่เสมอ เนื่องจากปัญหาเป็นกิจกรรมที่เกิดขึ้นตลอดชีวิตของบุคคล บุคคลที่มีความสามารถในการแก้ปัญหาและสามารถเผชิญกับปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในชีวิตได้อย่างเหมาะสม จะทำให้สามารถดำรงชีวิตได้อย่างมีความสุข จึงจำเป็นที่บุคคลต้องเรียนรู้วิธีแก้ปัญหาเพื่อจะได้สามารถกระทำการต่าง ๆ ให้บรรลุจุดมุ่งหมายในการดำเนินชีวิต ซึ่งผู้ที่มีทักษะการคิดแก้ปัญหาจะสามารถเผชิญกับสภาวะสังคมที่สับสนวุ่นวายได้อย่างเข้มแข็งและมีความสุข (อาทิตยา ขาวพราย, 2562, หน้า 56)

สะเต็มศึกษา (STEM Education) คือการเรียนรู้ที่เชื่อมโยงและบูรณาการหลายสาขาวิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ โดยเน้นการผสมผสานจุดเด่นและวิธีการสอนของแต่ละสาขาอย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้จากทุกด้านไปใช้ในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้อย่างครบถ้วน การสืบเสาะค้นคว้า การสร้างองค์ความรู้ การสื่อสารและการสร้างสรรค์พัฒนาสิ่งต่าง ๆ ให้ดียิ่งขึ้น

(ธารทิพย์ ช้วน และขวัญชัย ช้วน, 2562, หน้า 4) เน้นให้ผู้เรียนนำความรู้มาใช้ในการคิดแก้ปัญหา ค้นคว้าและพัฒนาสิ่งต่าง ๆ ในสถานการณ์โลกปัจจุบัน เพื่อพัฒนาทักษะการเรียนรู้และทักษะที่สำคัญให้กับผู้เรียนสามารถตอบสนองต่อการดำรงชีวิตในปัจจุบันและอนาคต

แผนผังความคิด (Mind Mapping) เป็นเทคนิคที่สามารถเพิ่มพูนความรู้ความจำ โดยแผนผังความคิดเป็นการนำเอาทฤษฎีของสมองไปใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด สามารถช่วยให้ผู้เรียนสามารถจดจำ นำเสนอข้อมูล และแก้ไขปัญหาได้ เป็นประโยชน์ทั้งการนำไปใช้在学习上 ด้านชีวิตประจำวัน และด้านการทำงาน (สุวิทย์ มูลคำ, 2547, หน้า 29) การที่นักเรียนสามารถแยกแยะและสรุปความคิดเป็นขั้นตอน พร้อมทั้งจัดทำเป็นแผนผัง ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาที่เรียนได้ชัดเจนยิ่งขึ้น (สุกัญญา ผาโล, 2554, หน้า 3) นักเรียนมีการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ (สุพรรณษา บุตตเชียว และสิทธิพล อาจอินทร์, 2560, หน้า 245) การจัดการเรียนรู้ที่ทำให้ผู้เรียนเกิดทักษะความสามารถในการแก้ปัญหา และการนำเทคนิคแผนผังความคิดมาผนวกกับการจัด การเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเพื่อให้ผู้เรียนสรุปองค์ความรู้หรือข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้จากการเรียนรู้มาสร้างเป็นแผนผังซึ่งจะทำให้ผู้เรียนมองภาพโดยรวมขององค์ความรู้ต่าง ๆ ตั้งแต่ต้นจนจบการเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้น

จากเหตุผลและสภาพปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยจึงนำการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ร่วมกับแผนผังความคิดมาพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ไฟฟ้ากระแส เพื่อส่งเสริมและพัฒนาให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น มีทักษะการคิดแก้ปัญหา สร้างความรู้ด้วยตนเองผ่านประสบการณ์ตรง ซึ่งส่งผลต่อการพัฒนาความคิดอย่างเป็นระบบ การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาของผู้เรียน และสามารถนำองค์ความรู้และประสบการณ์ที่มีอยู่มาใช้ในการคิดแก้ปัญหาที่จะเกิดขึ้นได้ ตลอดจนเป็นประโยชน์ต่อผู้สอนและผู้ที่เกี่ยวข้องใช้เป็นแนวทางจัดประสบการณ์พัฒนาความสามารถด้านอื่น ๆ ให้กับนักเรียนต่อไป

คำถามของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดคำถามของการวิจัยไว้ ดังนี้

1. ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ไฟฟ้ากระแส มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 หรือไม่
2. ความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ไฟฟ้ากระแส โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิด หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนหรือไม่
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ไฟฟ้ากระแส โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิด หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนหรือไม่
4. ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 อยู่ในระดับใด

ความมุ่งหมายของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดความมุ่งหมายของการวิจัยเพื่อ

1. สร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ไฟฟ้ากระแส ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80
2. เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ไฟฟ้ากระแส ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิด
3. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ไฟฟ้ากระแส ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิด
4. ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิด เรื่อง ไฟฟ้ากระแส

สมมติฐานของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งสมมติฐานการวิจัยไว้ ดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ไฟฟ้ากระแส ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80
2. ความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ไฟฟ้ากระแส โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิด หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ไฟฟ้ากระแส โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิด หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
4. ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ไฟฟ้ากระแส โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิด อยู่ในระดับมากขึ้นไป

ความสำคัญของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ให้ความสำคัญของการวิจัยไว้ ดังนี้

1. ได้พัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ไฟฟ้ากระแส
2. ได้ยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิด
3. เป็นแนวทางสำหรับครูผู้สอนและผู้สนใจในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหสำหรับนักเรียนในระดับชั้นอื่น ๆ ต่อไป

ขอบเขตของการวิจัย

การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่อง ไฟฟ้ากระแส โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตของการวิจัยไว้ ดังนี้

1. ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนโพนงามศึกษา อำเภออากาศอำนวย จังหวัดสกลนคร สำนักงานเขตพื้นที่ การศึกษามัธยมศึกษาสกลนคร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 2 ห้องเรียน รวม 83 คน

2. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 โรงเรียนโพนงามศึกษา อำเภออากาศอำนวย จังหวัดสกลนคร สำนักงานเขตพื้นที่ การศึกษามัธยมศึกษาสกลนคร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 30 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยสุ่ม

3. ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรที่ศึกษามี ดังนี้

3.1 ตัวแปรอิสระ ได้แก่ การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ร่วมกับแผนผังความคิด

3.2 ตัวแปรตาม ได้แก่

3.2.1 ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ร่วมกับแผนผังความคิด

3.2.2 ความสามารถในการแก้ปัญหา

3.2.3 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.2.4 ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้

4. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ เนื้อหาตามหลักสูตรสถานศึกษาชั้น พื้นฐานพุทธศักราช 2560 โรงเรียนโพนงามศึกษา วิชาฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ไฟฟ้ากระแส ซึ่งประกอบด้วย

4.1 กระแสไฟฟ้า	จำนวน 3 ชั่วโมง
4.2 ความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้า กับความต่างศักย์	จำนวน 4 ชั่วโมง
4.3 พลังงานในวงจรไฟฟ้ากระแสตรง	จำนวน 4 ชั่วโมง
4.4 แบตเตอรี่และวงจรไฟฟ้ากระแสตรงเบื้องต้น	จำนวน 4 ชั่วโมง

4.5 พลังงานไฟฟ้าจากพลังงานทดแทน

และเทคโนโลยีด้านพลังงาน

จำนวน 4 ชั่วโมง

5. ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย ผู้วิจัยใช้เวลาในการทดลองในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 โดยใช้เวลาในการสอน 19 ชั่วโมง และเวลาในการทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียน จำนวน 2 ชั่วโมง รวมทั้งหมด 21 ชั่วโมง

กรอบแนวคิดของการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ไฟฟ้ากระแส โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิด ผู้วิจัยสรุปเป็นกรอบแนวคิดของการวิจัย ดังภาพประกอบ 1

ตัวแปรอิสระ

ตัวแปรตาม

การจัดการเรียนรู้ เรื่อง ไฟฟ้ากระแส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิด

ประกอบด้วยขั้นตอน ดังนี้

1. ระบุปัญหา
2. รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา
3. ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา
4. วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา
5. ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ไขปัญหาหรือแก้ไขชิ้นงาน
6. นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน ร่วมกับแผนผังความคิด



1. ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิด
2. ความสามารถในการแก้ปัญหา
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
4. ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้

ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

นิยามศัพท์เฉพาะ

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้นิยามศัพท์เฉพาะไว้ ดังนี้

1. การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา (STEM Education) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการความรู้ใน 4 สาขาวิชาเข้าด้วยกัน ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ โดยเน้นการนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง รวมทั้งการพัฒนากระบวนการคิดหรือผลผลิตใหม่ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต อีกทั้งยังเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ไม่เน้นเพียงการท่องจำทฤษฎี แต่เป็นการสร้างความเข้าใจทฤษฎีหรือกฎเหล่านั้นผ่านการปฏิบัติ ส่งเสริมให้นักเรียนมีพัฒนาการทางด้านความคิดและการแก้ปัญหา โดยอาศัยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ดังนี้ 1) ระบุปัญหา 2) รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา 3) ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา 4) วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา 5) ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาคือหรือแก้ไขชิ้นงาน และ 6) นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงานร่วมกับแผนผังความคิด โดยใช้แผนผังความคิดในการนำเสนอข้อมูลเพื่อให้เข้าใจง่ายและน่าสนใจมากขึ้น

2. การจัดการเรียนรู้โดยใช้แผนผังความคิด หมายถึง กระบวนการจัดกิจกรรมเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนสร้างความรู้จากประสบการณ์เดิม การอภิปรายสะท้อนความคิด สร้างความคิดรวบยอด และนำไปประยุกต์ใช้ ซึ่งเป็นการนำความรู้ใหม่มาเชื่อมโยงกับความรู้หรือประสบการณ์เดิมโดยใช้คำ ข้อความ เส้นมาเชื่อมโยง ทำให้ผู้เรียนเห็นภาพชัดเจน มีความเข้าใจ และจัดประเภทของข้อมูล ส่งผลให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพ ตลอดจนผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้น

3. ความสามารถในการแก้ปัญหา หมายถึง ความสามารถของนักเรียนที่เรียนรู้ เข้าใจ ฝึกฝน และพัฒนาตัวเองในการจัดการปัญหาได้อย่างมีระบบ เพื่อแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ที่เกิดขึ้น เพราะการเรียนรู้แก้ปัญหาจะช่วยให้ผู้เรียนมีแนวทางในการวิเคราะห์ปัญหา สามารถแก้ปัญหาที่เผชิญทั้งภายในและภายนอกห้องเรียนได้สำเร็จ โดยกระบวนการแก้ปัญหา ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน คือ

1. การระบุปัญหา นักเรียนตั้งปัญหาหรือค้นหาปัญหาที่แท้จริงของสถานการณ์ที่เกิดขึ้นได้

2. การวิเคราะห์ปัญหา เป็นขั้นในการพิจารณาว่าสิ่งใดบ้างเป็นสาเหตุของปัญหา ระบุนสาเหตุที่แท้จริงหรือสาเหตุที่เป็นไปได้ของปัญหาจากสถานการณ์ที่เกิดขึ้นได้

3. การเสนอแนวทางการแก้ปัญหา นักเรียนหาวิธีการแก้ปัญหาให้ตรงกับสาเหตุของปัญหาแล้วออกมาในรูปของวิธีการวางแผนการแก้ปัญหา

4. การดำเนินการแก้ปัญหา เป็นการลงมือปฏิบัติเพื่อแก้ปัญหา ตามแบบแผน หรือวิธีการแก้ปัญหา เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ถูกต้องตามที่ต้องการ

5. การประเมินผลการแก้ปัญหา เป็นการนำผลลัพธ์ที่ได้จากการดำเนินการแก้ปัญหามาเทียบกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ เพื่อตรวจคำตอบ หากมีข้อบกพร่อง ควรมีการปรับปรุง และให้ได้ผลลัพธ์ที่ถูกต้องและเหมาะสมที่สุด เพื่อที่จะนำไปใช้ในการแก้ปัญหาได้จริง

4. การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ร่วมกับแผนผังความคิด หมายถึง การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับแผนผังความคิด เรื่อง ไฟฟ้ากระแส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยมี 6 ขั้นตอน ดังนี้

4.1 ขั้นระบุปัญหา ครูเป็นผู้กระตุ้นให้นักเรียนมองเห็นปัญหา สามารถ “ระบุปัญหา” จากสถานการณ์ได้ กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความคิด ความเข้าใจปัญหา รวมทั้งตระหนักถึงสิ่งที่เป็นปัญหาในชีวิตประจำวัน วิเคราะห์เงื่อนไขหรือข้อจำกัดของสถานการณ์ปัญหา ซึ่งจะนำไปสู่การสร้างชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา

4.2 ขั้นรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง เป็นขั้นตอนที่นักเรียนทำความเข้าใจปัญหาและสามารถระบุปัญหาย่อย ผู้สอนเปิดโอกาสให้นักเรียนสืบค้น เก็บรวบรวมข้อมูล และแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการแก้ปัญหา ประเมินความเป็นไปได้ เพื่อสามารถนำองค์ความรู้มาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหา

4.3 ขั้นออกแบบวิธีการแก้ปัญหา นักเรียนสามารถบูรณาการความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี เพื่อออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา กำหนดองค์ประกอบของวิธีการหรือผลผลิต โดยคำนึงถึงทรัพยากร ข้อจำกัดและเงื่อนไขตามสถานการณ์ที่กำหนดที่มีความเหมาะสมเพื่อนำไปใช้แก้ปัญหาต่อไป

4.4 ขั้นวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา นักเรียนมีความละเอียดรอบคอบในการวางแผนออกแบบแนวทางการแก้ปัญหาย่างเป็นขั้นตอนอยู่บนพื้นฐานของกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม รวมทั้งกำหนดเป้าหมายและระยะเวลาในการดำเนินการแต่ละขั้นตอนให้ชัดเจน แล้วลงมือสร้างชิ้นงานหรือพัฒนาวิธีการตามขั้นตอนที่ออกแบบไว้เพื่อใช้ในการแก้ปัญหา ซึ่งจะทำให้ผลผลิตจากการแก้ปัญหาเป็นที่ยอมรับ

4.5 ขั้นทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขชิ้นงาน ในขั้นนี้นักเรียนทำการทดสอบและประเมินการใช้งานของชิ้นงานที่สร้างขึ้น ชิ้นงานที่ทำขึ้นมีคุณลักษณะเป็นไปตามความต้องการ หรือภายใต้เงื่อนไขที่ได้กำหนดไว้แต่แรกหรือไม่ วิธีการที่สร้างขึ้นว่าสามารถใช้แก้ปัญหาได้หรือไม่ และผลการประเมินมีสิ่งใดที่ต้องปรับปรุงหรือไม่ โดยผลที่ได้อาจนำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสมที่สุด

4.6 ชี้นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา หรือผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน ร่วมกับแผนผังความคิด นักเรียนนำเสนออย่างเป็นขั้นตอน มีเหตุผล นำเสนอแนวคิด และขั้นตอนการแก้ปัญหาของการสร้างชิ้นงานต่อครูผู้สอน โดยนักเรียนเขียนสรุปความรู้และออกแบบวิธีการนำเสนอข้อมูลในรูปแบบแผนผังความคิดเพื่อดึงดูดความสนใจ ผู้ฟังเกิดความเข้าใจมากยิ่งขึ้น และได้ข้อเสนอแนะเพื่อพัฒนาต่อไป

5. ประสิทธิภาพแผนการจัดการเรียนรู้ หมายถึง ความสามารถของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิด เรื่อง ไฟฟ้ากระแส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่สามารถสร้างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามจุดประสงค์การเรียนรู้ถึงระดับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ที่ 80/80 ซึ่งมีความหมายดังนี้

80 ตัวแรก หมายถึง จำนวนร้อยละของคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการทำกิจกรรม ใบกิจกรรม ชิ้นงาน และแบบทดสอบหลังเรียนของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิด เรื่อง ไฟฟ้ากระแส ทั้ง 5 แผนการจัดการเรียนรู้

80 ตัวหลัง หมายถึง จำนวนร้อยละของคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน เรื่อง ไฟฟ้ากระแส หลังจากการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิด

6. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คะแนนที่ได้จากการวัดความรู้ความสามารถของผู้เรียนแต่ละคนหลังได้รับการพัฒนาจากการเรียนการสอน หรือประสบการณ์ต่าง ๆ ซึ่งทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเรียนรู้ โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น แบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ด้านพุทธิพิสัยตามการปรับปรุงแนวคิดของบลูม ทั้ง 6 ชั้น มีรายละเอียดดังนี้

6.1 ความรู้ ความจำ หมายถึง การจดจำเนื้อหาสาระต่าง ๆ ที่ได้เรียนรู้ไว้ในสมอง เป็นพฤติกรรมที่มุ่งวัดความสามารถในการจัดเก็บความรู้ไว้ในตัวผู้เรียน

6.2 ความเข้าใจ หมายถึง การอธิบาย สื่อความหมายของเนื้อหาสาระต่าง ๆ ที่ได้เรียนรู้โดยการแปลความ ตีความ และขยายความ สามารถถ่ายทอดออกมาในลักษณะต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง

6.3 การประยุกต์ หมายถึง การนำความรู้ที่ได้เรียนรู้ไปใช้ในการลงมือปฏิบัติ หรือแก้ปัญหาต่าง ๆ ในสถานการณ์จริง ทั้งนี้สถานการณ์ที่เกิดขึ้นจะต้องมีความแปลกใหม่ หรือต่างไปจากเดิม

6.4 การวิเคราะห์ หมายถึง การนำความรู้ที่ได้เรียนรู้มาพิจารณา แยกแยะเรื่องราว ปรากฏการณ์ต่าง ๆ โดยใช้ปัญญาคิดหาเหตุผล ความสัมพันธ์ หรือคำตอบ การวิเคราะห์ แบ่งออกเป็น 3 ลักษณะ คือ การระบุลักษณะสำคัญ การระบุความสัมพันธ์ และการระบุหลักการ เพื่อทำให้เกิดความรู้ความเข้าใจอย่างลึกซึ้ง

6.5 การประเมินค่า หมายถึง การลงข้อตัดสินใจเกี่ยวกับคุณค่าที่มีต่อกิจกรรม สิ่งของ การกระทำ หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ ตามเกณฑ์และมาตรฐานที่กำหนดไว้อย่างเหมาะสมและน่าเชื่อถือ

6.6 การสร้างสรรค์ หมายถึง ความสามารถในการคิด พัฒนา ประดิษฐ์ สร้าง จัดกระทำสิ่งใหม่ ๆ หรือแตกต่างไปจากเดิม ผู้เรียนต้องใช้ความคิดของตนเองเป็นสำคัญ โดยมีได้เกิดจากการลอกเลียนผลงานของบุคคลอื่นมาทั้งหมด การสร้างสรรค์แบ่งออกเป็น 3 ส่วนย่อย คือ การจัดกระทำสิ่งใหม่ การวางแผน และการพัฒนา

7. ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกพอใจ ความสบายใจ หรือพฤติกรรมที่แสดงถึงความสุขของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ ซึ่งมีความแตกต่างกัน วัดได้จากแบบสอบถามความพึงพอใจต่อการเรียนแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับของ Likert จำนวน 20 ข้อ เป็นการสอบถามครอบคลุม 4 ด้าน ได้แก่ ด้านเนื้อหาสาระการเรียนรู้ ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ด้านสื่อและอุปกรณ์ และด้านการวัดผลและประเมินผล การเรียนรู้

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยเรื่อง การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ไฟฟ้ากระแส โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิด ซึ่งผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเอกสาร แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องตามลำดับหัวข้อดังต่อไปนี้

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

1.1 วิสัยทัศน์

1.2 หลักการของหลักสูตร

1.3 จุดหมายของหลักสูตร

1.4 สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

1.5 คุณลักษณะอันพึงประสงค์

1.6 มาตรฐานการเรียนรู้ของหลักสูตร

2. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุงพุทธศักราช 2560)

2.1 ความสำคัญของวิทยาศาสตร์

2.2 เป้าหมายของวิทยาศาสตร์

2.3 สาระสำคัญของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพิ่มเติม

2.4 สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพิ่มเติม

2.5 คุณภาพผู้เรียน

2.6 ผลการเรียนรู้ และสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพิ่มเติม

รายวิชาฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

2.7 คำอธิบายรายวิชา

2.8 หน่วยการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์

3. การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

3.1 ความหมายของสะเต็มศึกษา

- 3.2 ประวัติความเป็นมาของสะเต็มศึกษา
- 3.3 แนวคิด ทฤษฎีพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษา
- 3.4 สะเต็มศึกษากับการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21
- 3.5 บทบาทของครูและนักเรียนในการใช้สะเต็มศึกษาเพื่อจัดการเรียนรู้
- 3.6 การวัดและประเมินผลการเรียนรู้สำหรับสะเต็มศึกษา
4. ความสามารถในการแก้ปัญหา
 - 4.1 ความหมายของปัญหา
 - 4.2 ความหมายของความสามารถในการแก้ปัญหา
 - 4.3 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการแก้ปัญหา
 - 4.4 ขั้นตอนในการแก้ปัญหา
 - 4.5 การสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา
 - 4.6 ลักษณะของเครื่องมือวัดความสามารถในการแก้ปัญหา
5. แผนผังความคิด
 - 5.1 ความหมายของแผนผังความคิด
 - 5.2 กฎเกณฑ์พื้นฐานของการสร้างแผนผังความคิด
 - 5.3 หลักการสร้างแผนผังความคิด
 - 5.4 วิธีการเขียนแผนผังความคิด
 - 5.5 ประโยชน์ของแผนผังความคิดกับการเรียนการสอน
 - 5.6 เทคนิคการสอนด้วยแผนผังความคิด
6. เปรียบเทียบขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา และขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิด
7. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 7.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 7.2 ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 7.3 ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 7.4 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 7.5 ลักษณะของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดี
 - 7.6 การวัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
8. ความพึงพอใจ
 - 8.1 ความหมายของความพึงพอใจ

- 8.2 แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจ
- 8.3 หลักในการสร้างแบบสอบถามวัดความพึงพอใจ
- 8.4 การวัดและประเมินผลความพึงพอใจ
- 9. ประสิทธิภาพของเครื่องมือวิจัย
 - 9.1 ความหมายประสิทธิภาพ
 - 9.2 การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ
- 10. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 10.1 งานวิจัยในประเทศ
 - 10.2 งานวิจัยต่างประเทศ

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

(กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, หน้า 4-9)

1. วิสัยทัศน์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนทุกคน ซึ่งเป็นกำลังของชาติ ให้เป็นมนุษย์ที่มีความสมดุลทั้งด้านร่างกาย ความรู้ คุณธรรม มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทย และเป็นพลเมืองโลก ยึดมั่นในการปกครองตามระบอบประชาธิปไตย อันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข มีความรู้และทักษะพื้นฐาน รวมทั้ง เจตคติที่จำเป็นต่อการเรียนต่อ การประกอบอาชีพ และการศึกษาตลอดชีวิต โดยมุ่งเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ บนพื้นฐานความเชื่อว่าทุกคนสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้เต็มตามศักยภาพ

2. หลักการของหลักสูตร

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มีหลักการสำคัญดังนี้

- 2.1 เป็นหลักสูตรการศึกษาเพื่อความเป็นเอกภาพของชาติ มีจุดหมาย และมาตรฐานการเรียนรู้เป็นเป้าหมายสำหรับพัฒนาเด็กและเยาวชนให้มีความรู้ ทักษะเจตคติ และคุณธรรมบนพื้นฐานของความเป็นไทยควบคู่กับความเป็นสากล
- 2.2 เป็นหลักสูตรการศึกษาเพื่อปวงชนที่ประชาชนทุกคนมีโอกาสดำเนิน การศึกษาอย่างเสมอภาคและมีคุณภาพ
- 2.3 เป็นหลักสูตรการศึกษาที่สนองการกระจายอำนาจให้สังคมมี ส่วนร่วมในการจัดการศึกษาให้สอดคล้องกับสภาพและความต้องการของท้องถิ่น

2.4 เป็นหลักสูตรที่มีโครงสร้างยืดหยุ่นทั้งด้านสาระการเรียนรู้ เวลา และการจัดการเรียนรู้

2.5 เป็นหลักสูตรการศึกษาที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ

2.6 เป็นหลักสูตรการศึกษาสำหรับการศึกษาในระบบ นอกระบบ และตามอัธยาศัยครอบคลุมทุกกลุ่มเป้าหมาย สามารถเทียบโอนผลการเรียนรู้ และประสบการณ์จุดหมายของหลักสูตร

3. จุดหมายของหลักสูตร

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนานักเรียนให้เป็นคนดี มีปัญญา มีความสุข มีศักยภาพในการศึกษาต่อและประกอบอาชีพ จึงกำหนดเป็นจุดหมาย เพื่อให้เกิดกับผู้เรียนเมื่อจบการศึกษาขั้นพื้นฐาน ดังนี้

3.1 มีคุณธรรม จริยธรรมและค่านิยมที่พึงประสงค์ เห็นคุณค่าของตนเอง มีวินัยและปฏิบัติตามหลักธรรมของพระพุทธศาสนาที่ตนนับถือ ยึดหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

3.2 มีความรู้ความสามารถในการสื่อสาร การคิดแก้ปัญหา การใช้ เทคโนโลยีและมีทักษะชีวิต

3.3 มีสุขภาพกายและสุขภาพจิตที่ดี มีสุขนิสัยและรักการออกกำลังกาย

3.4 มีความรักชาติ มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยและพลเมืองโลก ยึดมั่นในวิถีชีวิตและการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็น ประมุข

3.5 มีจิตสำนึกในการอนุรักษ์วัฒนธรรมและภูมิปัญญาไทยการอนุรักษ์ และพัฒนาสิ่งแวดล้อม มีจิตสาธารณะที่มุ่งทำประโยชน์และสร้างสิ่งที่ดีงามในสังคมและ อยู่ร่วมกันในสังคมอย่างมีความสุข

4. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณภาพตาม มาตรฐานการเรียนรู้ ซึ่งการพัฒนาผู้เรียนให้บรรลุมาตรฐานการเรียนรู้ที่กำหนดนั้นจะช่วย ให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะสำคัญ 5 ประการ ดังนี้

4.1 ความสามารถในการสื่อสาร เป็นความสามารถในการรับและส่งสาร มีวัฒนธรรมในการใช้ภาษาถ่ายทอดความคิด ความรู้ความเข้าใจ ความรู้สึก และทัศนะของ ตนเองเพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารและประสบการณ์อันจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนา ตนเองและสังคม รวมทั้งการเจรจาต่อรองเพื่อขจัดและลดปัญหาความขัดแย้งต่าง ๆ

การเลือกรับหรือไม่รับข้อมูลข่าวสารด้วยหลักเหตุผลและความถูกต้อง ตลอดจน
การเลือกใช้วิธีการสื่อสาร ที่มีประสิทธิภาพโดยคำนึงถึงผลกระทบที่มีต่อตนเองและสังคม

4.2 ความสามารถในการคิด เป็นความสามารถในการคิดวิเคราะห์

การคิดสังเคราะห์ การคิดอย่างสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดเป็นระบบ
เพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้หรือสารสนเทศเพื่อการตัดสินใจเกี่ยวกับตนเองและสังคม
ได้อย่างเหมาะสม

4.3 ความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการแก้ปัญหา

และอุปสรรคต่าง ๆ ที่เผชิญได้อย่างถูกต้องเหมาะสมบนพื้นฐานของหลักเหตุผล คุณธรรม
และข้อมูลสารสนเทศ เข้าใจความสัมพันธ์และการเปลี่ยนแปลงของเหตุการณ์ต่าง ๆ ใน
สังคม แสวงหาความรู้ ประยุกต์ความรู้มาใช้ในการป้องกันและแก้ไขปัญหา และมีการ
ตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพโดยคำนึงถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อตนเอง สังคมและสิ่งแวดล้อม

4.4 ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต เป็นความสามารถในการนำ

กระบวนการต่าง ๆ ไปใช้ในการดำเนินชีวิตประจำวัน การเรียนรู้ด้วยตนเอง การเรียนรู้
อย่างต่อเนื่อง การทำงานและการอยู่ร่วมกันในสังคมด้วยการสร้างเสริมความสัมพันธ์อันดี
ระหว่างบุคคล การจัดการปัญหาและความขัดแย้งต่าง ๆ อย่างเหมาะสม การปรับตัวให้ทัน
กับการเปลี่ยนแปลงของสังคมและสภาพแวดล้อม และการรู้จักหลีกเลี่ยงพฤติกรรม
ไม่พึงประสงค์ที่ส่งผลกระทบต่อตนเองและผู้อื่น

4.5 ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี เป็นความสามารถในการเลือก

และใช้เทคโนโลยีด้านต่าง ๆ และมีทักษะกระบวนการทางเทคโนโลยี เพื่อการพัฒนาตนเอง
และสังคม ในด้านการเรียนรู้ การสื่อสาร การทำงาน การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์
ถูกต้อง เหมาะสม และมีคุณธรรม

5. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณลักษณะ
อันพึงประสงค์ เพื่อให้สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นในสังคมได้อย่างมีความสุข ในฐานะเป็น
พลเมืองไทยและพลเมืองโลก ดังนี้

5.1 รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์

5.2 ซื่อสัตย์สุจริต

5.3 มีวินัย

5.4 ใฝ่เรียนรู้

5.5 อยู่อย่างพอเพียง

5.6 มุ่งมั่นในการทำงาน

5.7 รักความเป็นไทย

5.8 มีจิตสาธารณะ

6. มาตรฐานการเรียนรู้ของหลักสูตร

การพัฒนาผู้เรียนให้เกิดความสมดุล ต้องคำนึงถึงหลักพัฒนาการทางสมอง และพหุปัญญา หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน จึงกำหนดให้ผู้เรียน เรียนรู้ 8 กลุ่มสาระการเรียนรู้ ดังนี้

6.1 ภาษาไทย

6.2 คณิตศาสตร์

6.3 วิทยาศาสตร์

6.4 สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม

6.5 สุขศึกษาและพลศึกษา

6.6 ศิลปะ

6.7 การงานอาชีพและเทคโนโลยี

6.8 ภาษาต่างประเทศ

ในแต่ละกลุ่มสาระการเรียนรู้ได้กำหนดมาตรฐานการเรียนรู้ เป็นเป้าหมาย สำคัญของการพัฒนาคุณภาพผู้เรียน มาตรฐานการเรียนรู้ ระบุสิ่งที่ผู้เรียนพึงรู้และปฏิบัติ ได้ มีคุณธรรมจริยธรรม และค่านิยมที่พึงประสงค์ ที่ต้องการให้เกิดแก่ผู้เรียนเมื่อจบ การศึกษาขั้นพื้นฐานนอกจากนั้น มาตรฐานการเรียนรู้ ยังเป็นกลไกสำคัญ ในการ ขับเคลื่อนพัฒนาการศึกษาทั้งระบบเพราะมาตรฐาน การเรียนรู้จะสะท้อนให้ทราบว่า ต้องการอะไร ต้องสอนอะไร จะสอนอย่างไรและประเมินอย่างไร รวมทั้งเป็นเครื่องมือใน การตรวจสอบเพื่อการประกันคุณภาพการศึกษา โดยใช้ระบบการประเมินคุณภาพภายใน และการประเมินคุณภาพภายนอกซึ่งรวมถึงการทดสอบระดับเขตพื้นที่การศึกษา และการ ทดสอบระดับชาติ ระบบการตรวจสอบเพื่อประกันคุณภาพดังกล่าวเป็นสิ่งสำคัญที่ช่วย สะท้อนภาพการจัดการศึกษาว่าสามารถพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณภาพตามที่มาตรฐานการ เรียนรู้กำหนดเพียงใด

การจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560)

1. ความสำคัญของวิทยาศาสตร์

วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญมากในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับมนุษย์ทั้งในชีวิตประจำวันและการทำงาน ตลอดจนเทคโนโลยี เครื่องมือเครื่องใช้และผลผลิตต่าง ๆ ที่มนุษย์ได้ใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตและการทำงาน เหล่านี้ล้วนเป็นผลของความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์และศาสตร์อื่น ๆ วิทยาศาสตร์ช่วยให้มนุษย์ได้พัฒนาวิธีคิด ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ วิจัย มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลาย และมีประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ วิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ซึ่งเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ (Knowledge-Based Society) ดังนั้นทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะมีความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างสรรค์ขึ้น สามารถนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์ และมีคุณธรรม (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, หน้า 92) ในการดำรงชีวิตของมนุษย์ การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เป็นกระบวนการสำคัญที่จะทำให้เกิดการพัฒนาวิธีคิด ทั้งช่วยให้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างขึ้นรวมถึงการนำความรู้ไปใช้อย่างสร้างสรรค์ มีเหตุผล มีคุณธรรม นอกจากนั้นยังช่วยให้มีความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์ การดูแลรักษา ตลอดจนการพัฒนาสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติอย่างสมดุล การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เป็นสิ่งสำคัญที่จะช่วยในการพัฒนาประเทศ ซึ่งการจัดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพควรเป็นผู้ชี้แนะ และเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง ตามขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้เกิดความเข้าใจ (กรองกาญจน์ วิสัยศร, 2559, หน้า 25) การจัดการเรียนการสอนและการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ที่มีความสำคัญอย่างยิ่งในการวางรากฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของผู้เรียนในแต่ละระดับชั้น ให้มีความต่อเนื่องเชื่อมโยงกัน ตั้งแต่ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 จนถึงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สำหรับกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้กำหนดตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง ที่ผู้เรียนจำเป็นต้องเรียนเป็นพื้นฐาน เพื่อให้สามารถนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตหรือศึกษาต่อในวิชาชีพที่ต้อง

ใช้วิทยาศาสตร์ได้ โดยจัดเรียงลำดับความยากง่ายของเนื้อหาแต่ละสาระในแต่ละระดับชั้น ให้มีการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการเรียนรู้ และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาความคิดทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์วิจารณ์ มีทักษะที่สำคัญทั้งทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และทักษะในศตวรรษที่ 21 ในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สามารถแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลหลากหลาย และประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, หน้า 1)

2. เป้าหมายของวิทยาศาสตร์

ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ค้นพบความรู้ด้วยตนเองมากที่สุด เพื่อให้ได้ทั้งกระบวนการและความรู้จากวิธีการสังเกต การสำรวจ ตรวจสอบ การทดลอง แล้วนำผลที่ได้มาจัดระบบเป็นหลักการ แนวคิด และองค์ความรู้ การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จึงมีเป้าหมายที่สำคัญดังนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, หน้า 3)

2.1 เพื่อให้เข้าใจหลักการ ทฤษฎี และกฎที่เป็นพื้นฐานในวิชาวิทยาศาสตร์

2.2 เพื่อให้เข้าใจขอบเขตของธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์และ

ข้อจำกัดในการศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์

2.3 เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางเทคโนโลยี

2.4 เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี

มวลมนุษย์ และสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน

2.5 เพื่อนำความรู้ความเข้าใจในวิชาวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิต

2.6 เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและจินตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหาและการจัดการ ทักษะในการสื่อสาร และความสามารถในการตัดสินใจ

2.7 เพื่อให้เป็นผู้ที่มีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์

3. สาระสำคัญของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพิ่มเติม

วิทยาศาสตร์เพิ่มเติม ผู้เรียนจะได้เรียนรู้สาระสำคัญ ดังนี้

ชีววิทยา เรียนรู้เกี่ยวกับ การศึกษาชีววิทยา สารที่เป็นองค์ประกอบของสิ่งมีชีวิต เซลล์ของสิ่งมีชีวิต พันธุกรรมและการถ่ายทอด วิวัฒนาการ ความหลากหลายทางชีวภาพโครงสร้างและการทำงานของส่วนต่าง ๆ ในพืชดอก ระบบและการทำงานในอวัยวะต่าง ๆ ของสัตว์และมนุษย์ และสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

เคมี เรียนรู้เกี่ยวกับ ปริมาณสาร องค์ประกอบและสมบัติของสาร การเปลี่ยนแปลงของสาร ทักษะและการแก้ปัญหาทางเคมี

ฟิสิกส์ เรียนรู้เกี่ยวกับ ธรรมชาติและการค้นพบทางฟิสิกส์ แรงและการเคลื่อนที่ และพลังงาน

โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ เรียนรู้เกี่ยวกับ โลกและกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยา ข้อมูลทางธรณีวิทยาและการนำไปใช้ประโยชน์ การถ่ายโอนพลังงานความร้อนของโลก การเปลี่ยนแปลงลักษณะลมฟ้าอากาศกับการดำรงชีวิตของมนุษย์โลกในเอกภพ และดาราศาสตร์กับมนุษย์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, หน้า 128-129)

4. สารการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพิ่มเติม

การเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพิ่มเติม ผู้เรียนจะได้เรียนรู้ทั้งหมด 4 สาร (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, หน้า 129-131) ดังนี้

1. สารชีววิทยา

1.1 เข้าใจธรรมชาติของสิ่งมีชีวิต การศึกษาชีววิทยาและวิธีการทางวิทยาศาสตร์ สารที่เป็นองค์ประกอบของสิ่งมีชีวิต ปฏิกริยาเคมีในเซลล์ของสิ่งมีชีวิต กล้องจุลทรรศน์ โครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์ การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ การแบ่งเซลล์ และการหายใจระดับเซลล์

1.2 เข้าใจการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม การถ่ายทอดยีนบนโครโมโซม สมบัติและหน้าที่ของสารพันธุกรรม การเกิดมิวเทชัน เทคโนโลยีทางด้านดีเอ็นเอ หลักฐานข้อมูลและแนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ภาวะสมดุลของฮาร์ดี-ไวน์เบิร์ก การเกิดสปีชีส์ใหม่ ความหลากหลายทางชีวภาพ การกำเนิดสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตและอนุกรมวิธาน รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

1.3 เข้าใจส่วนประกอบของพืช การแลกเปลี่ยนแก๊สและคายน้ำของพืช การลำเลียงของพืช การสังเคราะห์ด้วยแสง การสืบพันธุ์ของพืช และการเจริญเติบโต และการตอบสนองของพืช รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

1.4 เข้าใจการย่อยอาหารของสัตว์และมนุษย์ การหายใจและการแลกเปลี่ยนแก๊ส การลำเลียงสารและการหมุนเวียนเลือด ภูมิคุ้มกันของร่างกาย การขับถ่าย การรับรู้และการตอบสนอง การเคลื่อนที่ การสืบพันธุ์และการเจริญเติบโต สหสัมพันธ์กับการรักษาสุขภาพ และพฤติกรรมของสัตว์ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

1.5 เข้าใจแนวคิดเกี่ยวกับระบบนิเวศ กระบวนการถ่ายทอดพลังงาน และการหมุนเวียนสารในระบบนิเวศ ความหลากหลายของไบโอม การเปลี่ยนแปลงแทนที่ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ ประชากรและรูปแบบการเพิ่มของประชากร ทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อม ปัญหาและผลกระทบที่เกิดจากการใช้ประโยชน์ และแนวทางการแก้ไขปัญหา

2. สารเคมี

2.1 เข้าใจโครงสร้างอะตอม การจัดเรียงธาตุในตารางธาตุ สมบัติของธาตุ พันธะเคมี และสมบัติของสาร แก๊สและสมบัติของแก๊ส ประเภทและสมบัติของสารประกอบอินทรีย์และพอลิเมอร์ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2.2 เข้าใจการเขียนและดุลสมการเคมี ปริมาณสัมพันธ์ในปฏิกิริยาเคมี อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี สมดุลในปฏิกิริยาเคมี สมบัติและปฏิกิริยาของกรด-เบส ปฏิกิริยารีดอกซ์และเซลล์เคมีไฟฟ้า รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2.3 เข้าใจหลักการบำบัดการเคมี การวัดปริมาณสาร หน่วยวัด และการเปลี่ยนหน่วย การคำนวณปริมาณของสาร ความเข้มข้นของสารละลาย รวมทั้งการบูรณาการความรู้และทักษะในการอธิบายปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวันและการแก้ปัญหาทางเคมี

3. สารฟิสิกส์

3.1 เข้าใจธรรมชาติทางฟิสิกส์ ปริมาณและกระบวนการวัด การเคลื่อนที่แนวตรงแรงและกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน กฎความโน้มถ่วงสากล แรงเสียดทาน สมดุลกลของวัตถุ งานและกฎการอนุรักษ์พลังงานกล โมเมนตัมและกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม การเคลื่อนที่แนวโค้งรวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

3.2 เข้าใจการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย ธรรมชาติของคลื่นเสียงและการได้ยิน ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสงและการเห็นปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับแสงรวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

3.3 เข้าใจแรงไฟฟ้าและกฎของคูลอมบ์ สนามไฟฟ้า ศักย์ไฟฟ้า ความจุไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และกฎของโอห์ม วงจรไฟฟ้ากระแสตรง พลังงานไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้า การเปลี่ยนพลังงานทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้า สนามแม่เหล็ก แรงแม่เหล็ก ที่กระทำกับประจุไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า การเหนี่ยวนำ แม่เหล็กไฟฟ้า และกฎของฟาราเดย์ ไฟฟ้ากระแสสลับ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและการสื่อสาร รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

3.4 เข้าใจความสัมพันธ์ของความร้อนกับการเปลี่ยนอุณหภูมิและสถานะของสสาร สภาพยืดหยุ่นของวัสดุ และมอดูลัสของยัง ความดันในของไหล แรงพยางค์ และหลักของอาร์คิมิดีส ความตึงผิวและแรงหนืดของของเหลว ของไหลอุดมคติ และสมการแบร์นูลลี กฎของแก๊ส ทฤษฎีจลน์ของแก๊สอุดมคติและพลังงานในระบบ ทฤษฎีอะตอมของโบร์ ปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริก ทวิภาวะของคลื่นและอนุภาค แก๊สมันตาฟรังส์ แรงนิวเคลียร์ ปฏิกริยานิวเคลียร์ พลังงานนิวเคลียร์ ฟิสิกส์อนุภาค รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

4. สาระโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ

4.1 เข้าใจกระบวนการเปลี่ยนแปลงภายในโลก ธรณีพิบัติภัย และผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม รวมทั้งการศึกษาลำดับชั้นหิน ทรัพยากรธรณี แผนที่ และการนำไปใช้ประโยชน์

4.2 เข้าใจสมดุลพลังงานของโลก การหมุนเวียนของอากาศบนโลก การหมุนเวียนของน้ำในมหาสมุทร การเกิดเมฆ การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก และผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม รวมทั้งการพยากรณ์อากาศ

4.3 เข้าใจองค์ประกอบ ลักษณะ กระบวนการเกิด และวิวัฒนาการของเอกภพ กาแล็กซี ดาวฤกษ์ และระบบสุริยะ ความทันสมัยของดาราศาสตร์กับมนุษย์ จากการศึกษาตำแหน่งดาวบนทรงกลมท้องฟ้าและปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะ รวมทั้งการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอวกาศในการดำเนินชีวิต

5. คุณภาพผู้เรียน

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาพหุศตวรรษ 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ได้กำหนดคุณภาพของผู้เรียนที่เรียนจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สำหรับผู้เรียนที่เน้นวิทยาศาสตร์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, หน้า 131-134) ไว้ดังนี้

5.1 เข้าใจวิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการค้นหาคำตอบเกี่ยวกับ สิ่งมีชีวิต สารที่เป็นองค์ประกอบของสิ่งมีชีวิตและปฏิกิริยาเคมีภายในเซลล์ การใช้กล้องจุลทรรศน์ โครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์ การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ การแบ่งเซลล์ และการหายใจระดับเซลล์

5.2 เข้าใจหลักการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต การถ่ายทอดยีนบนออโตโซมและโครโมโซมเพศ โครงสร้างและองค์ประกอบทางเคมีของดีเอ็นเอ การจำลองดีเอ็นเอ กระบวนการสังเคราะห์โปรตีน การเกิดมิวเทชันใน

สิ่งมีชีวิต หลักการและการประยุกต์ ใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ หลักฐานและข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต แนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต เงื่อนไขของภาวะสมดุล ของฮาร์ดี ไวน์เบิร์ก กระบวนการเกิดสปีชีส์ใหม่ของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ กำเนิดของสิ่งมีชีวิต ลักษณะสำคัญของสิ่งมีชีวิตกลุ่มแบคทีเรีย โพรทิสต์ พืช ฟังไจ และสัตว์ การจำแนกสิ่งมีชีวิต ออกเป็นหมวดหมู่ และวิธีการเขียนชื่อวิทยาศาสตร์

5.3 เข้าใจโครงสร้างและส่วนประกอบของพืชทั้งราก ลำต้น และใบ การแลกเปลี่ยนแก๊ส การคายน้ำ การลำเลียงน้ำและธาตุอาหาร การลำเลียงอาหาร การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช กระบวนการสร้างเซลล์ สืบพันธุ์ และการปฏิสนธิของพืชดอก การเกิดผลและเมล็ด บทบาทของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช และการประยุกต์ใช้ และการตอบสนองของพืช

5.4 เข้าใจกลไกการรักษาคุณภาพของสิ่งมีชีวิต โครงสร้าง หน้าที่ และกระบวนการต่าง ๆ ของสัตว์และมนุษย์ ได้แก่ การย่อยอาหาร การแลกเปลี่ยนแก๊ส การเคลื่อนที่ การกำจัดของเสียออกจากร่างกายของสิ่งมีชีวิต ระบบหมุนเวียนเลือด ระบบภูมิคุ้มกันในร่างกายของมนุษย์ การทำงานของระบบประสาท และอวัยวะรับรู้ความรู้สึก ระบบสืบพันธุ์ การปฏิสนธิ การเจริญเติบโต ฮอร์โมน และพฤติกรรมของสัตว์

5.5 เข้าใจกระบวนการถ่ายทอดพลังงานและการหมุนเวียนสารในระบบนิเวศ ความหลากหลายของไบโอม การเปลี่ยนแปลงแทนที่แบบต่าง ๆ ในระบบนิเวศ การเปลี่ยนแปลงจำนวนประชากรมนุษย์ในระดับท้องถิ่น ระดับประเทศ และระดับโลก แนวทางการป้องกันและแก้ไขปัญหาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

5.6 เข้าใจการศึกษาโครงสร้างอะตอมของนักวิทยาศาสตร์ การจัดเรียงอิเล็กตรอนในอะตอม สมบัติบางประการของธาตุและการจัดเรียงธาตุในตารางธาตุ พันธะเคมี สมบัติของสารที่มีความสัมพันธ์กับพันธะเคมี กฎต่าง ๆ ของแก๊ส และสมบัติของแก๊ส ประเภทและสมบัติของสารประกอบอินทรีย์ ประเภทและสมบัติของพอลิเมอร์

5.7 เข้าใจการเขียนและการดุลสมการเคมี การคำนวณปริมาณสารต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาเคมี อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีและปัจจัยที่มีผลต่ออัตรา การเกิดปฏิกิริยาเคมี สมดุลในปฏิกิริยาเคมีและปัจจัยที่มีผลต่อสมดุลเคมี ทฤษฎีกรด-เบส สมบัติและปฏิกิริยาของกรด-เบส สารละลายบัฟเฟอร์ ปฏิกิริยารีดอกซ์และเซลล์เคมีไฟฟ้า

5.8 เข้าใจข้อปฏิบัติเบื้องต้นเกี่ยวกับความปลอดภัยในการทำปฏิบัติการเคมี การเลือกใช้อุปกรณ์หรือเครื่องมือในการทำปฏิบัติการ หน่วยวัดและการเปลี่ยนหน่วยวัดด้วยการใช้แฟกเตอร์เปลี่ยนหน่วย การคำนวณเกี่ยวกับมวลอะตอม

มวลโมเลกุล และมวลสูตร ความสัมพันธ์ของโมล จำนวนอนุภาค มวล และปริมาตรของแก๊สที่ STP การคำนวณสูตรอย่างง่ายและสูตรโมเลกุลของสารความเข้มข้นของสารละลาย การเตรียมสารละลาย และการบูรณาการความรู้และทักษะในการอธิบายปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวัน และการแก้ปัญหาทางเคมี

5.9 เข้าใจธรรมชาติของฟิสิกส์ กระบวนการวัด ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ การเคลื่อนที่ในแนวตรง แรงลัพธ์ กฎการเคลื่อนที่แรงเสียดทาน กฎความโน้มถ่วงสากล สนามโน้มถ่วง งาน กฎการอนุรักษ์พลังงานกล สมดุลกลของวัตถุ เครื่องกลอย่างง่าย โมเมนตัมและการดล กฎการอนุรักษ์ โมเมนตัม การชน และการเคลื่อนที่ในแนวโค้ง

5.10 เข้าใจการเคลื่อนที่แบบคลื่น ปรากฏการณ์คลื่น การสะท้อน การหักเห การเลี้ยวเบนและการแทรกสอด หลักการของฮอยเกนส์ การเคลื่อนที่ของคลื่นเสียง ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง ความเข้มเสียงและระดับเสียง การได้ยิน ภาพที่เกิดจากกระจกเงาและเลนส์ ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับแสงและการมองเห็นแสงสี

5.11 เข้าใจสนามไฟฟ้า แรงไฟฟ้า กฎของคูลอมบ์ ศักย์ไฟฟ้า ตัวเก็บประจุ ตัวต้านทานและกฎของโอห์ม พลังงานไฟฟ้า การเปลี่ยนพลังงานทดแทนเป็น พลังงานไฟฟ้า เทคโนโลยีด้านพลังงาน สนามแม่เหล็ก ความสัมพันธ์ระหว่างสนามแม่เหล็ก กับกระแสไฟฟ้า การเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้า ไฟฟ้ากระแสสลับ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและประโยชน์ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

5.12 เข้าใจผลของความร้อนต่อสสาร สภาพยืดหยุ่น ความดันในของไหล แรงพยุข ของไหลอุดมคติ ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส แนวคิดควอนตัมของพลังงาน ทฤษฎีอะตอมของโบร์ ปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริก ทวิภาวะของคลื่นและอนุภาค การสลายของ นิวเคลียสกัมมันตรังสี กัมมันตภาพ ปฏิกริยานิวเคลียร์ พลังงานนิวเคลียร์ ความสัมพันธ์ ระหว่างมวลและพลังงาน แรงภายในนิวเคลียส และการค้นคว้าวิจัยด้านฟิสิกส์อนุภาค

5.13 เข้าใจการแบ่งชั้นและสมบัติของโครงสร้างโลก สาเหตุและ รูปแบบการเคลื่อนที่ของแผ่นธรณีที่สัมพันธ์กับการเกิดลักษณะธรณีสัณฐานและธรณี โครงสร้างแบบต่าง ๆ หลักฐานทางธรณีวิทยาที่พบในปัจจุบันและการลำดับเหตุการณ์ทางธรณีวิทยาในอดีต สาเหตุ กระบวนการเกิดแผ่นดินไหว ภูเขาไฟระเบิด สึนามิ ผลกระทบ แนวทางการเฝ้าระวัง และการปฏิบัติตนให้ปลอดภัย สมบัติและการจำแนกชนิด ของแร่ กระบวนการเกิดและการจำแนกชนิดหิน กระบวนการเกิดและการสำรวจแหล่ง ปิโตรเลียมและถ่านหิน

การแปลความหมายจากแผนที่ภูมิประเทศและแผนที่ธรณีวิทยา และการนำข้อมูลทางธรณีวิทยาไปใช้ประโยชน์

5.14 เข้าใจปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการรับและปลดปล่อยพลังงานจากดวงอาทิตย์ กระบวนการที่ทำให้เกิดสมดุลพลังงานของโลก ผลของแรงเนื่องจากความแตกต่างของความกดอากาศ แรงคอริโอลิส แรงสู่ศูนย์กลาง และแรงเสียดทานที่มีต่อการหมุนเวียนของอากาศ การหมุนเวียนของอากาศตามเขตละติจูด และผลที่มีต่อภูมิอากาศ ปัจจัยที่ทำให้เกิดการแบ่งชั้นน้ำและการหมุนเวียนของน้ำในมหาสมุทร รูปแบบการหมุนเวียนของน้ำในมหาสมุทร และผลของการหมุนเวียนของน้ำในมหาสมุทรที่มีต่อลักษณะลมฟ้าอากาศ สิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อม ความสัมพันธ์ระหว่างเสถียรภาพอากาศและการเกิดเมฆ การเกิดแนวปะทะอากาศแบบต่าง ๆ และลักษณะลมฟ้าอากาศที่เกี่ยวข้อง ปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของโลก รวมทั้งการแปลความหมายสัญลักษณ์ลมฟ้าอากาศและการพยากรณ์ลักษณะลมฟ้าอากาศเบื้องต้นจากแผนที่อากาศและข้อมูลสารสนเทศ

5.15 เข้าใจการกำเนิดและการเปลี่ยนแปลงพลังงาน สสาร ขนาดอุณหภูมิของเอกภพ หลักฐานที่สนับสนุนทฤษฎีบิกแบง ประเภทของกาแล็กซี โครงสร้างและองค์ประกอบของกาแล็กซีทางช้างเผือก กระบวนการเกิดดาวฤกษ์ และการสร้างพลังงานของดาวฤกษ์ ปัจจัยที่ส่งผลต่อความส่องสว่างของดาวฤกษ์ และความสัมพัทธ์ระหว่างความส่องสว่างกับโชติมาตรของดาวฤกษ์ ความสัมพันธ์ระหว่างสี อุณหภูมิผิว และสเปกตรัมของดาวฤกษ์ วิธีการหาระยะทางของดาวฤกษ์ด้วยหลักการ แพร์ลแลกซ์ วิวัฒนาการและ การเปลี่ยนแปลงสมบัติบางประการของดาวฤกษ์ กระบวนการเกิดระบบสุริยะ การแบ่งเขตบิรวารของดวงอาทิตย์ ลักษณะของดาวเคราะห์ ที่เกี่ยวข้อง การดำรงชีวิต การโคจรของดาวเคราะห์รอบดวงอาทิตย์ด้วยกฎเคปเลอร์ และกฎความโน้มถ่วงของนิวตัน โครงสร้างของดวงอาทิตย์ การเกิดลมสุริยะ พายุสุริยะและผลที่มีต่อโลก การระบุพิกัดของดาวในระบบขอบฟ้า และระบบศูนย์สูตร เส้นทางการขึ้นการตกของดวงอาทิตย์และดาวฤกษ์ เวลา สุริยะคติและการเปรียบเทียบเวลาของแต่ละเขตเวลาบนโลก การสำรวจจวภาคและการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอวกาศ

5.16 ระบุปัญหา ตั้งคำถามที่จะสำรวจตรวจสอบ โดยมีการกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ สืบค้นข้อมูลจากหลายแหล่ง ตั้งสมมติฐานที่เป็นไปได้หลายแนวทาง ตัดสินใจเลือกตรวจสอบสมมติฐานที่เป็นไปได้

5.17 ตั้งคำถามหรือกำหนดปัญหาที่อยู่บนพื้นฐานของความรู้และความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ ที่แสดงให้เห็นถึงการใช้ความคิดระดับสูงที่สามารถสำรวจ ตรวจสอบหรือศึกษาค้นคว้าได้อย่างครอบคลุมและเชื่อถือได้ สร้างสมมติฐานที่มีทฤษฎีรองรับหรือคาดการณ์สิ่งที่จะพบเพื่อนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ ออกแบบวิธีการสำรวจ ตรวจสอบตามสมมติฐานที่กำหนดไว้ได้อย่างเหมาะสม มีหลักฐานเชิงประจักษ์ เลือกว่าวัสดุ อุปกรณ์ รวมทั้งวิธีการในการสำรวจตรวจสอบอย่างถูกต้องทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพ และบันทึกผลการสำรวจตรวจสอบอย่างเป็นระบบ

5.18 วิเคราะห์ แปลความหมายข้อมูล และประเมินความสอดคล้องของข้อสรุปเพื่อตรวจสอบกับ สมมติฐานที่ตั้งไว้ ให้ข้อเสนอแนะเพื่อปรับปรุงวิธีการสำรวจ ตรวจสอบ จัดกระทำข้อมูลและนำเสนอข้อมูลด้วยเทคนิควิธีที่เหมาะสม สื่อสารแนวคิด ความรู้จากผลการสำรวจตรวจสอบ โดยการพูด เขียน จัดแสดงหรือใช้เทคโนโลยี สารสนเทศเพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจโดยมีหลักฐานอ้างอิงหรือมีทฤษฎีรองรับ

5.19 แสดงถึงความสนใจ มุ่งมั่น รับผิดชอบ รอบคอบ และซื่อสัตย์ ในการสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้เครื่องมือและวิธีการที่ได้ผลถูกต้อง เชื่อถือได้ มีเหตุผล และยอมรับได้ว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์อาจมีการเปลี่ยนแปลงได้

5.20 แสดงถึงความพอใจและเห็นคุณค่าในการค้นพบความรู้ พบคำตอบ หรือแก้ปัญหาได้ ทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ แสดงความคิดเห็น โดยมีข้อมูลอ้างอิงและเหตุผลประกอบ เกี่ยวกับผลของการพัฒนาและการใช้วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีอย่างมีคุณธรรมต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม และยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

6. ผลการเรียนรู้ และสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพิ่มเติม

รายวิชาฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

รายวิชาฟิสิกส์ของระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 สอดคล้องกับ มาตรฐานการเรียนรู้ ข้อที่ 3 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560) กระทรวงศึกษาธิการ (2560, หน้า 200-209)

สาระฟิสิกส์

มาตรฐานการเรียนรู้ ข้อที่ 3 เข้าใจแรงไฟฟ้าและกฎของคูลอมบ์ สนามไฟฟ้า ศักย์ไฟฟ้า ความจุไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และกฎของโอห์ม วงจรไฟฟ้า กระแสตรง พลังงานไฟฟ้า และกำลังไฟฟ้า การเปลี่ยนพลังงานทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้า สนามแม่เหล็ก แรงแม่เหล็กที่กระทำ กับประจุไฟฟ้า และกระแสไฟฟ้า การเหนี่ยวนำ

แม่เหล็กไฟฟ้าและกฎของฟาราเดย์ ไฟฟ้ากระแสสลับ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและการสื่อสาร รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ สำหรับผลการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้รายวิชาฟิสิกส์ มาตรฐานการเรียนรู้ ข้อที่ 3 มีรายละเอียดดังตาราง 1

ตาราง 1 ผลการเรียนรู้ และสาระการเรียนรู้รายวิชาฟิสิกส์ มาตรฐานการเรียนรู้ ข้อที่ 3

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้
	1. อธิบายการเกิดเสียง การเคลื่อนที่ของเสียง ความสัมพันธ์ระหว่างคลื่น การกระจัดของอนุภาคกับคลื่น ความดัน ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราเร็วของเสียงในอากาศที่ขึ้นกับอุณหภูมิในหน่วยองศาเซลเซียส สมบัติของคลื่นเสียง ได้แก่ การสะท้อน การหักเห การแทรกสอด การเลี้ยวเบน รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง	• มีเสียงเป็นคลื่นกลและคลื่นตามยาว เกิดจากการถ่ายโอนพลังงานจากการสั่นของแหล่งกำเนิดเสียงผ่านอนุภาคตัวกลาง ทำให้อนุภาคของตัวกลางสั่นอัตราเร็วเสียงในอากาศขึ้นกับอุณหภูมิของอากาศ คำนวณได้จากสมการ $v = 331 + 0.6T_c$ • เสียงมีสมบัติการสะท้อน การหักเห การแทรกสอด และการเลี้ยวเบน
	2. อธิบายความเข้มเสียง ระดับเสียง องค์ประกอบของการได้ยิน คุณภาพเสียง และมลพิษทางเสียง รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง	• กำลังเสียงเป็นอัตราการถ่ายโอนพลังงานเสียงจากแหล่งกำเนิดเสียง กำลังเสียงต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ของหน้าคลื่นทรงกลม เรียกว่าความเข้มเสียง คำนวณได้จากสมการ $I = \frac{P}{A}$ • ระดับเสียงเป็นปริมาณที่บอกความดังของเสียง โดยหาได้จากลอการิทึมของอัตราส่วนระหว่างความเข้มเสียงกับความเข้มเสียงอ้างอิงที่มนุษย์เริ่มได้ยิน ตามสมการ $\beta = 10 \log \left(\frac{I}{I_0} \right)$

ตาราง 1 (ต่อ)

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้
		• ระดับสูงต่ำของเสียงขึ้นกับความถี่ของเสียง เสียงที่ได้ยินมีลักษณะเฉพาะตัวแตกต่างกัน เนื่องจากมีคุณภาพเสียงแตกต่างกัน • เสียงที่มีระดับเสียงสูงมากหรือเสียงบางประเภทที่มีผลต่อสภาพจิตใจของผู้ฟังจัดเป็นมลพิษทางเสียง
	3. ทดลอง และอธิบายการเกิดการสั่นพ้องของอากาศในท่อปลายเปิดหนึ่งด้าน รวมทั้งสังเกตและอธิบายการเกิดบีต คลื่นนิ่ง ปรากฏการณ์ดอปเพลอร์ คลื่นกระแทกของเสียง คำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง และนำความรู้เรื่องเสียงไปใช้ในชีวิตประจำวัน	• ถ้าอากาศในท่อถูกกระตุ้นด้วยคลื่นเสียงที่มีความถี่เท่ากับความถี่ธรรมชาติของอากาศในท่อนั้นจะเกิดการสั่นพ้องของเสียง โดยความถี่ในการเกิดการสั่นพ้องของท่อปลายเปิดหนึ่งด้านคำนวณได้จากสมการ $f_n = n \frac{v}{4L}$ เมื่อ $n = 1, 3, 5, \dots$ ถ้าเสียงจากแหล่งกำเนิดเสียงสองแหล่งที่มีความถี่ต่างกันไม่มากมาพบกันจะเกิดบีต ทำให้ได้ยินเสียงดัง ค่อยเป็นจางหะ • คลื่นเสียงสองขบวนที่มีความถี่เท่ากันมาแทรกสอดกัน จะทำให้เกิดคลื่นนิ่ง • เมื่อแหล่งกำเนิดเสียงเคลื่อนที่โดยผู้ฟังอยู่นิ่ง ผู้ฟังเคลื่อนที่โดยแหล่งกำเนิดเสียงอยู่นิ่ง หรือทั้งแหล่งกำเนิดและผู้ฟังเคลื่อนที่เข้าหรือออกจากกัน ผู้ฟังจะได้ยินเสียงที่มีความถี่เปลี่ยนไป เรียกว่าปรากฏการณ์ดอปเพลอร์

ตาราง 1 (ต่อ)

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้
		• ถ้าแหล่งกำเนิดเสียงเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วมากกว่าอัตราเร็วเสียงในตัวกลางเดียวกัน จะเกิดคลื่นกระแทก ทำให้เสียงตามแนวหน้าคลื่นกระแทกมีพลังงานสูงมากมีผลทำให้ผู้สังเกตในบริเวณใกล้เคียงได้ยินเสียงดังมาก • ความรู้เรื่องเสียงนำไปประยุกต์ใช้ในด้านต่าง ๆ เช่น การปรับเทียบเสียงเครื่องดนตรี อธิบายหลักการทำงานของเครื่องดนตรี การแปลงเสียงของมนุษย์ การประมง การแพทย์ ธรณีวิทยา อุตสาหกรรม เป็นต้น
	4. ทดลอง และอธิบายการทำวัตถุที่เป็นกลางทางไฟฟ้าให้มีประจุไฟฟ้าโดยการขัดสีกันและการเหนี่ยวนำไฟฟ้าสถิต	• การนำวัตถุที่เป็นกลางทางไฟฟ้ามาขัดสีกันจะทำให้วัตถุไม่เป็นกลางทางไฟฟ้า เนื่องจากอิเล็กตรอนถูกถ่ายโอนจากวัตถุหนึ่งไปอีกวัตถุหนึ่งโดยการถ่ายโอนประจุเป็นไปตาม กฎการอนุรักษ์ประจุไฟฟ้า • เมื่อนำวัตถุที่มีประจุไฟฟ้าไปใกล้ตัวนำไฟฟ้าจะทำให้เกิดประจุชนิดตรงข้ามบนตัวนำทางด้านที่ใกล้วัตถุและประจุชนิดเดียวกันด้านที่ไกลวัตถุ เรียกวิธีการนี้ว่าการเหนี่ยวนำไฟฟ้าสถิต ซึ่งสามารถใช้วิธีการนี้ในการทำให้วัตถุมีประจุได้

ตาราง 1 (ต่อ)

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้
ม.5	5. อธิบาย และคำนวณแรงไฟฟ้าตามกฎของคูลอมบ์	จุดประจุไฟฟ้ามีแรงกระทำซึ่งกันและกัน โดยมีทิศอยู่ในแนวเส้นตรงระหว่างจุดประจุทั้งสอง และมีขนาดของแรงระหว่างจุดประจุแปรผันตรงกับผลคูณของขนาดของประจุทั้งสองและแปรผกผันกับกำลังสองของระยะห่างระหว่างจุดประจุ ซึ่งเป็นไปตามกฎของคูลอมบ์ เขียนแทนได้ด้วยสมการ $F_{12} = k \frac{q_1 q_2}{r_{12}^2} \text{ และ } k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$
	6. อธิบาย และคำนวณสนามไฟฟ้า และแรงไฟฟ้าที่กระทำกับอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าที่อยู่ในสนามไฟฟ้า รวมทั้งหาสนามไฟฟ้าลัพท์เนื่องจากระบบจุดประจุโดยรวมกัน แบบเวกเตอร์	- รอบอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้า q_1 สนามไฟฟ้าขนาด $E = kq_1 / r^2$ ทำให้เกิดแรงไฟฟ้ากระทำต่ออนุภาคที่มีประจุไฟฟ้า - สนามไฟฟ้าที่ตำแหน่งใด ๆ มีความสัมพันธ์กับแรงไฟฟ้าที่กระทำต่อประจุไฟฟ้า q_2 ตามสมการ $\vec{E} = \vec{F}_{12} / q_2$ - สนามไฟฟ้าลัพท์เนื่องจากจุดประจุหลายจุดประจุเท่ากับผลรวมแบบเวกเตอร์ของสนามไฟฟ้าเนื่องจากจุดประจุแต่ละจุดประจุ - ตัวนำทรงกลมที่มีประจุไฟฟ้ามีสนามไฟฟ้าภายในตัวนำเป็นศูนย์ และสนามไฟฟ้าบนตัวนำมีทิศทางตั้งฉากกับผิวตัวนำนั้น โดยสนามไฟฟ้าเนื่องจากประจุบนตัวนำทรงกลมที่ตำแหน่งห่างจากผิวตัวนำทรงกลมที่ตำแหน่งห่างจากผิว

ตาราง 1 (ต่อ)

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้
		• สนามไฟฟ้าที่ตำแหน่งใด ๆ มีความสัมพันธ์กับแรงไฟฟ้าที่กระทำต่อประจุไฟฟ้า q_2 ตามสมการ $\vec{E} = \vec{F}_{12} / q_2$ • สนามไฟฟ้าลัพธ์เนื่องจากจุดประจุหลายจุดประจุเท่ากับผลรวมแบบเวกเตอร์ของสนามไฟฟ้าเนื่องจากจุดประจุแต่ละจุดประจุ • ตัวนำทรงกลมที่มีประจุไฟฟ้ามีสนามไฟฟ้าภายในตัวนำเป็นศูนย์ และสนามไฟฟ้าบนตัวนำมีทิศทางตั้งฉากกับผิวตัวนำนั้น โดยสนามไฟฟ้าเนื่องจากประจุบนตัวนำทรงกลมที่ตำแหน่งห่างจากผิว
	7. อธิบาย และคำนวณพลังงานศักย์ไฟฟ้า ศักย์ไฟฟ้า และความต่างศักย์ระหว่างสองตำแหน่งใด ๆ	• ประจุที่อยู่ในสนามไฟฟ้ามีพลังงานศักย์ไฟฟ้าคำนวณได้ จากสมการ $U = k \frac{q_1 q_2}{r}$ • พลังงานศักย์ไฟฟ้าที่ตำแหน่งใด ๆ ต่อหนึ่งหน่วยประจุ เรียกว่า ศักย์ไฟฟ้าที่ตำแหน่งนั้น โดยศักย์ไฟฟ้าที่ตำแหน่งซึ่งอยู่ห่างจากจุดประจุแปรผันตรงกับขนาดของประจุ และแปรผกผันกับระยะทางจากจุดประจุถึงตำแหน่งนั้นเขียนแทนได้ด้วยสมการ $V = kQ / r$

ตาราง 1 (ต่อ)

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้
		• ศักย์ไฟฟ้ารวมเนื่องจากจุดประจุหลายจุดประจุ คือ ผลรวมของศักย์ไฟฟ้าเนื่องจากจุดประจุแต่ละจุดประจุ เขียนแทนได้ด้วยสมการ $V = k \sum_{i=1}^n \frac{q_i}{r_i}$ • ความต่างศักย์ระหว่างสองตำแหน่งใด ๆ ในบริเวณที่มีสนามไฟฟ้า คือ งานในการเคลื่อนประจุบวกหนึ่งหน่วยจากตำแหน่งหนึ่งไปอีกเขียนแทนได้ด้วย $V_B - V_A = \frac{W_{A \rightarrow B}}{q}$ • ความต่างศักย์ระหว่างสองตำแหน่งใด ๆ ในสนามไฟฟ้าสม่ำเสมอขึ้นกับขนาดของสนามไฟฟ้า และระยะทางระหว่างสองตำแหน่งนั้น ในแนวขนานกับสนามไฟฟ้า ตามสมการ $V_B - V_A = Ed$
	8. อธิบายส่วนประกอบของตัวเก็บประจุความสัมพันธ์ระหว่างประจุไฟฟ้า ความต่างศักย์ และความจุของตัวเก็บประจุ และอธิบายพลังงานสะสมในตัวเก็บประจุ และความจุสมมูล รวมทั้งคำนวณปริมาณ	• ตัวเก็บประจุประกอบด้วยตัวนำไฟฟ้าสองชิ้นที่คั่นด้วยฉนวน โดยปริมาณประจุที่เก็บได้ขึ้นอยู่กับความต่างศักย์คร่อมตัวเก็บประจุและความจุของตัวเก็บประจุ ตามสมการ $C = \frac{Q}{\Delta V}$

ตาราง 1 (ต่อ)

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้
		● ตัวเก็บประจุจะมีพลังงานสะสมซึ่งมีค่าขึ้นกับความต่างศักย์และปริมาณประจุตามสมการ $U = \frac{1}{2}Q\Delta V$ ● เมื่อนำตัวเก็บประจุมาต่อแบบอนุกรม ความจุสมมูลมีค่าลดลง ตามสมการ $\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \dots$ ● เมื่อนำตัวเก็บประจุมาต่อแบบขนาน ความจุสมมูลมีค่าเพิ่มขึ้น ตามสมการ $C = C_1 + C_2 + C_3 + \dots$
	9. นำความรู้เรื่องไฟฟ้าสถิตไปอธิบายหลักการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้าบางชนิด และปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวัน	● ความรู้เรื่องไฟฟ้าสถิตสามารถนำไปอธิบายการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้าบางชนิด เช่น เครื่องกำจัดฝุ่นในอากาศ เครื่องพ่นสี เครื่องถ่ายภาพลายนิ้วมือ และเครื่องถ่ายภาพเอกซเรย์ ● ความรู้เรื่องไฟฟ้าสถิตยังสามารถนำไปอธิบายปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวันได้ เช่น พายุฟ้าผ่า ประกายไฟจากการเสียดสีกันของวัตถุ ซึ่งช่วยให้สามารถป้องกันอันตรายที่อาจเกิดขึ้น
	10. อธิบายการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนอิสระและกระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำ ความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำกับความเร็วลอยเลื่อนของอิเล็กตรอนอิสระหนาแน่นของอิเล็กตรอนในลวดตัวนำ และพื้นที่หน้าตัดของลวดตัวนำ และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง	● เมื่อต่อลวดตัวนำกับแหล่งกำเนิดไฟฟ้า อิเล็กตรอนอิสระที่อยู่ในลวดตัวนำจะเคลื่อนที่ในทิศตรงข้ามกับสนามไฟฟ้าทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าซึ่งทิศของกระแสไฟฟ้ามีทิศทางเดียวกับสนามไฟฟ้า หรือมีทิศทางจากจุดที่มีศักย์ไฟฟ้าสูงไปยังจุดที่มีศักย์ไฟฟ้าต่ำกว่า

ตาราง 1 (ต่อ)

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้
		กระแสไฟฟ้าในตัวนำไฟฟ้ามี ความสัมพันธ์กับความเร็วลอยเลื่อนของ อิเล็กตรอนอิสระความหนาแน่นของ อิเล็กตรอนอิสระในตัวนำ และ พื้นที่หน้าตัดของตัวนำ ตามสมการ $I = nev_d A$
	11. ทดลอง และอธิบายกฎของโอห์ม อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความ ต้านทานกับความยาว พื้นที่หน้าตัด และสภาพต้านทานของตัวนำโลหะที่ อุณหภูมิคงตัว และคำนวณปริมาณ ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งอธิบายและ คำนวณความต้านทานสมมูล เมื่อนำ ตัวต้านทานมาต่อกันแบบอนุกรมและ แบบขนาน	- เมื่ออุณหภูมิคงตัว กระแสไฟฟ้าใน ตัวนำโลหะ ความต่างศักย์ที่ปลายทั้ง สองและความต้านทานของตัวนำนั้นมี ความสัมพันธ์กันตามกฎของโอห์ม เขียนแทนได้ด้วยสมการ $I = \left(\frac{1}{R}\right)V$ - ความต้านทานของวัตถุเมื่ออุณหภูมิคง ตัวขึ้นอยู่กับชนิดและรูปร่างของวัตถุ ตามสมการ $R = \rho \frac{l}{A}$ - ค่าความต้านทานของตัวต้านทานอ่าน ได้จากแถบสีบนตัวต้านทานเมื่อนำ ตัวต้านทานมาต่อแบบอนุกรม ความ ต้านทานสมมูลมีค่าเพิ่มขึ้นตามสมการ $R = R_1 + R_2 + R_3 + \dots$ เมื่อนำตัวต้านทานมาต่อแบบขนาน ความต้านทานสมมูลมีค่าลดลง ตาม สมการ $\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots$

ตาราง 1 (ต่อ)

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้
	12. ทดลอง อธิบาย และคำนวณอีเอ็มเอฟของแหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง รวมทั้งอธิบายและคำนวณพลังงานไฟฟ้า และกำลังไฟฟ้า	- แหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง เช่น แบตเตอรี่ เป็นอุปกรณ์ที่ให้พลังงานไฟฟ้าแก่วงจรพลังงานไฟฟ้าที่ประจุไฟฟ้าได้รับต่อหนึ่งหน่วยประจุไฟฟ้า เมื่อเคลื่อนที่ผ่านแหล่งกำเนิดไฟฟ้า เรียกว่า อีเอ็มเอฟ คำนวณได้จากสมการ $\mathcal{E} = \Delta V + Ir$ - พลังงานไฟฟ้าที่ถูกใช้ไปในเครื่องใช้ไฟฟ้าในหนึ่งหน่วยเวลา เรียกว่า กำลังไฟฟ้า ซึ่งมีค่าขึ้นกับความต่างศักย์และกระแสไฟฟ้า คำนวณได้จากสมการ $W = I\Delta Vt$ และ $P = I\Delta V$
	13. ทดลอง และคำนวณอีเอ็มเอฟสมมูลจากการต่อแบตเตอรี่แบบอนุกรมและแบบขนานรวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องในวงจรไฟฟ้ากระแสตรง ซึ่งประกอบด้วยแบตเตอรี่และตัวต้านทาน	- เมื่อนำแบตเตอรี่มาต่อแบบอนุกรม อีเอ็มเอฟสมมูลและความต้านทานภายในสมมูลมีค่าเพิ่มขึ้น ตามสมการ $\mathcal{E} = \mathcal{E}_1 + \mathcal{E}_2 + \dots + \mathcal{E}_n$ และ $r = r_1 + r_2 + \dots + r_n$ ตามลำดับ - เมื่อนำแบตเตอรี่ที่เหมือนกันมาต่อแบบขนานอีเอ็มเอฟสมมูล มีค่าคงเดิมและความต้านทานภายในสมมูลมีค่าลดลง ตามสมการ $\mathcal{E} = \mathcal{E}_1 = \mathcal{E}_2 = \dots + \mathcal{E}_n$ และ $\frac{1}{r} = \frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} + \dots + \frac{1}{r_n}$ ตามลำดับ

ตาราง 1 (ต่อ)

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้
		กระแสไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้ากระแสตรงที่ ประกอบด้วยแบตเตอรี่และตัวต้านทาน คำนวณได้ตามสมการ $I = \frac{\mathcal{E}}{R + r}$
	14. อธิบายการเปลี่ยนพลังงานทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้า รวมทั้งสืบค้นและอภิปรายเกี่ยวกับเทคโนโลยี ที่นำมาแก้ปัญหาหรือตอบสนองความต้องการทางด้านพลังงานไฟฟ้า โดยเน้นด้านประสิทธิภาพและความคุ้มค่าด้านค่าใช้จ่าย	- การนำพลังงานทดแทนมาใช้ในการแก้ปัญหา หรือตอบสนองความต้องการด้านพลังงาน เช่น การเปลี่ยนพลังงานนิวเคลียร์เป็นพลังงานไฟฟ้า ในโรงไฟฟ้านิวเคลียร์พลังงานไฟฟ้า ในโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ และการเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานไฟฟ้าโดยเซลล์สุริยะ - เทคโนโลยีต่าง ๆ ที่นำมาแก้ปัญหาหรือตอบสนองความต้องการทางด้านพลังงานเป็นการนำความรู้ ทักษะและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาสร้างอุปกรณ์หรือผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ที่ช่วยให้การใช้พลังงานมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

7. คำอธิบายรายวิชา

คำอธิบายรายวิชา

รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ เล่ม 4

กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

เวลา 80 ชั่วโมง/ภาคเรียน

ศึกษาการเกิดเสียง การเคลื่อนที่ของเสียง การสะท้อน การหักเห

การแทรกสอด และการเลี้ยวเบนของคลื่นเสียง การได้ยินเสียง ความเข้มเสียง คุณภาพเสียง มลพิษทางเสียง คลื่นนิ่งของเสียง การสั่นพ้องของเสียง การเกิดบีต ปรากฏการณ์ดอปเพลอร์ คลื่นกระแทกของเสียง ธรรมชาติของไฟฟ้าสถิต การเหนี่ยวนำ ไฟฟ้าสถิต กฎของคูลอมบ์ สนามไฟฟ้า ศักย์ไฟฟ้า ความต่างศักย์ ความจุและพลังงานสะสมในตัวเก็บประจุ การต่อตัวเก็บประจุ กระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำ กฎของโอห์ม สภาพต้านทาน การต่อตัวต้านทาน อีเอ็มเอฟของแหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง พลังงานไฟฟ้า กำลังไฟฟ้า การต่อแบตเตอรี่ การวิเคราะห์วงจร ไฟฟ้ากระแสตรง การเปลี่ยนพลังงานทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้า และเทคโนโลยีด้านพลังงาน

โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การสืบค้นข้อมูล การสังเกต วิเคราะห์ เปรียบเทียบ อธิบาย อภิปราย และสรุป เพื่อให้เกิดความรู้ความเข้าใจ มีความสามารถในการตัดสินใจ มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ในด้านการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ด้านการคิดและการแก้ปัญหา สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในชีวิตของตนเอง มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรม และค่านิยมที่เหมาะสม

ผลการเรียนรู้

1. อธิบายการเกิดเสียง การเคลื่อนที่ของเสียง ความสัมพันธ์ระหว่างคลื่นการกระจัดของอนุภาค กับคลื่นความดัน ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราเร็วของเสียงในอากาศที่ขึ้นกับอุณหภูมิในหน่วยองศาเซลเซียส การสะท้อน การหักเห การแทรกสอด การเลี้ยวเบนของคลื่นเสียง รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

2. อธิบายความเข้มเสียง ระดับเสียง องค์ประกอบของการได้ยิน คุณภาพเสียง และมลพิษทางเสียง รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

3. ทดลอง และอธิบายการเกิดการสั่นพ้องของอากาศในท่อปลายเปิดหนึ่งด้าน รวมทั้งสังเกตและอธิบายการเกิดบีต คลื่นนิ่ง ปรากฏการณ์ดอปเพลอร์ คลื่นกระแทกของเสียง คำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง และนำความรู้เรื่องเสียงไปใช้ในชีวิตประจำวัน

4. ทดลอง และอธิบายการทำวัตถุที่เป็นกลางทางไฟฟ้าให้มีประจุไฟฟ้าโดยการขัดสีกันและการเหนี่ยวนำไฟฟ้าสถิต
5. อธิบาย และคำนวณแรงไฟฟ้าตามกฎของคูลอมบ์
6. อธิบาย และคำนวณสนามไฟฟ้าและแรงไฟฟ้าที่กระทำกับอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าที่อยู่ในสนามไฟฟ้า รวมทั้งหาสนามไฟฟ้าลัพท์เนื่องจากระบบจุดประจุโดยรวมกันแบบเวกเตอร์
7. อธิบาย และคำนวณพลังงานศักย์ไฟฟ้า ศักย์ไฟฟ้า และความต่างศักย์ระหว่างสองตำแหน่งใด ๆ
8. อธิบายส่วนประกอบของตัวเก็บประจุ ความสัมพันธ์ระหว่างประจุไฟฟ้า ความต่างศักย์ และความจุของตัวเก็บประจุ และอธิบายพลังงานสะสมในตัวเก็บประจุ และความจุสมมูล รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง
9. นำความรู้เรื่องไฟฟ้าสถิตไปอธิบายหลักการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้าบางชนิด และปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวัน
10. อธิบายการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนอิสระและกระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำ ความสัมพันธ์ระหว่าง กระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำ กับความเร็วลอยเลื่อนของอิเล็กตรอนอิสระ ความหนาแน่นของอิเล็กตรอนในลวดตัวนำ และพื้นที่หน้าตัดของลวดตัวนำ และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง
11. ทดลอง และอธิบายกฎของโอห์ม อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความต้านทานกับความยาว พื้นที่หน้าตัด และสภาพต้านทานของตัวนำโลหะที่อุณหภูมิคงตัว และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งอธิบายและคำนวณความต้านทานสมมูลเมื่อนำตัวต้านทานมาต่อกันแบบอนุกรมและแบบขนาน
12. ทดลอง อธิบาย และคำนวณอีเอ็มเอฟของแหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง รวมทั้งอธิบายและคำนวณพลังงานไฟฟ้า และกำลังไฟฟ้า
13. ทดลอง และคำนวณอีเอ็มเอฟสมมูลจากการต่อแบตเตอรี่แบบอนุกรมและแบบขนาน รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องในวงจรไฟฟ้ากระแสตรงซึ่งประกอบด้วยแบตเตอรี่และตัวต้านทาน
14. อธิบายการเปลี่ยนพลังงานทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้า รวมทั้งสืบค้นและอภิปรายเกี่ยวกับเทคโนโลยีที่นำมาแก้ปัญหาหรือตอบสนองความต้องการทางด้านพลังงาน โดยเน้นด้านประสิทธิภาพและความคุ้มค่าด้านค่าใช้จ่าย

8. หน่วยการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์

หน่วยการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ดังตาราง 2

ตาราง 2 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของหน่วยการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ จำนวนชั่วโมง

หน่วยการเรียนรู้ที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
12	เสียง - ธรรมชาติของเสียง - การได้ยินเสียง - ปฏิกิริยาการเกิดเกี่ยวกับเสียง - การประยุกต์ใช้ความรู้เรื่องเสียง	23
13	ไฟฟ้าสถิต - ธรรมชาติของไฟฟ้าสถิต - กฎของคูลอมบ์ - สนามไฟฟ้า - ศักย์ไฟฟ้าและความต่างศักย์ - ตัวเก็บประจุ - การนำความรู้เกี่ยวกับไฟฟ้าสถิตไปใช้ประโยชน์	28
14	ไฟฟ้ากระแส - กระแสไฟฟ้า - ความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้ากับความต่างศักย์ - พลังงานในวงจรไฟฟ้ากระแสตรง - แบตเตอรี่และวงจรไฟฟ้ากระแสตรงเบื้องต้น - พลังงานไฟฟ้าจากพลังงานทดแทนและเทคโนโลยีด้านพลังงาน	29
รวม		80

หมายเหตุ ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้หน่วยการเรียนรู้ที่ 14 ไฟฟ้ากระแส

การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

1. ความหมายของสะเต็มศึกษา

นักวิชาการหลายคนได้ให้ความหมายและแนวคิดหลากหลายเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาไว้ ดังนี้

วรรณธนะ ปัตตา และสืบลกุล อยู่ยืนยง (2559, หน้า 833) สะเต็มศึกษา หมายถึง การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการข้ามกลุ่มสาระวิชาระหว่างศาสตร์สาขาต่าง ๆ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะการคิด ทักษะการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ทักษะการแก้ปัญหาและทักษะการสื่อสารซึ่งทักษะดังกล่าวเป็นทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ที่ผู้เรียนพึงมี

วรินทร์ สุภาพ (2561, หน้า 305) ได้ให้ความหมายสะเต็มศึกษา หมายถึง แนวทางการเรียนรู้ที่บูรณาการความรู้ 4 สาขาวิชา คือ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ไปใช้ในการเชื่อมโยงสู่สถานการณ์ปัญหาในชีวิตหรือเกี่ยวข้องกับประสบการณ์ของผู้เรียน

ธารทิพย์ ช้วน และขวัญชัย ช้วน (2562, หน้า 4) ได้กล่าวว่า สะเต็มศึกษา หมายถึง การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการข้ามกลุ่มสาขาวิชา ทั้ง 4 สาขา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ โดยนำจุดเด่นในแต่ละวิชา ตลอดจนวิธีการสอนองค์ความรู้ของแต่ละวิชามารวมกันอย่างลงตัว เพื่อให้ผู้เรียนนำความรู้ทุกแขนงมาใช้ในการแก้ปัญหา การสืบเสาะค้นหาค้นคว้า การสร้างองค์ความรู้ การสื่อสารและการสร้างสรรค์พัฒนาสิ่งต่าง ๆ ให้ดียิ่งขึ้น

รสสุคนธ์ อินทฤาฏูร สวัสดิ์วงศ์ชัย (2562, หน้า 35) ได้กล่าวว่า สะเต็มศึกษา หมายถึง รูปแบบวิทยาการการเรียนรู้แบบหนึ่งที่บูรณาการความรู้ทาง วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์เข้าด้วยกัน โดยเน้นการนำความรู้ทุกแขนงมาใช้ในการศึกษา ค้นคว้า เพื่อการแก้ปัญหา และการพัฒนาสิ่งต่าง ๆ ที่เชื่อมโยงไปใช้ในชีวิตจริงมีกระบวนการคิดอย่างเป็นระบบ รวมทั้งการพัฒนาระบบการหรือผลผลิตใหม่ ๆ ควบคู่ไปกับการพัฒนาให้ผู้เรียนเกิดทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21

วัชร ประทุมรัตน์ และอินทรีา รอบรู้ (2563, หน้า 64) สะเต็มศึกษา หมายถึง รูปแบบการเรียนรู้เนื้อหาและทักษะทางด้านวิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ และเทคโนโลยี ซึ่งเป็นแนวคิดในการจัดการศึกษาแบบสะเต็มศึกษาที่ได้ลงมือปฏิบัติ ทำงานเป็นกลุ่ม อภิปรายและสื่อสาร เพื่อนำเสนอคล้ายกับแนวทางการเรียนรู้แบบ Project Based Learning

สุวิมล สาส์น และยุวัฒน์ คล้ายมงคล (2563, หน้า 3) สะเต็มศึกษา หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้เรียนรู้ และประยุกต์ความรู้ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ในสถานการณ์ที่ใกล้เคียงกับ สถานการณ์ที่พบในชีวิตประจำวันและการประกอบอาชีพ นอกจากนี้ในระหว่างการเรียนรู้ ดังกล่าว ด้วยการสอนแบบบูรณาการข้ามกลุ่มสาระวิชา ระหว่างศาสตร์สาขาต่าง ๆ โดย นำจุดเด่นของธรรมชาติตลอดจนวิธีการสอนของแต่ละสาขาวิชามาสผสมผสานกัน เพื่อให้ ผู้เรียนนำความรู้ทุกแขนงมาใช้ในการแก้ปัญหา การค้นคว้า และการพัฒนาสิ่งต่าง ๆ ใน สถานการณ์โลกปัจจุบัน

จากความหมายของสะเต็มศึกษาที่กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า สะเต็มศึกษา หมายถึง การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ 4 สาขาวิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) ซึ่งเป็นแนวทางในการจัดการเรียนที่ทำให้ผู้เรียนนำความรู้มาเชื่อมโยงเพื่อ ใช้ในการแก้ปัญหา

2. ประวัติความเป็นมาของสะเต็มศึกษา

แนวคิดสะเต็มศึกษาเริ่มต้นมาจากประเทศสหรัฐอเมริกา ที่พบปัญหาใน เรื่องผลการทดสอบ PISA ของสหรัฐอเมริกา ที่ต่ำกว่าหลายประเทศ ซึ่งส่งผลต่อขีด ความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และวิศวกรรม รัฐบาลจึงมีนโยบายส่งเสริม การศึกษาโดยพัฒนา STEM ขึ้นมาเพื่อช่วยยกระดับผลการทดสอบ PISA ให้สูงขึ้น และเป็น แนวทางหนึ่งในการส่งเสริมทักษะที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 (พรทิพย์ ศิริภัทราชัย, 2556, หน้า 49-50)

ดังนั้นรัฐบาลจึงได้ดำเนินการปฏิรูปการศึกษาวิทยาศาสตร์โดย ตั้งเป้าหมาย ของการศึกษาวิทยาศาสตร์ว่า ต้องพัฒนาให้ผู้เรียนสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ และทักษะ ทางวิทยาศาสตร์ควบคู่กับความรู้และทักษะทางวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันวิจัยแห่งชาติ (National Research Council, 2012, p. unpagged) ของประเทศสหรัฐอเมริกา ได้พัฒนา หลักสูตรการศึกษาวิทยาศาสตร์แห่งชาติที่นับได้ว่า เป็นชาติแรกที่ผนวกศาสตร์ ความรู้ และทักษะทางวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์ไว้ด้วยกัน และเน้นการสร้าง แรงจูงใจให้ เยาวชนของชาติหันมาสนใจในอาชีพที่ขาดแคลน หลักสูตรจึงมีการแทรกเนื้อหา หรือ แนวคิด (Concepts) ด้านวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีลงสู่หลักสูตรวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาอย่างเป็นรูปธรรมกลายเป็นที่มาของสะเต็มศึกษา (STEM Education) ที่มีการบูรณาการศาสตร์ 4 สาขาวิชา คือ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และ

คณิตศาสตร์เข้าไว้ด้วยกัน โดยความคาดหวังว่านโยบายการศึกษาแบบ STEM Education นี้จะเป็นแนวทางที่จะช่วยแก้ปัญหา ดังกล่าวเพื่อช่วยยกระดับผลการทดสอบต่าง ๆ เช่น PISA ให้สูงขึ้น ส่งผลให้ประชากรมีคุณภาพและส่งผลให้สามารถแก้ปัญหาของชาติในด้านอื่น ๆ ได้ ซึ่งในการนำนโยบายลงสู่การปฏิบัตินั้นพบว่ารัฐบาล ได้ทุ่มเทงบประมาณด้าน STEM Education เป็นจำนวนมาก มีโรงเรียนต่าง ๆ ในเกือบ 40 รัฐ ที่ใช้ STEM Education มาเป็นระยะเวลาหนึ่งแล้ว (National Research Council of the National Academies, 2011, p. unpagged)

จากการศึกษาประวัติความเป็นมาของการจัดการเรียนรู้โดยใช้สะเต็มศึกษา ผู้วิจัยสรุปได้ว่า สะเต็มศึกษา เริ่มต้นมาจากประเทศสหรัฐอเมริกา เนื่องมาจากผลการทดสอบ PISA ต่ำกว่าประเทศอื่น ๆ ซึ่งการทดสอบ PISA เป็นการทดสอบในเรื่องการรู้เรื่อง การอ่าน การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ และการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ จึงทำให้รัฐบาลประเทศสหรัฐอเมริกาค้นหาแนวทางในการพัฒนาผลการทดสอบขึ้น โดยใช้ STEM ซึ่งประกอบด้วยเนื้อหาวิชาหลักที่บูรณาการเกี่ยวข้องกัน ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ โดยมีความคาดหวังว่าจะช่วยยกระดับผลการทดสอบต่าง ๆ เช่น PISA ให้สูงขึ้นรวมทั้งส่งผลให้ประชากรมีคุณภาพและส่งผลให้สามารถแก้ปัญหาของชาติในด้านอื่น ๆ ได้

3. แนวคิด ทฤษฎีพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษา

3.1 แนวคิดที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษา

ศูนย์สะเต็มศึกษาแห่งชาติ (2561, หน้า 15-16) กล่าวอ้างถึงการนำแนวคิดการออกแบบเชิงวิศวกรรมมาบูรณาการกับการเรียนรู้ 4 ศาสตร์ที่มีความใกล้เคียงกันมาก ได้แก่ วิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์ สภาวิจัยแห่งประเทศสหรัฐอเมริกา (The National Research Council: NRC) ได้ให้ความหมายของวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี พร้อมทั้งเปรียบเทียบทักษะของศาสตร์ทั้งสองกับทักษะทางวิทยาศาสตร์ไว้ดังตาราง 3

ตาราง 3 เปรียบเทียบแนวปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ เทคโนโลยี
และคณิตศาสตร์

วิทยาศาสตร์	วิศวกรรมศาสตร์	เทคโนโลยี	คณิตศาสตร์
ตั้งคำถาม (เพื่อ เข้าใจธรรมชาติ)	นิยามปัญหา (เพื่อ พัฒนาคุณภาพ ชีวิต)	ตระหนักถึงบทบาท ของเทคโนโลยีต่อ สังคม	ตัดสินใจเลือกใช้ เทคโนโลยี โดย พิจารณาถึง ผลกระทบต่อสังคม และสิ่งแวดล้อม
พัฒนาและใช้โมเดล	พัฒนาและใช้โมเดล		ใช้คณิตศาสตร์ใน การสร้างโมเดล
ออกแบบและลงมือ ทำการค้นคว้า วิจัย ทดลอง	ออกแบบและลงมือ ทำการค้นคว้า วิจัย ทดลอง	เรียนรู้วิธีการใช้งาน เทคโนโลยีใหม่ ๆ	ใช้เครื่องมือที่ เหมาะสมในการ แก้ปัญหา
วิเคราะห์ข้อมูล	วิเคราะห์ข้อมูล		ให้ความสำคัญกับ ความแม่นยำ
ใช้คณิตศาสตร์ ช่วยในการคำนวณ	ใช้คณิตศาสตร์ ช่วยในการคำนวณ	เข้าใจบทบาทของ เทคโนโลยีในการ พัฒนา	ใช้ตัวเลขในการให้ ความหมายหรือ เหตุผล
สร้างคำอธิบาย ใช้หลักฐานในการ ยืนยันแนวคิด	ออกแบบวิธีการ แก้ปัญหา ใช้ หลักฐานในการ ยืนยันแนวคิด	ด้านวิทยาศาสตร์ และวิศวกรรม ตัดสินใจเลือกใช้ เทคโนโลยี โดยพิจารณาถึง ผลกระทบต่อสังคม และสิ่งแวดล้อม	พยายามหาวิธีการ และใช้โครงงานใน การแก้ปัญหา สร้างข้อโต้แย้ง และสามารถ วิพากษ์การให้ เหตุผลของผู้อื่น

ที่มา: Vasquez, J.A., Sneider, C., & Comer, M. (2013). STEM Lesson Essentials: Integrating Science, Technology, Engineering, and Mathematics, p. 38.

จากตาราง 3 แนวปฏิบัติ (Practice) ทางวิทยาศาสตร์มีกระบวนการส่วนใหญ่เหมือนกับแนวปฏิบัติทางวิศวกรรมศาสตร์ กล่าวคือ ทั้งสองศาสตร์มีการพัฒนา และใช้โมเดลในการดำเนินงาน มีการออกแบบและลงมือค้นคว้าวิจัยเพื่อรวบรวมข้อมูล และวิเคราะห์ข้อมูลดังกล่าว ทั้งวิทยาศาสตร์ และวิศวกรรมศาสตร์ต้องการความรู้ทางคณิตศาสตร์ในการคำนวณ นอกจากนี้ทั้งนักวิทยาศาสตร์และวิศวกรมีการใช้หลักฐานในการยืนยันแนวคิด ซึ่งอาจเป็นคำตอบของข้อสงสัยเกี่ยวกับธรรมชาติหรือปัญหา และสุดท้ายต้องมีการประเมินและสื่อสารแนวคิดดังกล่าว อย่างไรก็ตาม แนวปฏิบัติทั้งสองมีความแตกต่างกันอยู่ 2 ประการ คือ

1. วิทยาศาสตร์พยายามตั้งคำถาม เพื่อเรียนรู้และทำความเข้าใจ ธรรมชาติ วิศวกรรมศาสตร์พยายามนิยามปัญหาซึ่งเกิดจากความไม่พอใจ และต้องการ พัฒนาคุณภาพชีวิตของมนุษย์

2. ผลลัพธ์ของการทำงานทางวิทยาศาสตร์ คือ การสร้างคำอธิบาย เพื่อตอบข้อสงสัยเกี่ยวกับธรรมชาติ ในขณะที่ผลลัพธ์ของการทำงานทางวิศวกรรมศาสตร์ คือ วิธีการแก้ปัญหาเพื่อพัฒนาคุณภาพชีวิตของมนุษย์ และวิธีการดังกล่าวจะนำมาซึ่งผลผลิตที่เป็นเทคโนโลยีใหม่หรือนวัตกรรม

กัญจนา ศิลปภักย์ (2560, หน้า 25) ได้อธิบายองค์ประกอบของแนวคิดสะเต็มศึกษามีรายละเอียดดังนี้

1. วิทยาศาสตร์ (Science) หมายถึง การเรียนรู้ธรรมชาติรอบตัวบนพื้นฐานความเป็นจริง วิทยาศาสตร์เป็นทั้งความรู้และกระบวนการ เพื่อสร้างองค์ความรู้ใหม่

2. เทคโนโลยี (Technology) หมายถึง กระบวนการของความรู้ที่นำไปสู่ เทคโนโลยีที่ทันสมัยเพื่อตอบสนองความต้องการของมนุษย์

3. วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) หมายถึง ความรู้เกี่ยวกับการออกแบบและสร้างสรรค์ด้วยการผลิตของมนุษย์ รวมถึงกระบวนการแก้ปัญหาภายใต้เงื่อนไข และข้อจำกัดในสถานการณ์ต่าง ๆ

4. คณิตศาสตร์ (Mathematic) หมายถึง การศึกษารูปแบบ และความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณ ตัวเลข และพื้นที่ คณิตศาสตร์ถือเป็นพื้นฐานที่นำมาใช้ในวิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ และเทคโนโลยี

สรุปได้ว่า แนวคิดของสะเต็มศึกษา หมายถึง การนำความรู้หรือจุดเน้นในแต่ละสาขาวิชาซึ่งได้แก่ วิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์ มาใช้ในการแก้ไขปัญหาต่าง ๆ อย่างเป็นกระบวนการ

3.2 ทฤษฎีพื้นฐานเกี่ยวกับสะเต็มศึกษา

กมลฉัตร กล่อมอิม, ชัยวัฒน์ นามนาค, วารินทร์ แก้วอุไร และวิเชียร อารังโสติสสกุล (2557, หน้า 3) ได้กล่าวว่า ทฤษฎีที่สนับสนุนแนวคิดการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา คือ ทฤษฎีการเรียนรู้คอนสตรัคติวิสต์ (Constructivist) เป็นทฤษฎีที่เน้นให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการคิดของตนเองจนนำไปสู่การสร้างความรู้ด้วยตนเอง

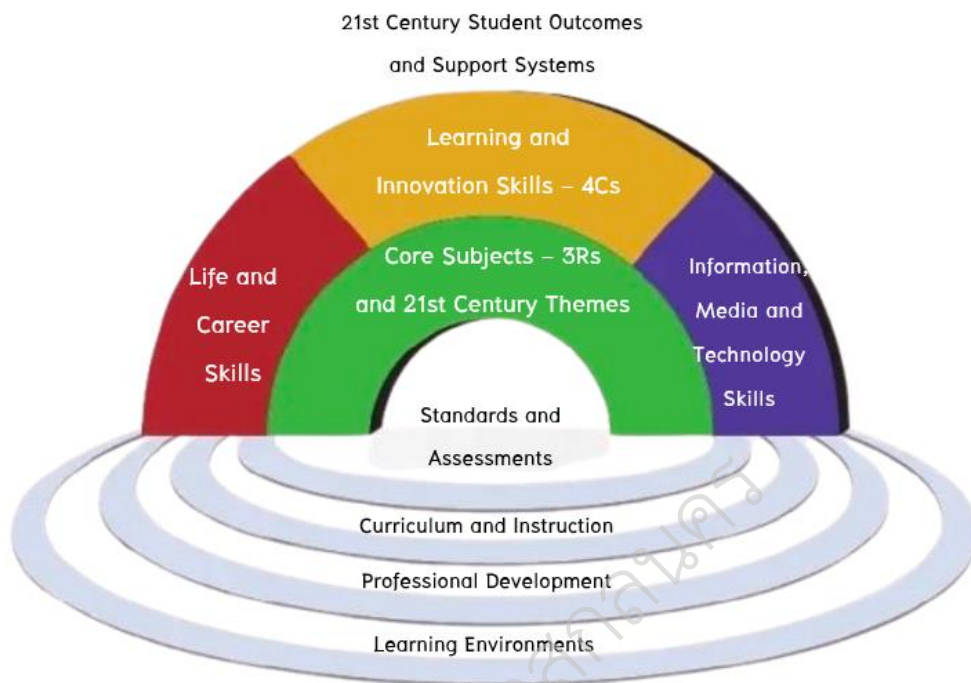
ลีอา ลดาชาติ และลฎาภา ลดาชาติ (2561, หน้า 6) ได้กล่าวว่า การออกแบบเป็นบริบทในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้สรคณิยม นักเรียนได้ใช้ความรู้เดิมในการร่างและออกแบบนวัตกรรมเพื่อแก้ปัญหา และนำผลจากการสำรวจตรวจสอบมาปรับเปลี่ยนความรู้เดิมให้สอดคล้องกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น การออกแบบต้องอาศัยความรู้ทางวิทยาศาสตร์ จึงช่วยให้นักเรียนเห็นว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีประโยชน์ในการแก้ไขปัญหาในชีวิตประจำวันอย่างไร

สิริยาพร พลเล็ก (2563, หน้า 45) ได้กล่าวว่า ทฤษฎีการเรียนรู้คอนสตรัคติวิสต์ (Constructivist) และทฤษฎีการเรียนรู้สรคณิยม เป็นทฤษฎีที่สนับสนุนการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ส่งเสริมให้นักเรียนได้เรียนรู้และเกิดประสบการณ์ด้วยตัวเอง นำความรู้เดิมมาใช้ในการออกแบบแก้ไขปัญหา

สรุปได้ว่า ทฤษฎีการเรียนรู้คอนสตรัคติวิสต์ (Constructivist) และทฤษฎีการเรียนรู้สรคณิยม เป็นทฤษฎีที่สนับสนุนการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ส่งเสริมให้นักเรียนได้เรียนรู้และเกิดประสบการณ์ด้วยตัวเอง นำความรู้เดิมมาใช้ในการออกแบบเพื่อแก้ไขปัญหา

4. สะเต็มศึกษากับการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21

การเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 แล้วนั้นย่อมแตกต่างจากอดีตที่ผ่านมา โดยการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 นี้จะเน้นไปที่กระบวนการเรียนรู้หรือทักษะที่เกิดจากการเรียนรู้ ดังเช่น สภาการวิจัยแห่งชาติ อังกฤษ (National Research Council, 2011) ได้ให้นิยาม “การเรียนรู้แห่งศตวรรษที่ 21” หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการดำรงชีวิตในปัจจุบันและอนาคต ซึ่งประกอบด้วยทักษะ 3 ด้าน ได้แก่ ทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม (Learning and Innovation Skills) ทักษะด้านข้อมูล สื่อและเทคโนโลยี (Information, Media and Technology Skills) และทักษะชีวิตในอาชีพ (Life and Career Skills) ซึ่งเป็นไปตามกรอบแนวคิดเพื่อการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 (21st Century Learning Framework) ดังภาพประกอบ 2



ภาพประกอบ 2 กรอบแนวคิดเพื่อการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21

ที่มา: <http://artdesignqa.blogspot.com/2015/08/21-21st-century-learning.html>

การเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ซึ่งเป็นการเรียนรู้ที่เน้นการบูรณาการศาสตร์ ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ผ่านรูปแบบกระบวนการเรียนรู้เชิง วิศวกรรมเพื่อเน้นทักษะกระบวนการในการแก้ปัญหา โดยการเชื่อมโยงความรู้ที่มีทั้งหมดสู่ การประยุกต์ใช้แก้ปัญหาได้จริงทั้งในชีวิตประจำวันและการทำงานในอนาคตของผู้เรียน ซึ่ง การเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษานับว่าเป็นอีกทางเลือกหนึ่งสำหรับการศึกษาในศตวรรษที่ 21 ซึ่งเป็นการศึกษาเรียนรู้ที่เปิดกว้างทั้งทางด้านความคิด มุมมองและการกระทำ โดยนัยหนึ่ง หมายถึงรวมถึงการศึกษาที่นำไปสู่การเรียนรู้ทุกหนแห่ง ดังนั้นแล้วโลกของเทคโนโลยี เครือข่ายการเรียนรู้ในยุคใหม่จึงต้องเป็นการเรียนรู้ที่ตื่นตัวตลอดเวลา (Active Learning) เป็นการเรียนรู้ตลอดชีวิต (Life Long Learning) และการศึกษาจะต้องควบคู่ไปกับการ ทำงานเพื่อที่จะนำความรู้นั้นมาใช้ในการสร้างนวัตกรรมสำหรับขับเคลื่อนการพัฒนาสังคม ต่อไป



ภาพประกอบ 3 การศึกษาเรียนรู้ตลอดชีวิต

ที่มา: <https://pixabay.com/>, MabelAmber

ดังนั้นแล้วจะได้ศึกษากับกระบวนการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 จึงต้องเป็น การเรียนรู้ที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนผ่านของกระบวนการหรือขั้นตอนในการเรียนรู้ จากแบบ ดั้งเดิมไปสู่การเรียนรู้ที่เน้นทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 (21st Century Skills) นั้นหมายถึงว่า ผู้เรียนจะเรียนรู้และสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเองผ่านกระบวนการ การแก้ปัญหาจนนำไปสู่ การพิสูจน์ข้อเท็จจริงและกระบวนการในหาคำตอบเพื่อนำมาสู่การรู้แจ้งเห็นจริงได้ด้วยการอธิบายถึงความเป็นเหตุเป็นผลของข้อมูลและหลักฐานที่ปรากฏได้ ซึ่งครูจะทำหน้าที่ เป็นเพียงผู้ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ ฝึกฝนให้ตนเองเป็นเสมือนผู้ฝึกสอนและพี่เลี้ยงใน การเรียนรู้ (Coaching and Mentoring) อีกทั้งยังเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ (Facilitator) การเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาจึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่จะเสริมสร้างผู้เรียนให้ เกิดการเรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติ ซึ่งการเรียนรู้ในประเด็นทางสังคมหรือสถานการณ์จริง จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดทักษะการแก้ปัญหา (Problem Solving) จนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยแท้จริง ด้วยเหตุนี้เองการศึกษาแบบสะเต็มหรือสะเต็มศึกษาจึงตอบโจทย์เป้าหมายของ การจัดการศึกษาในยุคนี้ เพราะมุ่งเน้นทักษะของการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 และส่งเสริม การเรียนรู้ตลอดชีวิตนั่นเอง

5. บทบาทของครูและนักเรียนในการใช้สะเต็มศึกษาเพื่อจัดการเรียนรู้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2557, หน้า 17-19)

กล่าวถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา รวมทั้งได้กล่าวถึง การสะท้อนบทบาทของนักเรียนโดยครูผู้สอน ซึ่งครูผู้สอนสามารถสะท้อนบทบาทของ นักเรียนได้โดยอาศัยการวัดและประเมินผลตามสภาพจริง ที่ผู้เรียนแสดงออกขณะทำ กิจกรรมเพื่อการเรียนรู้ ทำให้ทราบถึงความรู้ ความคิด เจตคติทางวิทยาศาสตร์ และ ความสามารถที่แท้จริงของนักเรียน โดยบทบาทที่นักเรียนได้แสดงออกในการปฏิบัติ กิจกรรมที่ครูผู้สอน สามารถวัดได้มี ดังนี้

1. สังเกตการณ์แสดงออกเป็นรายบุคคลหรือรายกลุ่ม
2. ชิ้นงาน ผลงาน รายงาน
3. การสัมภาษณ์
4. บันทึกของนักเรียน
5. การประชุมปรึกษาหารือกันระหว่างนักเรียนและครู
6. การวัดและประเมินผลภาคปฏิบัติ (Practical Assessment)
7. การวัดและประเมินผลด้านความสามารถ (Performance Assessment)
8. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้โดยใช้แฟ้มผลงาน (Portfolio

Assessment)

9. การทดสอบ

วชรกมล พินิตอนกริต (2562, หน้า 22) กล่าวถึง บทบาทของครูผู้สอน และบทบาทของนักเรียนในการจัดการเรียนรู้โดยใช้สะเต็มศึกษา ผู้วิจัยสรุปได้ว่า บทบาทของครูมี ดังนี้

1. จัดบรรยากาศในห้องเรียน เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนมีความพร้อมในการ ปฏิบัติกิจกรรม
2. ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา เพื่อการจัดการ เรียนรู้
3. จัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา
4. สังเกตการณ์ พฤติกรรมของนักเรียนในการปฏิบัติกิจกรรม ทุกขั้นตอน ที่ออกแบบกิจกรรมไว้
5. กระตุ้นผู้เรียนระหว่างการปฏิบัติกิจกรรมด้วยคำถาม หรือแนวทางใน การปฏิบัติกิจกรรม เพื่อให้ นักเรียนดำเนินกิจกรรมต่อได้ เมื่อนักเรียนเกิดความลังเลในการ ปฏิบัติกิจกรรม

6. ประเมินผลการปฏิบัติกิจกรรมของนักเรียนทั้งรายบุคคลและรายกลุ่ม

7. การทดสอบ

บทบาทของนักเรียนมี ดังนี้

1. ปฏิบัติกิจกรรมตามการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ของครูผู้สอน
2. สังเกตการณ์ ในการปฏิบัติกิจกรรมในกลุ่มของตนเอง และกลุ่มอื่น ๆ เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างในการปฏิบัติกิจกรรม รวมทั้งการแสดงแนวคิดที่ต่างกัน
3. บันทึกผลการปฏิบัติกิจกรรมในชั่วโมงปฏิบัติกิจกรรม รวมทั้งสรุปผลการปฏิบัติกิจกรรม ทั้งรายบุคคลและรายกลุ่ม
4. สรุปผลการเรียนรู้ที่ได้จากการปฏิบัติกิจกรรมและแสดงความคิดเห็นระหว่างตนเอง กลุ่มของตนเอง และกลุ่มอื่น ๆ รวมทั้งแสดงความคิดเห็นต่อครูผู้สอน
5. ปฏิบัติกิจกรรมอื่น ๆ ที่ครูผู้สอนจัดขึ้นเพื่อประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียน

6. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้สำหรับสะเต็มศึกษา

การวัดผลและประเมินผลตามแนวทางสะเต็มศึกษานั้น เน้นการวัดและประเมินผลในสภาพจริงและที่ผู้เรียนแสดงออกขณะทำกิจกรรมเพื่อการเรียนรู้ ซึ่งสามารถสะท้อนถึงความรู้ ความคิด เจตคติ และความสามารถที่แท้จริงของผู้เรียน นอกจากนี้ ข้อมูลที่ได้จากการวัดผลและประเมินผลยังเป็นประโยชน์ต่อตัวผู้เรียนและตัวผู้สอนที่จะได้รับทราบพัฒนาการความก้าวหน้าในการเรียนรู้ และความสำเร็จของผู้เรียนว่าอยู่ในระดับใด มีจุดเด่นใดที่ควรส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนาเต็มศักยภาพ และมีจุดอ่อนใดที่ควรจะได้รับการแก้ไข รวมทั้งผู้สอนจะได้ข้อมูลที่เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น และยังเป็นประโยชน์ต่อผู้เกี่ยวข้อง เช่น ผู้ปกครองที่จะได้ใช้ข้อมูลจากการวัดและประเมินผลส่งเสริมและพัฒนาผู้เรียนให้พัฒนาเต็มตามศักยภาพตามความถนัด และความสนใจของแต่ละบุคคล ซึ่งแนวทางการวัดและประเมินผล (ศูนย์สะเต็มศึกษาแห่งชาติ, 2561) มีดังนี้

6.1 การประเมินจากสภาพจริง

การประเมินจากสภาพจริง (Authentic Assessment) หมายถึง การประเมินความสามารถที่แท้จริงของผู้เรียนจากการแสดงออก การกระทำหรือผลงาน เพื่อสร้างความรู้ด้วยตนเอง ในขณะที่ผู้เรียนแสดงออกในการปฏิบัติกิจกรรมหรือสร้างชิ้นงาน ซึ่งสามารถสะท้อนให้เห็นถึงกระบวนการคิดระดับสูง กระบวนการทำงาน และความสามารถในการแก้ปัญหาหรือการแสวงหาความรู้ การประเมินจากสภาพจริงจะมี

ประสิทธิภาพก็ต่อเมื่อมีการประเมินหลาย ๆ ด้าน โดยใช้วิธีประเมินหลากหลายวิธีใน สถานการณ์ต่าง ๆ ที่สอดคล้องกับชีวิตจริง และต้องประเมินอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ได้ข้อมูล ที่มากพอที่จะสะท้อนถึงการพัฒนา และความสามารถที่แท้จริงของผู้เรียนได้

6.1.1 ลักษณะสำคัญของการประเมินจากสภาพจริง

1) การประเมินต้องผสมผสานไปกับการเรียนการสอน และต้อง ประเมินอย่างต่อเนื่อง โดยใช้วิธีประเมินหลาย ๆ วิธีที่ครอบคลุมพฤติกรรมหลาย ๆ ด้าน ในสถานการณ์ที่แตกต่างกัน

2) สามารถประเมินกระบวนการคิดที่ซับซ้อน ความสามารถในการ ปฏิบัติงาน ศักยภาพของผู้เรียนในแง่ของผู้ผลิต และกระบวนการที่ได้ผลผลิตมากกว่า ที่จะประเมินว่าผู้เรียนสามารถจดจำความรู้อะไรได้บ้าง

3) เป็นการประเมินที่มุ่งเน้นศักยภาพโดยรวมของผู้เรียนทั้งด้าน ความรู้พื้นฐานความคิดระดับสูง ความสามารถในการแก้ปัญหา การสื่อสาร เจตคติ ลักษณะนิสัยทักษะในด้านต่าง ๆ และความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่น

4) เป็นการประเมินที่ให้ความสำคัญต่อการพัฒนาการของผู้เรียน ข้อมูลที่ได้จากการประเมินหลาย ๆ ด้าน และหลากหลายวิธีสามารถนำมาใช้ในการวินิจฉัย จุดเด่นของผู้เรียนที่ควรจะให้ส่งเสริม และวินิจฉัยจุดด้อยที่จะต้องให้ความช่วยเหลือ หรือแก้ไข เพื่อให้ผู้เรียนได้พัฒนาเต็มตามศักยภาพตามความสนใจ และความสามารถของ แต่ละบุคคล

5) ข้อมูลที่ได้จากการประเมินจะสะท้อนให้เห็นถึงกระบวนการ เรียนการสอน และการวางแผนการสอนของผู้สอนว่าเป็นไปตามจุดมุ่งหมายของการเรียน การสอนหรือไม่ ผู้สอนสามารถนำข้อมูลจากการประเมินมาปรับกระบวนการนำเสนอ เนื้อหา กิจกรรม และตัวแปรอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องให้เหมาะสมในการเรียนการสอนต่อไป

6) เป็นการประเมินที่ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมเพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้จัก ตัวเอง เชื่อมมั่นในตนเองและสามารถพัฒนาตนเองได้

7) เป็นการประเมินที่ทำให้การเรียนการสอนมีความหมาย และ เพิ่มความเชื่อมั่นได้ว่าผู้เรียนสามารถถ่ายโอนการเรียนรู้ไปสู่การดำรงชีวิตในสังคมได้

6.1.2 วิธีการและแหล่งข้อมูลที่ใช้ เพื่อให้การวัดและประเมินผลได้ สะท้อนความสามารถที่แท้จริงของผู้เรียน ผลการประเมินอาจจะได้มาจากแหล่งข้อมูล และวิธีการต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1) สังเกตการแสดงออกเป็นรายบุคคลหรือรายกลุ่ม

- 2) ชิ้นงาน ผลงาน รายงาน
- 3) การสัมภาษณ์
- 4) บันทึกของผู้เรียน
- 5) การประชุมปรึกษาหารือร่วมกันระหว่างผู้เรียนและครู
- 6) การวัดและประเมินผลภาคปฏิบัติ
- 7) การวัดและประเมินผลด้านความสามารถ
- 8) การวัดและประเมินผลการเรียนรู้โดยใช้แฟ้มผลงาน
- 9) การทดสอบ

6.2 การวัดและการประเมินผลด้านความสามารถ

6.2.1 ความสามารถของผู้เรียนประเมินได้จากการแสดงออกโดยตรงจากการทำงานต่าง ๆ จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ ซึ่งเป็นของจริงหรือใกล้เคียงกับสภาพจริง และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แก้ปัญหาจากสถานการณ์จริง หรือปฏิบัติงานได้จริง โดยประเมินจากกระบวนการทำงาน กระบวนการคิด โดยเฉพาะความคิดขั้นสูงและผลงานที่ได้

6.2.2 การประเมินผลด้านความสามารถ ประเมินได้ทั้งการแสดงออก กระบวนการทำงานและผลผลิตของงานจะให้ความสำคัญต่อกระบวนการทำงาน กระบวนการคิด คุณภาพของงานมากกว่าผลสำเร็จของงาน

6.2.3 ลักษณะสำคัญของการประเมินความสามารถ เป็นการกำหนดวัตถุประสงค์ของงาน วิธีการทำงาน ผลสำเร็จของงาน มีคำสั่งควบคุมสถานการณ์ในการปฏิบัติงาน และมีเกณฑ์การให้คะแนนที่ชัดเจน การประเมินความสามารถที่แสดงออกของผู้เรียนทำได้หลายแนวทางต่าง ๆ กัน ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อม สถานการณ์ และความสนใจของผู้เรียนดังตัวอย่างต่อไปนี้

1) การมอบหมายงาน งานที่มอบให้ทำต้องมีความหมาย มีความสำคัญ มีความสัมพันธ์กับหลักสูตร เนื้อหาวิชา และชีวิตจริงของผู้เรียน ผู้เรียนต้องใช้ความรู้หลายด้านในการปฏิบัติงานที่สามารถสะท้อนให้เห็นถึงกระบวนการทำงาน และการใช้ความคิดอย่างลึกซึ้ง

2) การกำหนดชิ้นงาน หรืออุปกรณ์ หรือสิ่งประดิษฐ์ให้ผู้เรียน วิเคราะห์องค์ประกอบและกระบวนการทำงาน และเสนอแนวทางเพื่อพัฒนาให้มีประสิทธิภาพดีขึ้นการมอบหมายชิ้นงานให้ผู้เรียน ควรจะประชุมปรึกษาหารือและทำความเข้าใจร่วมกันระหว่างผู้สอนและผู้เรียนในการวางแผนการปฏิบัติงาน เพื่อสะดวกในการดำเนินกิจกรรมของผู้เรียน และการติดตามความก้าวหน้าของผู้สอน

3) การกำหนดตัวอย่างงานให้และให้ผู้เรียนศึกษาแล้วปฏิบัติตามขั้นตอนให้เหมือนหรือดีกว่า เช่น การทำสไลด์การศึกษาเนื้อเยื่อพืช การทำ Herbarium การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ เป็นต้น

4) การสร้างสถานการณ์จำลองที่สัมพันธ์กับชีวิตจริงของผู้เรียน เมื่อกำหนดสถานการณ์แล้วให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติ แก้ปัญหาหรือใช้ความคิดระดับสูง ในการแก้ปัญหา

5) การทดสอบโดยใช้แบบทดสอบข้อเขียน การประเมินตามสภาพจริงจะลดความสำคัญของการทดสอบเนื่องจากจะมีการใช้แบบทดสอบลดลง แต่อย่างไรก็ตามข้อสอบข้อเขียนก็ยังคงมีความจำเป็น เนื่องจากใช้วัดความสามารถทางด้าน ความรู้ความเข้าใจในหลักการต่าง ๆ ได้ ดังนั้นในกระบวนการประเมินจึงยังคงใช้แบบทดสอบ ข้อเขียน ร่วมด้วยโดยจะลดบทบาทของแบบทดสอบที่วัดพฤติกรรม ด้านความรู้ความจำ แต่จะมุ่งเน้นประเมินด้านความเข้าใจ การนำไปใช้ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และกระบวนการคิดระดับสูง แบบทดสอบในลักษณะนี้จะต้องสร้างสถานการณ์ให้ผู้เรียนตอบ และสถานการณ์ที่นำมาใช้ควรสัมพันธ์กับชีวิตจริงของผู้เรียน

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร (2559, หน้า 4) ได้สรุปว่า การวัดและการประเมินผลตามแนวทางสะเต็มศึกษา มี 2 แบบ ดังนี้

แบบที่ 1 เป็นการวัดและประเมินผลจากสภาพจริง เป็นการวัดและประเมินผลจากการสังเกตการ แสดงออกพฤติกรรมของผู้เรียนในระหว่างการลงมือปฏิบัติการนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ซึ่งถือว่าการประเมินความสามารถในกระบวนการคิด กระบวนการออกแบบ และความสามารถในการแก้ปัญหา หรือการแสวงหาความรู้ ที่แท้จริงของผู้เรียน

แบบที่ 2 เป็นการวัดและประเมินผลด้านความสามารถ เป็นการประเมินได้ทั้งการแสดงออก กระบวนการทำงาน และผลผลิตของชิ้นงาน แต่จะให้ความสำคัญต่อคุณภาพของชิ้นงานมากกว่าผลสำเร็จของชิ้นงาน และมักจะใช้แบบทดสอบข้อเขียน เพื่อนำมาใช้วัดและประเมินผลด้านความสามารถ

สรุปได้ว่า แนวการวัดและประเมินผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ได้แก่ การประเมินจากสภาพจริง (Authentic Assessment) และการวัดประเมินผลด้านความสามารถ (Performance Assessment) ครูผู้สอนสามารถวัดและประเมินได้หลายด้าน ทั้งด้านความรู้ ทักษะกระบวนการ และคุณลักษณะ ในรูปแบบการประเมินยังคงสามารถใช้แบบทดสอบข้อเขียนได้

ความสามารถในการแก้ปัญหา

ความสามารถในการแก้ปัญหาของแต่ละบุคคลนั้น มีความแตกต่างกัน เพราะคนเราจะมีความสามารถในการแก้ปัญหาได้ดีขึ้นอยู่กับสติปัญญา ความรู้ ประสบการณ์ ตลอดจนการได้รับการจูงใจที่ดีหรือไม่เพียงใด ซึ่งสิ่งเหล่านี้ถือเป็นปัจจัยสำคัญต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและวิธีการแก้ปัญหานั้นไม่มีขั้นตอนที่แน่นอนตายตัวเสมอไป ดังนั้นการจัดการเรียนรู้จึงเป็นส่วนหนึ่งที่จะช่วยพัฒนาปัจจัยต่าง ๆ อันจะส่งผลให้ความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนดีขึ้น

1. ความหมายของการแก้ปัญหา

ความหมายของการแก้ปัญหามีผู้ให้ความหมายของการแก้ปัญหาไว้ ดังนี้
 สุกัญญา ศรีสาคร (2547, หน้า 68) ให้ความหมายของการแก้ปัญหาไว้ว่า เป็นการดำเนินการเพื่อให้บรรลุตามจุดมุ่งหมายที่ต้องการโดยอาศัยความรู้ ประสบการณ์ และความคิด มาใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ โดยในการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนอย่างมีคุณภาพและประสบผลสำเร็จนั้นจำเป็นต้องมีการเลือกใช้วิธีการหรือกระบวนการในการแก้ปัญหาที่ดีที่สุด

กัลยา ตาบูล (2550, หน้า 20) ให้ความหมายของการแก้ปัญหาไว้ว่า การแก้ปัญหา หมายถึง ความสามารถในการคิดรวบรวม หรือเชื่อมโยงประสบการณ์เดิมกับสถานการณ์ที่เป็น ปัญหาเข้าด้วยกันเพื่อหาทางแก้ไขอุปสรรคที่เกิดขึ้นให้บรรลุจุดมุ่งหมายในการขจัดปัญหา ให้หมดไป

หิรัญทรัพย์ เพียเสนา (2562, หน้า 61) ให้ความหมายของการแก้ปัญหาไว้ว่า เป็นกระบวนการ หรือขั้นตอนที่ผ่านการคิดโดยอาศัยความรู้ประสบการณ์ ในการขจัดอุปสรรคหรือปัญหาที่เกิดขึ้นเพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมายที่ต้องการ

Good, C. V., & Merkel, W. R. (1973, p. 44) การแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เป็นวิธีการที่ดีที่สุด เป็นวิธีการที่เกี่ยวกับการรวบรวมข้อเท็จจริง การตั้งสมมติฐานเพื่อหาข้อยุติปัญหาของแต่ละคนอาจอาจไม่เหมือนกัน และวิธีการให้เหตุผลก็ต่างกัน ซึ่งขึ้นอยู่กับข้อเท็จจริงที่รวบรวมมาได้ หรือขึ้นอยู่กับประสบการณ์ที่ตนมีอยู่

Keith, J., & Keith, M. (1981, p. 138) ให้ความหมายของการแก้ปัญหาไว้ว่า การแก้ปัญหเป็นการสื่อสารระหว่างบุคคลสองคน หรือมากกว่าขึ้นไป เพื่อแลกเปลี่ยน ความรู้ ความรู้สึก และแลกเปลี่ยนข้อมูลในการแก้ปัญหาทั้งนี้เพื่อให้ได้รับทักษะความรู้ และสามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างเหมาะสม

Souillard, A., & Kerr, A. (1990, p. 28) ให้ความหมายของการแก้ปัญหาไว้ว่า การแก้ปัญหาคือเป็นเกมทางสติปัญญา และกิจกรรมเพื่อการสื่อสารซึ่งผู้เรียนต้องมีความรู้ทางวิชาการและมีความคิดสร้างสรรค์เป็นของตนเองเพื่อนำมาใช้ในการปฏิบัติงานร่วมกับผู้อื่นสนทนาและอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นประเมินผลปัญหาต่าง ๆ เพื่อเสนอข้อสรุปของปัญหาที่สามารถนำไปปฏิบัติได้

จากความหมายข้างต้นพอสรุปได้ว่า การแก้ปัญหา หมายถึง กระบวนการหรือขั้นตอนที่ผ่านการคิดโดยอาศัยความรู้ประสบการณ์ในการจัดอุปสรรคหรือปัญหาที่เกิดขึ้นเพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมายที่ต้องการ

2. ความสามารถในการแก้ปัญหา

รูปทอง กว่างส์วส์ดี (2554, หน้า 126) กล่าวว่า ความสามารถในการแก้ปัญหา หมายถึง ทักษะด้านการคิดของมนุษย์ที่วางแผนเพื่อแก้ไขสถานการณ์ต่าง ๆ ที่จะมุ่งไปสู่เป้าหมายที่ตั้งไว้

กานต์พิชชา งามชัด (2556, หน้า 19) กล่าวว่า ความสามารถในการแก้ปัญหา หมายถึง กระบวนการเรียนรู้ที่ต้องอาศัยสติปัญญา และความคิด รวมทั้งรูปแบบของพฤติกรรมต่าง ๆ มาผสมผสานกันจนเป็นความคิดใหม่เพื่อจัดอุปสรรคที่ขัดขวางการทำงาน และการดำเนินชีวิตไม่ให้เกิดจุดมุ่งหมายที่ต้องการ

จินตนา นนท์ขุนทด (2557, หน้า 60) กล่าวว่า ความสามารถในการแก้ปัญหา หมายถึง กระบวนการทางสมองในการคิดไตร่ตรองพิจารณาเพื่อหาประเด็นสำคัญของปัญหาที่กำลังเผชิญอยู่ โดยอาศัยความรู้ ประสบการณ์เก่าและใหม่ โดยมีขั้นตอนการคิดแก้ปัญหาให้บรรลุเป้าหมายที่กำหนดไว้

ชนิกานต์ ใจดี (2557, หน้า 39) กล่าวว่า ความสามารถในการแก้ปัญหา หมายถึง ความสามารถในการนำประสบการณ์เดิมจากการเรียนรู้ มาตัดสินใจในการเลือกทำ หรือปฏิบัติเพื่อให้พ้นอุปสรรค และปัญหาที่เกิดขึ้นให้เกิดความพอใจ และบรรลุจุดมุ่งหมายที่ต้องการ

พิสิฐ โมกขาว (2561, หน้า 15) กล่าวว่า ความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นกระบวนการคิดเพื่อแสวงหาวิธีในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ที่ทำให้เกิดความกังวลใจ วิตกกังวลถึงสถานการณ์นั้น ๆ โดยอาศัยความรู้ ประสบการณ์ต่าง ๆ นำมาใช้ในการแก้ปัญหาให้สามารถคลี่คลายไปสู่สภาวะปกติที่คาดหวังได้

สุภานันท์ บัณงาม (2561, หน้า 106) กล่าวว่า ความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการใช้ความคิดประสบการณ์มาประกอบกันในการตัดสินใจ

แก้ปัญหาที่อาจเกิดขึ้นในชีวิตประจำวันในการเลือกกระทำหรือปฏิบัติเพื่อให้พ้นอุปสรรค และเกิดความพอใจในการปฏิบัตินั้น

Gagne, R. M. (1970, p. 63) กล่าวว่า ความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นการเรียนรู้อย่างหนึ่งที่ต้องอาศัยการเรียนรู้ประเภทหลักการที่มีความเกี่ยวข้องกัน ตั้งแต่สองประเภทขึ้นไป และใช้หลักการนั้นประสมประสานกันจนเป็นความสามารถชนิดใหม่ที่เรียกว่า ความสามารถทางด้านความคิดแก้ปัญหา โดยต้องอาศัยการเรียนรู้ประเภท มโนคติ ซึ่งเป็นการเรียนรู้อีกประการหนึ่งที่ต้องอาศัยความสามารถในการมองเห็น ลักษณะร่วมของสิ่งเร้าทั้งหลาย

สรุปได้ว่า ความสามารถในการแก้ปัญหา หมายถึง ความสามารถของ นักเรียนที่เรียนรู้ ผูกพัน และพัฒนาให้เกิดขึ้นกับตัวเอง โดยถือเป็นประสบการณ์ในการ แก้ปัญหาที่เกิดขึ้นหรือสถานการณ์ที่สอดคล้อง เพราะการเรียนรู้แก้ปัญหาจะช่วยให้ นักเรียนมีแนวทางในการวิเคราะห์ปัญหา มีความมั่นใจในการแก้ปัญหาที่เผชิญทั้งภายใน และภายนอกห้องเรียน

3. แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการแก้ปัญหา

3.1 ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ (Piaget)

อรรถา วราวิทย์ (2536, หน้า 12-14) เพียเจต์ ได้แบ่งลำดับขั้นของ พัฒนาการทางสติปัญญาเป็น 4 ขั้น คือ

1. ระยะการแก้ปัญหาด้วยการกระทำ (Sensorimotor Stage)

พัฒนาการขั้นนี้เริ่มตั้งแต่แรกเกิดถึง 2 ปี เด็กจะเกิดการเรียนรู้จากประสาทสัมผัส เด็กมักจะหยิบจับวัตถุมาลูบคลำ หรือเคาะ ฯลฯ ในขั้นนี้ความคิดความเข้าใจของเด็กจะ ก้าวหน้าอย่างรวดเร็ว เช่น สามารถประสานงานระหว่างกล้ามเนื้อและสายตา สามารถ รู้ว่าสสารไม่หายไปจากโลก สามารถค้นหาวัตถุที่เปลี่ยนที่ไป ตลอดจนสามารถสื่อสารโดยใช้ภาษาได้ เด็กวัยนี้ชอบทำอะไรบ่อย ๆ ซ้ำ ๆ เป็นการเลียนแบบพยายามแก้ปัญหาแบบ ลองผิดลองถูก เมื่อสิ้นสุดระยะนี้เด็กจะมีการแสดงออกของพฤติกรรมอย่างมีจุดมุ่งหมาย และสามารถแก้ปัญหาโดยเปลี่ยนวิธีการต่าง ๆ เพื่อให้ได้สิ่งที่ต้องการ แต่ความสามารถในการวางแผนของเด็กยังอยู่ในขีดจำกัด

2. ระยะการแก้ปัญหาด้วยการรับรู้และยังไม่รู้จักใช้เหตุผล

(Proportional Stage) ระยะนี้อยู่ในช่วงอายุประมาณ 2-7 ปี ซึ่งแบ่งออกเป็นขั้นย่อย ๆ อีก 2 ขั้น คือ ในช่วงอายุ 2-4 ปี เป็นช่วงที่เด็กเริ่มมีเหตุผลเบื้องต้น สามารถจะโยน ความสัมพันธ์ระหว่าง 2 เหตุการณ์หรือมากกว่า มาเป็นเหตุผลเกี่ยวโยงซึ่งกันและกันได้

แต่เหตุผลของเด็กวัยนี้ยังมีขอบเขตจำกัด เพราะเด็กยังยึดตนเองเป็นศูนย์กลาง คือยึดความคิดของตนเองเป็นใหญ่ และมองไม่เห็นเหตุผลของคนอื่น ความคิด และเหตุผลของเด็กวัยนี้จึงไม่ค่อยถูกต้องกับหลักความเป็นจริง ในช่วงที่ 2 ของระยะนี้อยู่ ในช่วงอายุประมาณ 4-7 ปี เด็กจะมีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆ รอบตัวดีขึ้น รู้จักแยกแยะชิ้นส่วนของวัตถุ เริ่มมีการพัฒนาการเกี่ยวกับการอนุรักษ์ แต่ยังไม่แจ่มชัด รู้จักแบ่งพวก แต่ยังคิดหรือตัดสินผลของการกระทำต่าง ๆ จากสิ่งที่เห็นภายนอกเท่านั้น

3. ระยะแก้ปัญหาคด้วยเหตุผลกับสิ่งที่เป็นรูปธรรม (Concrete-Operation Stage) อยู่ในช่วงอายุ 7-11 ปี เป็นระยะที่เด็กเข้าใจความคิดของผู้อื่นได้ดี เพราะเด็กเริ่มลดความคิด ยึดตนเองเป็นศูนย์กลาง โดยเริ่มนำเอาเหตุผลรอบ ๆ ตัวมาคิดประกอบในการตัดสินใจหรือแก้ปัญหในชีวิตประจำวัน เด็กวัยนี้สามารถคิดทบทวนกลับได้นอกจากนี้ความสามารถในการจำของเด็ก ในช่วงอายุนี้มีประสิทธิภาพมากขึ้น สามารถจัดกลุ่มหรือจัดพวกได้อย่างสมบูรณ์สามารถสนทนากับบุคคลอื่นและเข้าใจความคิดของผู้อื่นได้ดี

4. ระยะการแก้ปัญหาคด้วยเหตุผลกับสิ่งที่เป็นนามธรรม (Formal Operation) อยู่ในช่วงอายุ 11 ปีขึ้นไป ขั้นนี้จะเป็นขั้นสุดท้ายของการพัฒนาทางสติปัญญาของเด็ก เพียเจย์ เชื่อว่า ความคิดความเข้าใจของเด็กในขั้นนี้จะเป็นขั้นที่สมบูรณ์ที่สุด คือเด็กจะสามารถคิดได้ แม้สิ่งนั้นไม่ปรากฏให้เห็นสามารถตั้งสมมติฐานและพิสูจน์ได้ สามารถแก้ปัญหาคต่าง ๆ โดยมีการคิดก่อนแก้ปัญหานั้น ๆ สามารถเข้าใจสูตรหรือกฎเกณฑ์ต่าง ๆ ได้ดี พัฒนาการทางสติปัญญาของเด็กวัยนี้ จะเจริญเติบโตเต็มที่เช่นเดียวกับผู้ใหญ่ แต่อาจมีการตัดสินใจแก้ปัญหาคต่างจากผู้ใหญ่อยู่บ้าง เพราะมีประสบการณ์น้อยกว่า

วัญญา จิตรสิงห์ (2534, หน้า 8) เพียเจย์ เชื่อว่าลำดับขั้นของพัฒนาการทางสมองของเด็กไม่ว่าจะอยู่ในภาพของวัฒนธรรมใดก็ตาม จะเป็นอย่างเดียวกันและพัฒนาการทางความคิดของบุคคลจากวัยเด็กถึงวัยที่มีพัฒนาการทางสติปัญญาที่สมบูรณ์ มีการพัฒนาเป็นลำดับขั้น (Stage) ตามวุฒิภาวะและมีความต่อเนื่องกัน สภาพแวดล้อมมีส่วนช่วยในการกระตุ้นเด็กให้ค้นพบความรู้ใหม่ที่จะนำไปสู่ขั้นตอนต่าง ๆ ได้อย่างสมบูรณ์ พัฒนาการทางสติปัญญาที่สมบูรณ์ เพียเจย์ กล่าวว่าเด็กจะเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ รอบตัว โดยอาศัยขบวนการทำงานที่สำคัญของโครงสร้างทางสติปัญญา จะทำหน้าที่รับข้อมูลเข้ามาตีความหมายเท่าที่ระดับสติปัญญาจะรับรู้ได้ โดยนำสิ่งใหม่มาปรับให้เข้ากับความรู้เดิมที่มีอยู่

วนิดา ราชมรรค์ (2548, หน้า 13-14) เพียเจต์ ได้ศึกษาพัฒนาการทางด้านสติปัญญาของเด็กตั้งแต่แรกเกิดจนถึงวัยที่มี พัฒนาการทางสติปัญญาที่สมบูรณ์เพียเจต์เชื่อว่า เด็กจะเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ รอบตัว โดยอาศัยขบวนการทำงานที่สำคัญของโครงสร้างทางสติปัญญา คือ ขบวนการปรับเข้าสู่โครงสร้าง (Assimilation) จะทำหน้าที่รับข้อมูลเข้ามาตีความหมายเท่าที่ระดับสติปัญญาจะรับรู้ได้ โดยนำสิ่งใหม่มาปรับให้เข้ากับความรู้เดิมที่มีอยู่ ถ้าข้อมูลใหม่ที่รับเข้ามานั้น แตกต่างจากข้อมูลเดิมมากก็ไม่สามารถเข้าใจข้อมูลใหม่ได้หมด จึงต้องปรับข้อมูลก่อนรับเข้าไปในโครงสร้างทางความคิด ส่วนการปรับขยายโครงสร้าง (Accommodation) เป็นการปรับโครงสร้างที่มีอยู่แล้วภายในให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมได้ โดยปรับโครงสร้างทางความคิดให้เหมาะสมกับประสบการณ์ที่จะรับเข้าไป

3.2 ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของบรูเนอร์ (Jerome Bruner)

ประสาธ อิศรปริดา (2523, หน้า 133-135) ทฤษฎีของบรูเนอร์มีส่วนคล้ายคลึงกับทฤษฎีของเพียเจต์ค่อนข้างมาก โดยบรูเนอร์ เน้นที่ความสำคัญของสิ่งแวดล้อมและ วัฒนธรรมว่ามีอิทธิพลต่อการพัฒนาสติปัญญาและความคิดของเด็ก และได้เสนอแนวคิดใหม่ ๆ ได้แก่ หลักสูตรแบบเกลียว (Spiral Curriculum) และการเรียนรู้จากการค้นพบด้วยตนเอง (Discovery Learning) เป็นต้น บรูเนอร์ ได้แบ่งการพัฒนาทางสติปัญญาออกเป็น 3 ชั้น คือ

1. ชั้น (Enactive Stage) ชั้นนี้เปรียบได้กับชั้นประสาทสัมผัสและการเคลื่อนไหว (Sensorimotor Stage) ของเพียเจต์ เป็นชั้นที่เด็กเรียนรู้จากการกระทำ (Learning by Doing) มากที่สุด
2. ชั้น (Iconic Stage) ชั้นนี้เปรียบได้กับชั้นก่อนปฏิบัติการคิด (Preoperational Stage) ซึ่งจะครอบคลุมชั้นก่อนปฏิบัติการคิด (Preconceptual Thought) และชั้นนี้ก็ออกเองโดยไม่ต้องใช้เหตุผล ในวัยนี้เด็กเกี่ยวข้องกับความจริงมากขึ้น โดยจะเกิดจากความคิด การรับรู้เป็นส่วนใหญ่ อาจจะมีจินตนาการบ้าง แต่ยังไม่สามารถคิดได้ลึกซึ้งเหมือนชั้นปฏิบัติการ คิดรูปธรรมของเพียเจต์
3. ชั้น (Symbolic Stage) เป็นพัฒนาการขั้นสูงสุดของบรูเนอร์ เปรียบได้กับปฏิบัติการ คิดด้วยรูปธรรม (Concrete Operation) ของเพียเจต์ ชั้นนี้เด็กจะสามารถเข้าใจความสัมพันธ์ของสิ่งของ สามารถคิดรวบยอดในสิ่งต่าง ๆ ที่ซับซ้อนได้มากขึ้น บรูเนอร์มีแนวคิดเห็นตรงข้ามกับเพียเจต์ โดยกล่าวว่า พัฒนาการด้านการคิดอย่างมีเหตุผลของเด็ก โดยเฉพาะอย่างยิ่งการคิดเพื่อแก้ปัญหา ความคงที่ในเชิงปริมาณของสารนั้น

ย่อมขึ้นอยู่กับอิทธิพลของภาษาที่เป็นถ้อยคำหรือประสบการณ์ทางภาษาประเภทนี้ของเด็กเป็นสำคัญ

บรูเนอร์ ยืนยันว่าการพัฒนากระบวนการคิดอย่างมีเหตุผลและสติปัญญานั้นขึ้นอยู่กับองค์ประกอบทั้งภายในและภายนอก สำหรับองค์ประกอบภายในนั้นหมายถึง กระบวนการคิดอย่างมีเหตุผลของเด็กขึ้นอยู่กับปฏิสัมพันธ์ระหว่างเด็กกับผู้อื่น และขึ้นอยู่กับความต้องการที่เด็กจะพัฒนา หรือเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมทั่ว ๆ ไปของเด็กด้วย ในส่วนที่เกี่ยวกับกระบวนการอันเนื่องมาจากองค์ประกอบภายนอก ขึ้นอยู่กับอิทธิพลของสื่อมวลชนหรือความเจริญก้าวหน้าทางเทคโนโลยีที่เด็กเหล่านั้นมีประสบการณ์ตรง นอกจากนี้กระบวนการในการคิดและสติปัญญาของเด็กยังขึ้นอยู่กับเทคนิคต่าง ๆ หลายอย่าง ซึ่งเทคนิคแต่ละอย่างนั้นต้องอาศัยทักษะโดยใช้ภาษาที่เป็นถ้อยคำและวัฒนธรรมเป็นสื่อกลาง

4. ขั้นตอนในการแก้ปัญหา

การแก้ปัญหาเพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมายนั้น ควรคำนึงถึงขั้นตอนในการแก้ปัญหาด้วย โดยนักการศึกษาหลายท่านได้แบ่งขั้นตอนในการแก้ปัญหาไว้ ซึ่งเป็นประโยชน์สำคัญในการนำมาใช้ในกระบวนการคิดและแก้ปัญหา ได้แก่

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (2540, หน้า 201-202) ได้เสนอวิธีแก้ปัญหาตามหลักอริยสัจ 4 ซึ่งมีหลักการและสาระสำคัญสรุปได้ ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นทุกข์ คือ สภาพปัญหา ความคับข้อง ความบีบคั้นที่ชีวิตหน้าที่ของบุคคลที่มีต่อทุกข์ เทียบได้กับการกำหนดปัญหา เข้าใจและกำหนดขอบเขตให้ชัด

ขั้นที่ 2 ขั้นสมุทัย คือ เหตุแห่งทุกข์ หรือสาเหตุของปัญหาซึ่งต้องค้นให้พบแล้วทำหน้าที่กำจัดหรือละเสียเทียบได้กับขั้นตั้งสมมติฐาน

ขั้นที่ 3 ขั้นนิโรธ คือ ความดับทุกข์ ความพ้นทุกข์ ภาวะปราศจากปัญหาที่บุคคลมีหน้าที่ทำให้เป็นจริงทำให้สำเร็จโดยจะต้องกำหนดไว้ว่าจุดหมายที่ต้องการเลือกคืออะไร การที่ปฏิบัติอยู่ที่เพื่ออะไร เปรียบได้กับขั้นทดลองและเก็บข้อมูล

ขั้นที่ 4 มรรค คือ ทางดับทุกข์ ข้อปฏิบัติให้ถึงความดับทุกข์หรือวิธีแก้ปัญหาจากการปฏิบัติสิ่งต่าง ๆ ด้วยตนเองแล้วสรุปผลด้วยเปรียบได้กับขั้นการวิเคราะห์ ข้อมูลและการสรุปผล

ทิตินา แชมมณี และคณะ (2544, หน้า 149) กล่าวถึงการแก้ปัญหาที่สามารถช่วยให้บุคลากรดำเนินการได้อย่างมีระเบียบ ไม่สับสน และสามารถแก้ปัญหาอย่างได้ผล มีขั้นตอน ดังนี้

1. ระบุปัญหา
2. วิเคราะห์สาเหตุของปัญหา
3. แสวงหาทางแก้ปัญหาที่ดีที่สุด
4. เลือกทางแก้ปัญหาที่ดีที่สุด
5. ลงมือดำเนินการแก้ปัญหาตามวิธีการที่เลือกไว้
6. รวบรวมข้อมูล
7. ประเมินผล

หิรัญทรัพย์ เพียเสนา (2562, หน้า 87) การแก้ปัญหานั้นมีขั้นตอนที่ใกล้เคียงกันแต่อาจมีความละเอียดแตกต่างกันตามแต่ละบุคคล โดยมี 4 ขั้นตอนหลัก คือ

1. ขั้นระบุปัญหา
2. ขั้นวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา
3. ขั้นเสนอวิธีการแก้ปัญหา
4. ขั้นตรวจสอบผล

Bloom (1956, p. 122) ได้เสนอขั้นตอนของการแก้ปัญหาไว้ 6 ขั้นตอน

ดังนี้

ขั้นที่ 1 เมื่อนักเรียนได้พบปัญหา นักเรียนจะคิดค้นสิ่งที่เคยพบเห็น และเกี่ยวข้องกับปัญหา

ขั้นที่ 2 นักเรียนจะใช้ประโยชน์จากขั้นที่ 1 มาสร้างรูปแบบปัญหาขึ้นใหม่

ขั้นที่ 3 การแยกแยะของปัญหา
ขั้นที่ 4 การเลือกใช้ทฤษฎี หลักการ ความคิด และวิธีการที่เหมาะสมกับปัญหา

ขั้นที่ 5 การใช้ข้อสรุปของวิธีการมาแก้ปัญหา

ขั้นที่ 6 ผลที่ได้จากการแก้ปัญหา

John Dewey (1970, p. 130) ได้เสนอขั้นตอนในการแก้ปัญหาไว้

ดังต่อไปนี้

1. ขั้นเตรียมการ (Preparation) หมายถึง ขั้นการตั้งปัญหาหรือค้นหา ว่าปัญหาที่แท้จริงของเหตุการณ์คืออะไร หรือค้นหาข้อมูลที่แท้จริงของปัญหานั้น ๆ
2. ขั้นวิเคราะห์ปัญหา (Analysis) หมายถึง ขั้นในการพิจารณาดูว่ามีสิ่งใดบ้างที่เป็นสาเหตุของปัญหาหรือมีสิ่งใดบ้างที่ไม่ใช่สาเหตุสำคัญของปัญหา

3. ขั้นในการเสนอแนวทางการแก้ปัญหา (Production) หมายถึง การหาวิธีการแก้ปัญหาให้ตรงกับสาเหตุของปัญหาแล้วเสนอออกมาในรูปของวิธีการ ในที่สุดจะได้ผลลัพธ์ออกมา

4. ขั้นตรวจสอบผล (Verification) หมายถึง ขั้นในการนำเสนอ เกณฑ์ เพื่อตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้จากการเสนอวิธีการแก้ปัญหาถ้าผลลัพธ์ไม่ถูกต้องมีการ เสนอวิธีการแก้ปัญหาใหม่จนกว่าจะได้วิธีการที่ดีหรือถูกต้องที่สุด

5. ขั้นการนำไปประยุกต์ใหม่ (Application) หมายถึง การนำวิธีการ แก้ปัญหาที่ถูกต้องไปใช้ในโอกาสข้างหน้าเมื่อพบเหตุการณ์คล้ายกับเหตุการณ์ ที่เคยพบ มาแล้ว

Guiford (1971, p.129) ได้กำหนดขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหาไว้ 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นระบุปัญหา เป็นขั้นของการตั้งปัญหาหรือค้นปัญหา
2. ขั้นวิเคราะห์ปัญหา เป็นขั้นของการวิเคราะห์หาสาเหตุของ ปัญหา
3. ขั้นเสนอแนวทางการแก้ปัญหา เป็นการหาวิธีแก้ปัญหา
4. ขั้นการดำเนินการแก้ปัญหา เป็นการลงมือปฏิบัติเพื่อแก้ปัญหา ตามแบบแผน วิธีการแก้ปัญหา
5. ขั้นการตรวจสอบผลลัพธ์ เป็นการเสนอกฎเกณฑ์เพื่อ ตรวจสอบผลลัพธ์

Weir (1974, pp.16–18) ได้เสนอขั้นตอนในการแก้ปัญหาไว้ 4 ขั้นตอน ซึ่งผู้คนส่วนใหญ่ให้การยอมรับ และใช้เป็นแนวทางในการแก้ปัญหาในการปฏิบัติที่ทำให้ สามารถกำหนดระยะเวลาและวิธีการทำงานที่แน่นอนได้ดี ดังนี้

1. ขั้นตั้งปัญหาหรือวิเคราะห์ปัญหา หมายถึง ความสามารถในการบอกปัญหาภายในขอบเขตที่กำหนด
2. ขั้นนิยามสาเหตุของปัญหาโดยแยกแยะจากลักษณะที่สำคัญ หมายถึง ความสามารถในการบอกสาเหตุที่แท้จริงหรือสาเหตุที่เป็นไปได้ของปัญหาจาก สถานการณ์ที่กำหนด
3. ขั้นค้นหาแนวทางแก้ปัญหาและตั้งสมมติฐาน หมายถึง ความสามารถในการหาวิธีการแก้ปัญหาให้ตรงกับสาเหตุของปัญหา

4. ขั้นพิสูจน์คำตอบหรือผลลัพธ์ที่ได้จากการแก้ปัญหา หมายถึงความสามารถในการอธิบายผลที่เกิดขึ้นหลังจากใช้วิธีการแก้ปัญหว่าผลที่เกิดขึ้นเป็นอย่างไร

จากการศึกษาเกี่ยวกับการแก้ปัญหา สามารถสรุปได้ว่า การแก้ปัญหานั้นมีขั้นตอนที่ใกล้เคียงกันแต่อาจมีรายละเอียดแตกต่างกันตามแต่ละบุคคล โดยมี 5 ขั้นตอนหลัก คือ ขั้นระบุปัญหา ขั้นวิเคราะห์ปัญหา ขั้นเสนอแนวทางการแก้ปัญหา ขั้นการดำเนินการแก้ปัญหา และขั้นประเมินผลการแก้ปัญหา ซึ่งสามารถใช้เป็นแนวทางในการแก้ปัญหาสถานการณ์ที่กำหนด

5. การสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา

การสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา มีนักการศึกษาได้กล่าวไว้ ดังนี้

สมบุรณ์ ชิตพงษ์ (ม.ป.ป. หน้า, 56-57) กล่าวว่า การวัดทักษะกระบวนการคิดแก้ปัญหาไม่ได้มุ่งหวังที่จะตรวจสอบว่าผลที่ได้จากพฤติกรรม หรือคุณลักษณะที่บุคคลเลือกกระทำหรือปฏิบัตินั้นจะถูกหรือผิด แต่มุ่งหวังว่าบุคคลจะเลือกกระทำ หรือปฏิบัติในพฤติกรรม หรือคุณลักษณะที่มีประสิทธิภาพสูงต่อการที่จัดการกับปัญหา หรือสถานการณ์ที่ต้องเผชิญเท่านั้น ส่วนการที่บุคคลจะสามารถกระทำ หรือปฏิบัติตามพฤติกรรม หรือคุณลักษณะที่ตนเลือกหรือไม่นั้น เป็นเรื่องของความสามารถที่ฝึกฝนกันต่อไปสมมุติว่ามีปัญหาที่ต้องการหาทางออก การแก้ปัญหานั้นไม่ได้แสดงว่าบุคคลผู้นั้นไม่มีความสามารถในการแก้ปัญหาหรือสถานการณ์นั้น ซึ่งความสามารถในการแก้ปัญหานั้นมีอยู่ 2 ลักษณะเป็นอย่างน้อย คือ

ลักษณะที่ 1 แก้ปัญหานั้นไม่ถูกหรือหาคำตอบไม่ได้ เพราะเลือกใช้วิธีแก้ปัญหานั้นที่ไม่ถูกต้อง หรือวิธีแก้ปัญหานั้นที่เลือกใช้ไม่มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหา

ลักษณะที่ 2 แก้ปัญหาไม่ถูกทั้ง ๆ ที่เลือกใช้วิธีการที่มีประสิทธิภาพแล้ว คือ รู้ว่าจะแก้ปัญหานี้ได้สำเร็จโดยวิธีใด แต่ขาดความสามารถที่จะใช้วิธีการนั้นแก้ไขปัญหานั้นให้สำเร็จการที่นักเรียนทำสิ่งใดไม่สำเร็จหรือแก้ปัญหานั้นไม่ได้ อาจบ่งพร่องในลักษณะที่หนึ่งหรือลักษณะที่สองก็ได้ แต่จากการใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ถ้าผลการสอบปรากฏว่านักเรียนตอบไม่ได้ก็บอกได้เพียงว่านักเรียนไม่มีความสามารถแต่ไม่สามารถบอกได้ว่าการไม่มีความสามารถของนักเรียนผู้นั้นบ่งพร่องตามลักษณะที่หนึ่งหรือลักษณะที่สอง ทั้งนี้เพราะเจตนาในการวัดผลสัมฤทธิ์นั้นต้องการดูผลเบ็ดเสร็จ ซึ่งเป็นทั้งผลของการเลือกวิธีการที่ถูกหรือผิด หรือเลือกใช้วิธีการที่ถูกแต่

ขาดความสามารถในการใช้วิธีที่ถูกต้องนั้นให้ได้ผลการสอบวัดที่ก่อให้เกิดประโยชน์ในทางการศึกษาที่แท้จริงนั้น ต้องสามารถใช้ผลการสอบวัดเพื่อแก้ไขความบกพร่องของบุคคลได้สำเร็จ จึงจะถือได้ว่าการสอบวัดนั้นคุ้มค่า ถ้าหากการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์นั้นทราบแต่เพียงว่าบุคคลนั้นตอบผิด แต่จากวิธีการสอบไม่สามารถชี้แนะได้ว่าผิดเพราะเหตุใดโดยการจะแก้ปัญหาคือความบกพร่องของบุคคลได้ถูกทาง จริงอยู่อาจแก้ปัญหานี้ได้โดยการตรวจผลการสอบใหม่ โดยตรวจว่าบุคคลนั้นเลือกตอบตัวลวงใดในข้อสอบแต่ละข้อ ก็อาจช่วยให้ทราบได้ว่า บุคคลผู้นั้นบกพร่องอะไร แต่โดยความเป็นจริงแล้ว การเลือกตอบตัวลวงนั้นก็ยังสามารถบอกสาเหตุว่าบุคคลนั้นบกพร่องในลักษณะที่หนึ่งหรือลักษณะที่สองเพราะการที่บุคคลเลือกตอบตัวลวง (ตอบผิดใดอาจจะเกิดจากความบกพร่องในลักษณะการใช้วิธีการที่ผิดหรือไม่รู้จักใช้วิธีการ (ที่ผิด) นั้น ๆ ก็ได้เพื่อให้ผลการสอบวัดเป็นตัวชี้แนะว่าบุคคลมีความบกพร่องในลักษณะใดจึงไม่สามารถหาคำตอบหรือแก้ปัญหาให้สำเร็จได้ จึงได้มีความพยายามสร้างเครื่องมือวัดทักษะกระบวนการคิดแก้ปัญหาขึ้น โดยเครื่องมือวัดชนิดนี้ต้องการวัดแต่เพียงว่าบุคคลใช้วิธีการหรือแนวคิดใด ในการแก้ปัญหา (วัดลักษณะที่หนึ่ง) เท่านั้น ไม่ได้ต้องการวัดว่าใช้แนวคิดใดแล้วได้คำตอบที่ถูกหรือผิด

ในงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยสร้างแบบวัดทักษะกระบวนการคิดแก้ปัญหา โดยมุ่งหวังว่านักเรียนจะเลือกกระทำ หรือปฏิบัติในพฤติกรรม หรือคุณลักษณะที่มีประสิทธิภาพต่อการจัดการกับปัญหา หรือสถานการณ์ที่ต้องเผชิญซึ่งไม่ต้องการวัดว่าจะใช้แนวคิดใดคำตอบที่ได้จะถูกหรือผิด แต่ต้องการวัดว่านักเรียนรู้คิดแก้ปัญหาได้อย่างรอบคอบ

6. ลักษณะของเครื่องมือวัดความสามารถในการแก้ปัญหา

สมบุญ ชิตพงษ์ (ม.ป.ป. หน้า, 59-60) กล่าวว่า แบบทดสอบวัดแนวคิดแก้ปัญหา ประกอบด้วย 2 ส่วนที่สำคัญ คือ

ส่วนที่ 1 เป็นตัวปัญหาหรือสถานการณ์ที่กำหนดขึ้น เพื่อใช้เป็นสื่อในการหาทางออก

ส่วนที่ 2 เป็นตัวเลือกหรือทางออกในการแก้ปัญหา ตัวเลือกมีลักษณะเป็นคำตอบ ที่เป็นตัวแทนของพฤติกรรมที่เลือกใช้ในการแก้ปัญหานั้น ๆ ลักษณะสำคัญของตัวเลือก ที่ผู้สร้างต้องคำนึง คือ

1. ต้องเป็นทางออกในการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ทุกตัวเลือก หรือเป็นตัวเลือกที่ถูกต้อง และไม่มีตัวเลือกใดที่ถูกกว่ากัน (ผู้ตอบเพียงแต่ตอบว่าพอใจหรือชอบตัวเลือกใดเท่านั้น)

2. คำตอบในแต่ละตัวเลือกเป็นคำตอบที่แสดงถึงการใช้พฤติกรรมที่กำหนดขึ้นในการแก้ปัญหาหรือแก้สถานการณ์ที่กำหนดขึ้น การสร้างคำตอบที่เป็นตัวเลือกจึงต้องใช้ความสามารถในการสร้างตัวเลือกให้เป็นลักษณะที่แทนพฤติกรรมนั้นจริง ๆ

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา โดยใช้เนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับปัญหาสิ่งแวดล้อม สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา ตามขั้นตอนในการแก้ปัญหาของกิลฟอร์ด ดังต่อไปนี้

1. การระบุปัญหา การที่นักเรียนบอกปัญหาที่สำคัญที่สุดภายในขอบเขต จากสถานการณ์ที่กำหนดให้
2. การวิเคราะห์ปัญหา เป็นขั้นของการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา การที่นักเรียนบอกสาเหตุที่แท้จริงหรือสาเหตุ ที่เป็นไปได้ของปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้
3. การเสนอแนวทางการแก้ปัญหา การที่นักเรียนเสนอวิธีการแก้ปัญหาให้ตรงกับสาเหตุของปัญหา
4. การดำเนินการแก้ปัญหา เป็นการลงมือปฏิบัติเพื่อแก้ปัญหาตามแบบแผน หรือวิธีการแก้ปัญหา เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ถูกต้องตามที่ต้องการ
5. การตรวจสอบผลลัพธ์ การนำผลลัพธ์ที่ได้จากการดำเนินการแก้ปัญหาเทียบกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ เพื่อตรวจคำตอบ หากมีข้อบกพร่อง ควรมีการปรับปรุงและให้ได้ผลลัพธ์ที่ถูกต้องและเหมาะสม เพื่อที่จะนำไปใช้ในการแก้ปัญหาได้จริง โดยข้อคำถามที่สร้างขึ้นมีลักษณะเป็นข้อความสถานการณ์เกี่ยวกับปัญหาสิ่งแวดล้อมในปัจจุบัน เพื่อให้นักเรียนใช้ทักษะกระบวนการคิดแก้ปัญหาใช้ในการคิดแก้ปัญหาในสถานการณ์ดังกล่าว และนำไปประยุกต์ใช้ได้จริง แบบทดสอบเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบมี 4 ตัวเลือก จำนวน 8 สถานการณ์ (40 ข้อ) โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน คือ

ให้ 1 คะแนน สำหรับข้อที่ตอบถูก

ให้ 0 คะแนน สำหรับข้อที่ตอบไม่ถูกต้องหรือไม่ตอบ

สรุปได้ว่า ความสามารถในการแก้ปัญหา หมายถึง ความสามารถของนักเรียนที่เรียนรู้ ผูกพัน และพัฒนาให้เกิดขึ้นกับตัวเอง โดยถือเป็นประสบการณ์ในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นหรือสถานการณ์ที่สอดคล้อง เพราะการเรียนรู้แก้ปัญหาจะช่วยให้นักเรียนมีแนวทางในการวิเคราะห์ปัญหา มีความมั่นใจในการแก้ปัญหาที่เผชิญทั้งภายในและภายนอกห้องเรียน รวมทั้งการคิดหาวิธีการแก้ปัญหาให้สำเร็จ โดยกระบวนการแก้ปัญหาประกอบด้วย 5 ขั้นตอน คือ 1) การระบุปัญหา 2) การวิเคราะห์ปัญหา 3) การเสนอแนวทาง

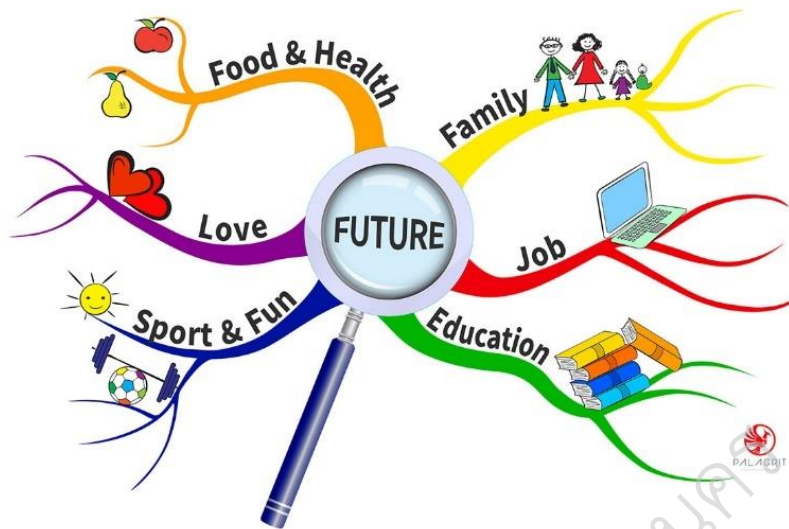
การแก้ปัญหา 4) การดำเนินการแก้ปัญหา และ 5) การตรวจสอบผลลัพธ์ สำหรับการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยจะใช้ตามแนวขั้นตอนการแก้ปัญหาด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์เป็นแนวทางในการพิจารณาเลือกแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

แผนผังความคิด

แผนผังความคิด เป็นการนำความคิด ความเข้าใจที่ได้รับมาจากการสังเกต หรือประสบการณ์เกี่ยวกับเรื่องใดเรื่องหนึ่ง นำมาจัดประเภทของข้อมูลหรือเหตุการณ์ที่เหมือนหรือแตกต่างกันไว้ในกลุ่มหรือประเภทเดียวกัน เพื่อเชื่อมโยงข้อมูลเข้าด้วยกัน โดยมีนักวิชาการหลายคนได้ให้ความหมายและแนวคิดหลากหลายเกี่ยวกับแผนผังความคิดไว้ ดังนี้

1. ความหมายของแผนผังความคิด

Buzan, T (1991, p. 28) ให้คำนิยามของ “แผนผังความคิด” ว่าเป็นเทคนิคที่ใช้ในการจัดระบบความคิดที่มีประสิทธิภาพในการเชื่อมโยงความคิดต่าง ๆ เข้าด้วยกัน โดยการจัดลำดับความสำคัญ การให้น้ำหนัก การผูก การต่อความคิดหรือข้อมูลต่าง ๆ ให้เข้ากันอย่างมีระเบียบก่อนที่จะสื่อออกมาให้ผู้อื่นเข้าใจตามจุดมุ่งหมายของผู้เขียน โดยใช้คำสำคัญในการนำเสนอความคิดต่าง ๆ โดยความคิดเหล่านั้นอาจเป็นความคิดหลัก และจะให้ความสำคัญกับการแตกกระจายความคิดจากจุดศูนย์กลางออกไปเรื่อย ๆ ซึ่งเปรียบเหมือนความคิดย่อย โดยใช้สี สัญลักษณ์ การสร้างภาพแบบมิติ จะช่วยในการกำหนดความสัมพันธ์ของความคิดให้เป็นระบบระเบียบ มีเส้นลากให้เห็นความเชื่อมโยงสัมพันธ์และแจ่มแจ้งชัดเจน (ดูภาพประกอบ 4)



ภาพประกอบ 4 ตัวอย่างแผนผังความคิด

ที่มา : บริษัท พลักริต คอนซัลแทนท์ (2564)

นอกจากนั้นแผนผังความคิดยังเป็นการคิดอย่างรอบทิศทาง เป็นการทำงาน
ของสมองมนุษย์ และยังเป็นเทคนิคทางด้านการใช้แผนภาพที่มีประสิทธิภาพที่เป็นกุญแจที่
ไขประตูนำเอาศักยภาพของสมองมาใช้งาน แผนผังความคิดนั้นสามารถที่จะนำมาใช้งานใน
ชีวิตประจำวันในทุกรูปแบบ โดยจะพัฒนาความสามารถในการเรียนรู้และทักษะการคิดให้
ชัดเจนและยกระดับการทำงานของมนุษย์ให้ดีขึ้น

ทศนา แหมมณี (2545, หน้า 387) ได้ให้ความหมายของแผนผังความคิด
ไว้ว่า เป็นแผนผังที่แสดงความสัมพันธ์ของสาระหรือความคิดต่าง ๆ โดยใช้เส้น คำ
ระยะห่างจากจุดศูนย์กลาง สี เครื่องหมาย และรูปทรงเรขาคณิต

คณิตศาสตร์ (2548, หน้า 29) ให้ความหมายของ “แผนผังความคิด”
ไว้ว่า การนำเอาทฤษฎีที่เกี่ยวกับสมองไปใช้ให้เกิดประโยชน์อย่างสูงสุด การเขียนแผนผัง
ความคิดนั้น เกิดจากการใช้ทักษะทั้งหมดของสมองหรือเป็นการทำงานร่วมกันของสมอง
ทั้ง 2 ซีก คือ สมองซีกซ้ายและซีกขวา ซึ่งสมองซีกซ้ายจะทำหน้าที่ในการวิเคราะห์ คำ
ภาษา สัญลักษณ์ ระบบ ลำดับ ความเป็นเหตุผล ตรรกวิทยา ส่วนสมองซีกขวาจะทำหน้าที่
สังเคราะห์ คิดสร้างสรรค์ จินตนาการ ความงาม ศิลปะ จังหวะ โดยมีแถบเส้นประสาท
คอร์ปัสคอลลอสัมเป็นเสมือนสะพานเชื่อม

สมชัย บัณเฑาะ (2557, หน้า 32) ให้ความหมายของ “แผนผังความคิด” ไว้ว่า เป็นการใช้สมองจดบันทึก ถ้าต้องการทำให้สมองโยงใยใช้ข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุดก็ควรจัดรูปแบบการบรรจุข้อมูลให้ง่ายที่สุดเท่าที่จะทำได้โดยการจัดในลักษณะ “จับใส่กล่อง” หรือ “หยอดหลุม” ซึ่งจะเป็นไปตามที่ว่า ถ้าหากสมองทำงานขั้นตอนกับคำสำคัญในการเชื่อมโยงและประสานรวมกันแล้วความสัมพันธ์ของการจดบันทึก และคำของเราก็ควรจะได้รับ การจัดในรูปแบบเดียวกันแทนที่จะเป็นแบบ “เส้นตรง” อย่างที่เคยทำกันมา

รัชนี ศรีไพรวรรณ (2561, หน้า 56) การนำแผนผังความคิดเข้ามามีใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน เป็นการใช้ทักษะทั้งหมดของสมองเป็นการทำงานร่วมกันของสมองทั้งสองซีกคือสมองซีกซ้ายและ สมองซีกขวา สมองซีกซ้ายทำหน้าที่คิดวิเคราะห์ เชื่อมโยงข้อมูลเกี่ยวกับเรื่องใดเรื่องหนึ่งระหว่างความคิดหลัก ความคิดรอง และความคิดย่อยที่เกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน สมองซีกขวาทำหน้าที่สังเคราะห์คิดสร้างสรรค์จินตนาการความงามรูปแบบแผนผังความคิด

จากทฤษฎีสรุปได้ว่า แผนผังความคิด หมายถึง เป็นการจัดการเรียนรู้ อย่างมีความหมายที่เกิดจากการนำความรู้ความเข้าใจที่ได้จากการสังเกตหรือประสบการณ์เกี่ยวกับเรื่องใดเรื่องหนึ่ง ซึ่งเป็นความรู้ใหม่มาเชื่อมโยงกับความรู้หรือประสบการณ์เดิม โดยใช้คำ ข้อความ หรือเส้นมาเชื่อมโยงความรู้ ทำให้ผู้เรียนเห็นภาพชัดเจน มีความเข้าใจมากขึ้น และจัดประเภทของข้อมูลหรือเหตุการณ์ที่เหมือนหรือแตกต่างกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้สามารถอ่านความสัมพันธ์นั้นเป็นประโยคหรือข้อความที่มีความหมาย

2. กฎเกณฑ์พื้นฐานของการสร้างแผนผังความคิด

Buzan & Buzan (1996, p. 43) ได้กำหนดกฎเกณฑ์พื้นฐานของการสร้าง แผนผังความคิดไว้ว่ามีอยู่ 2 กฎเกณฑ์ คือกฎเกณฑ์ด้านเทคนิคและกฎเกณฑ์ ด้านแบบแผน ดังต่อไปนี้

2.1 เทคนิคแผนผังความคิดเป็นเครื่องมือที่อาศัยเทคนิคที่ช่วยทำให้ ประสิทธิภาพในการคิดเพิ่มขึ้น ซึ่งถือว่าเป็นลักษณะพื้นฐาน โดยแบ่งออกเป็น 4 ลักษณะ คือ

2.1.1 แผนผังความคิดจะเน้นการเน้นถึงความสำคัญของความคิด ในแผนผังโดยผ่านองค์ประกอบต่าง ๆ ได้แก่ การใช้รูปภาพตรงกลางการใช้สัญลักษณ์ คำ หรือรูปภาพที่สามารถรับรู้ และเข้าใจได้ง่าย ใช้เส้นและสีตั้งแต่สามสีขึ้นไป และเว้นระยะระหว่างองค์ประกอบต่าง ๆ

2.1.2 แผนผังความคิดที่ต้องอาศัยความเชื่อมโยงของความคิดที่สามารถถ่ายทอดความคิดของผู้สร้างออกมาด้วยการใช้เทคนิคต่าง ๆ เช่น การใช้ลูกศร การใช้สีเดียวกัน และการใช้รหัส หรือสัญลักษณ์ต่าง ๆ ในการแสดงการเชื่อมโยงความคิด

2.1.3 แผนผังความคิดจะต้องมีความชัดเจนในการสร้าง เช่น ใช้คำในการแสดงความคิด 1 คำต่อ 1 เส้น ใช้คำที่สั้นกะทัดรัดลากเส้นหลักเพื่อเชื่อมโยงรูปภาพตรงกลาง กับแผนผังมโนทัศน์ให้มีลักษณะรวมเป็นหนึ่งเดียวไม่ขาดตอน รูปภาพมีความชัดเจน วางกระดาษในแนวนอน เขียนคำไม่ให้กลับหัว

2.1.4 มีการพัฒนารูปแบบแผนผังความคิดของตนเอง ในขณะที่รักษากฎเกณฑ์พื้นฐานของแผนผังมโนทัศน์

2.2 แบบแผนของแผนผังความคิดการวางรูปแบบของแผนผังความคิดที่ดีช่วยให้แผนผังความคิดมีประสิทธิภาพมากขึ้น นอกเหนือจากการใช้เทคนิคต่าง ๆ แล้ว

2.2.1 การใช้การเรียงลำดับขั้นของการคิดแผนผังความคิดต้องมีการเรียงลำดับการคิดก่อนและหลังในเรื่องต่าง ๆ

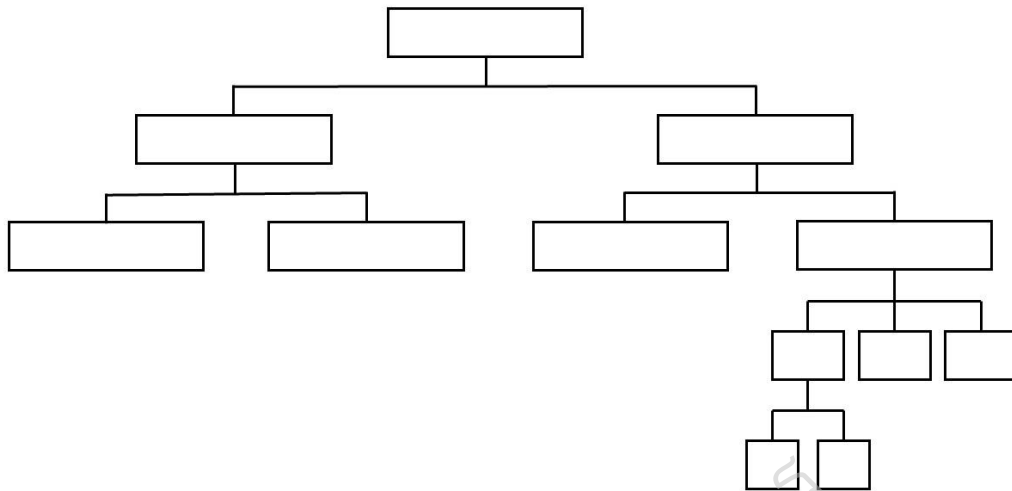
2.2.2 การเรียงลำดับเกี่ยวกับตัวเลขแผนผังความคิดที่ใช้ในงานจำเป็นต้องมีลำดับขั้น ตัวเลขเป็นสัญลักษณ์ที่แสดงถึงขั้นตอนได้เป็นอย่างดี

3. หลักการสร้างแผนผังความคิด

มีนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงหลักการสร้างแผนผังความคิดไว้ดังนี้

วิมลรัตน์ สุนทรโรจน์ (2553, หน้า 33-36) ให้แนวคิดการสร้างผังความคิดว่าเป็นการจัดกลุ่มความคิดรวบยอดเพื่อให้เห็นความสัมพันธ์ของความคิดระหว่างความคิดหลักและความคิดรองลงไป โดยนำเสนอเป็นภาพหรือเป็นผังสามารถนำเสนอได้หลายลักษณะ เช่น

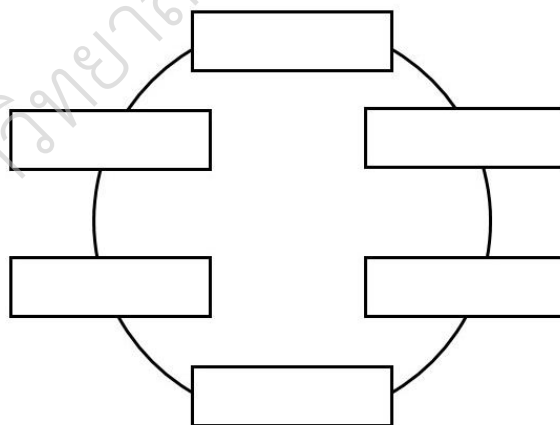
3.1 แผนผังแบบกิ่งไม้ (Branching Map) นำเสนอโดยการเขียนความคิดรวบยอด หลักไว้ข้างบนหรือตรงกลางแล้วลากเส้นให้เชื่อมโยงกับความคิดรวบยอดอื่น ๆ ที่สำคัญรองลงไป ตามลำดับ ดังภาพประกอบ 5



ภาพประกอบ 5 แผนผังแบบกิ่งไม้ (Branching Map)

ที่มา : วิมลรัตน์ สุนทรโรจน์ (2553, หน้า 33)

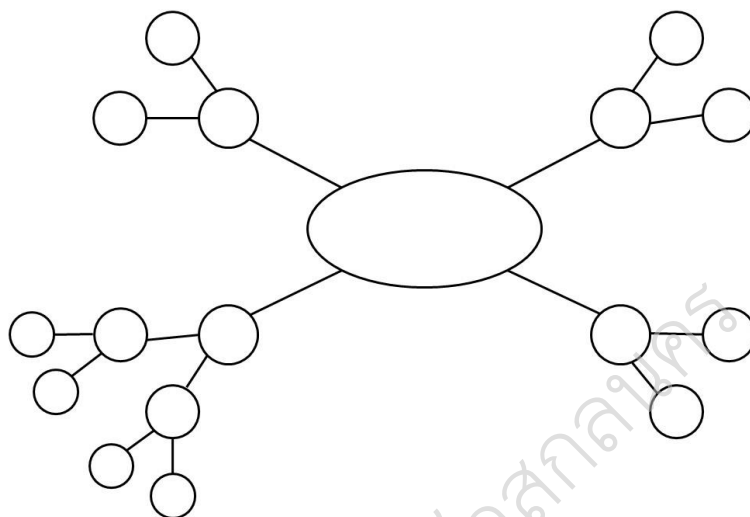
3.2 แผนผังวงจร (Circle Map) นำเสนอโดยการเขียนเป็นแผนผัง
เพื่อเสนอความสัมพันธ์เป็นขั้นตอนต่าง ๆ ที่สัมพันธ์กันเรียงลำดับเป็นวงกลม
ดังภาพประกอบ 6



ภาพประกอบ 6 แผนผังวงจร (A Circle Map)

ที่มา : วิมลรัตน์ สุนทรโรจน์ (2553, หน้า 34)

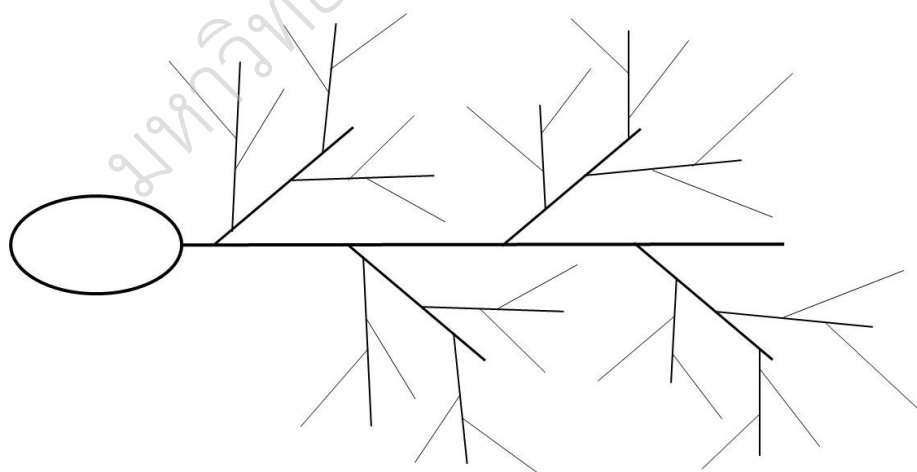
3.3 แผนผังใยแมงมุม (A Spider Map) นำเสนอโดยเขียนความคิดรวบยอด หลักที่สำคัญไว้ตรงกลางหน้ากระดาษ แล้วเขียนคำอธิบายหรือบอกลักษณะของความคิดรองลงไปไว้ในลักษณะของใยแมงมุม ดังภาพประกอบ 7



ภาพประกอบ 7 แผนผังใยแมงมุม (A Spider Map)

ที่มา : วิมลรัตน์ สุนทรโรจน์ (2553, หน้า 34)

3.4 แผนผังก้างปลา (A Fishbone Map) นำเสนอโดยเขียนประเด็นหรือเรื่องหลักแล้วเสนอสาเหตุและผลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ดังภาพประกอบ 8

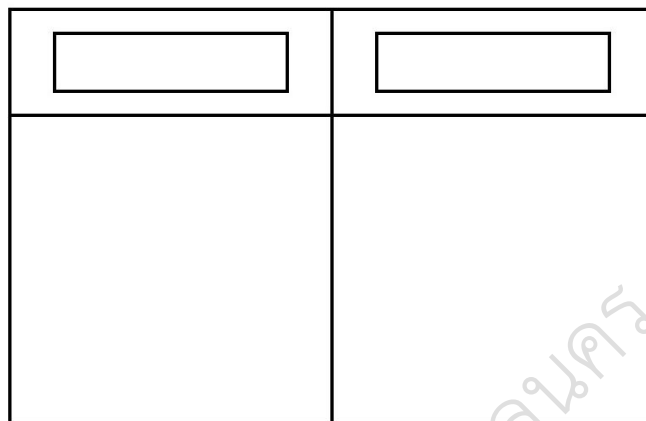


ภาพประกอบ 8 แผนผังก้างปลา (A Fishbone Map)

ที่มา : วิมลรัตน์ สุนทรโรจน์ (2553, หน้า 35)

3.5 แผนผังตารางเปรียบเทียบ (A Compare Table Map)

เสนอโดยการเขียนเป็นตาราง เพื่อเปรียบเทียบสองสิ่งหรือสองเรื่องในประเด็นที่กำหนด
 ดังภาพประกอบ 9

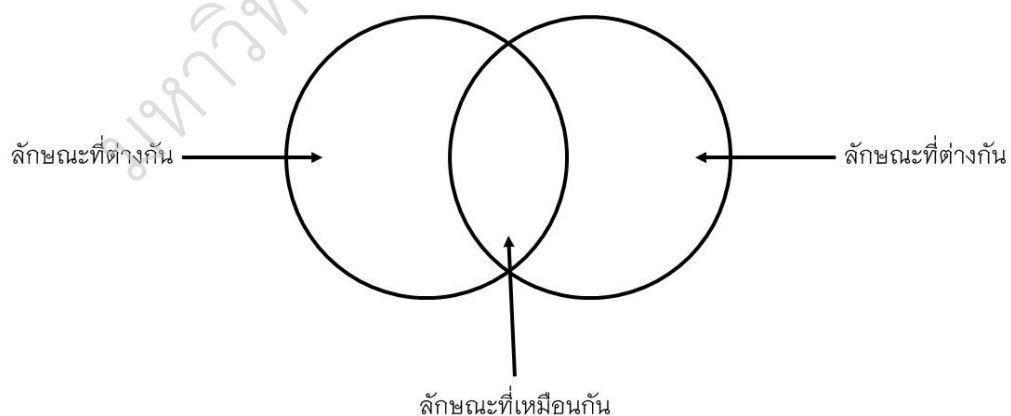


ภาพประกอบ 9 แผนผังตารางเปรียบเทียบ (A Compare Table Map)

ที่มา : วิมลรัตน์ สุนทรโรจน์ (2553, หน้า 35)

3.6 แผนผังวงกลมทับเหลื่อม (Overlapping Circles Map)

เสนอการเปรียบเทียบ สองสิ่งหรือสองเรื่องมีลักษณะเหมือนกันและต่างกัน
 ดังภาพประกอบ 10



ภาพประกอบ 10 แผนผังวงกลมทับเหลื่อม (Overlapping Circles Map)

ที่มา : วิมลรัตน์ สุนทรโรจน์ (2553, หน้า 36)

สรุปได้ว่า หลักการสร้างแผนผังความคิดเป็นการจัดกลุ่มความคิดรวบยอด เพื่อให้เห็นความสัมพันธ์ของความคิดระหว่างความคิดหลักและความคิดรอง โดยการเขียนเป็นแผนผังเพื่อเสนอเป็นขั้นตอนต่าง ๆ ที่สัมพันธ์กันซึ่งอาจเป็นภาพหรือเป็นผัง ขึ้นอยู่กับข้อมูลที่ต้องการนำเสนอ โดยเชื่อมโยงกับความคิดรวบยอดอื่น ๆ ที่สำคัญรองลงไป ตามลำดับ

4. วิธีการเขียนแผนผังความคิด

เพ็ญนิภา แวควรี (2562, หน้า 62) กล่าวถึงวิธีการเขียนแผนผังความคิดไว้ดังนี้

- 4.1 เตรียมกระดาษเปล่าที่ไม่มีเส้นบรรทัด
 - 4.2 วาดภาพสี่เหลี่ยมหรือเขียนคำ หรือข้อความที่สื่อหรือแสดงถึงเรื่องที่ทำแผนผังความคิด กลางหน้ากระดาษ โดยใช้สื่ออย่างน้อย 3 สี และต้องไม่ติดกรอบด้วยรูปทรงเรขาคณิต
 - 4.3 คิดถึงหัวเรื่องสำคัญที่เป็นส่วนประกอบของเรื่องที่ทำแผนผังความคิด โดยให้เขียนเป็นคำที่มีลักษณะเป็นหน่วย หรือคำสำคัญสั้น ๆ ที่มีความหมายบนเส้น ซึ่งแต่ละเส้นจะต้องแตกออกจากศูนย์กลางไม่เกิน 8 กิ่ง
 - 4.4 แยกความคิดของหัวเรื่องสำคัญและหัวเรื่องในข้อที่ 3 ออกเป็นหลาย ๆ กิ่ง โดยเขียนคำหรือวลีบนเส้นที่แตกออกไป ลักษณะของกิ่งควรเอนไม่เกิน 60 องศา
 - 4.5 แยกความคิดออกไปเป็นส่วนประกอบของกิ่งในข้อที่ 4 โดยเขียนคำหรือ วลีเส้นที่แตกออกไป ซึ่งสามารถแตกความคิดออกไปได้เรื่อย ๆ ตามที่ความคิดจะไหลออกมา
 - 4.6 การเขียนคำ ควรเขียนด้วยคำที่เป็นคำสำคัญ หรือคำหลัก หรือเป็นวลี ที่มีความหมายชัดเจน
 - 4.7 คำ วลี สัญลักษณ์ หรือรูปภาพที่ต้องการเน้น อาจใช้วิธีการทำให้เด่น เช่น การล้อมกรอบ หรือใส่กล่องข้อความ เป็นต้น
 - 4.8 ตกแต่งแผนผังความคิด ให้มีสีสันสวยงาม สดใส น่าสนใจ
- จากการศึกษา สรุปได้ว่า วิธีการเขียนแผนผังความคิด ต้องเขียน ความคิดหลักไว้ตรงกลางกระดาษ ซึ่งอาจใช้ภาพหรือสัญลักษณ์แทนความหมายนั้น และใช้เส้นเชื่อมโยงไปยังความคิดรองและความคิดย่อยโดยสามารถเชื่อมโยงจากความคิด หลักได้ทุกทิศทุกทาง

5. ประโยชน์ของแผนผังความคิดกับการเรียนการสอน

ได้มีนักการศึกษาได้กล่าวถึงประโยชน์ของแผนผังความคิดไว้ ดังนี้

ไสว พักขาว (2544, หน้า 13) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของแผนผัง

ความคิด (Mind Mapping) ไว้ ดังนี้

1. ใช้ในการวิเคราะห์เนื้อหาหรืองานต่าง ๆ
2. ช่วยบันทึกและสามารถมองเห็นข้อมูลจากการระดมสมอง
3. ใช้ในการสรุปหรือสร้างองค์ความรู้
4. ช่วยจัดระบบความคิด ทำให้จำได้ดี
5. ช่วยส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ เช่น การเขียนเรียงความ

การเขียนบทความ

6. ใช้ในการจดโน้ต หรือทำโน้ตสำหรับนำเสนอ
7. ช่วยส่งเสริมการทำงานของสมองซีกซ้ายและซีกขวา

อุไรวรรณ โคตะสา (2553, หน้า 19) กล่าวว่า ประโยชน์ของแผนผัง

ความคิดได้ ดังนี้

1. ช่วยในการสำรวจพื้นฐานความรู้ของนักเรียน เพื่อประโยชน์ในการเตรียมการสอน และจัดกิจกรรมให้เหมาะสมกับนักเรียน
2. ใช้ในการประเมินความคิดของนักเรียนว่า กำลังคิดอะไรและทำอะไร เพื่อให้บรรลุเป้าหมายที่วางไว้คล้ายกับการเดินทางโดยแผนที่
3. ช่วยในการสรุปเนื้อหาจากตำรา ซึ่งจะช่วยประหยัดเวลาในการอ่านครั้งต่อไป และจะทำให้ไม่เกิดความเบื่อหน่ายในการอ่าน
4. เป็นเครื่องมือในการจดบันทึก เพื่อสรุปความที่ได้จากการศึกษา
5. ช่วยในการวางแผน การเขียนรายงานหรือการบรรยาย

อมร กุลติล (2554, หน้า 32-33) ได้สรุปการตัดสินใจเมื่อนำแผนผังความคิดเข้ามาเกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาต่าง ๆ แบ่งเป็นกลุ่ม ดังนี้

1. ด้านการเรียน การศึกษาและการเตรียมตัวสอบ แทนที่จะจ้องดูตำรา สมุดจดงานหลาย ๆ หน้าในแต่ละวิชาที่เรียน ก็ใช้แผนผังความคิดแผ่นเดียว แล้วยังสามารถนำมารวมกันเป็นแผนผังความคิดหลัก ซึ่งจะทำให้การเตรียมสอบง่ายขึ้นมาก
2. การคิดริเริ่มสร้างสรรค์ระดมความคิด จัดรูป ใช้เหตุผล ในการคิดจากการเริ่มต้นไปจนหยุดคิด แผนผังความคิดมีส่วนช่วยให้งานมีคุณภาพ ปริมาณ ความชัดเจน การจัดรูปแบบความคิด การสื่อสาร การพูดในที่สาธารณะ พูดต่อหน้าชุมชน

เขียนหัวข้อที่สำคัญที่จะพูดในรูปแบบที่ยืดหยุ่นด้วยแผนผังความคิด จะทำให้มั่นใจได้ว่าจะไม่ตกล้นประเด็นสำคัญในเวลาที่จะพูด และยังง่าย ไม่หลงประเด็นด้วย

3. ปัญหาการวิเคราะห์ตัดสินใจ แผนผังความคิดจะทำให้เห็นมุมมองต่าง ๆ ข้อเท็จจริง ความรู้สึกและผลพวงอย่างรอบด้าน จะช่วยในการวิเคราะห์และประเมินหาทางเลือกที่ดีที่สุดได้ การสร้างสมาธิ การฝึกวันประกันพรุ่ง การไหลลื่น ความสนุกสนานรวดเร็ว สีสัน ภาพและความรื่นตาในการเขียนแผนผังความคิดจะช่วยตรึงความสนใจ จึงช่วยสร้างสมาธิจะไม่มีอาการฝึกวันประกันพรุ่งอีกต่อไปและยังเพิ่มแรงจูงใจด้วย

4. ความจำและการเพิ่มความจำ แผนผังความคิดที่เต็มไปด้วย สีสัน คำที่เป็นคำกุญแจ ภาพ และการบ่อนข้อมูลให้โยงกันตามธรรมชาติเข้าสู่สมองทำให้สามารถจำและเรียกความจำมาได้อย่างดีที่สุด

5. การวางแผน การจัดลำดับความสำคัญก่อนหลัง สิ่งที่จะต้องทำทั้งหลายจะปรากฏอยู่ในหน้ากระดาษแผ่นเดียว อะไรที่ขาดตกบกพร่องหรือซ้ำซ้อนก็จะสามารถเห็นได้ชัดเจน แผนผังความคิดจึงช่วยจัดลำดับความสำคัญก่อนหลัง และยังช่วยบริหารเวลาและมอบหมายงานในเรื่องต่าง ๆ ที่จะทำการทบทวนงานติดตามงานก็จะทำได้ อย่างมีประสิทธิภาพ

วิลลาร์ด สุนทรโรจน์ (2553, หน้า 36-37) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของ แผนผังความคิด ดังนี้

1. ช่วยบูรณาการความรู้เดิมกับความรู้ใหม่
2. ช่วยพัฒนาความคิดรวบยอดให้ชัดเจนยิ่งขึ้น
3. ช่วยเน้นองค์ประกอบสำคัญของเรื่อง
4. ช่วยพัฒนาการอ่าน การเขียน และการคิด
5. ช่วยวางแผนในการเขียน และการปรับปรุงการเขียน
6. ช่วยในการอธิบาย
7. ช่วยวางแผนการสอนของครู
8. เป็นเครื่องมือในการประเมินผล

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า ประโยชน์ของแผนผังความคิดมี ดังนี้

1. เป็นการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างความคิดรวบยอดหลัก และความคิดรวบยอดรองลงไป

2. ช่วยบูรณาการความรู้เดิมและความรู้ใหม่
3. ช่วยให้เข้าใจเนื้อหาสาระต่าง ๆ ได้ดียิ่งขึ้น

4. เพิ่มความคงทนในการเรียนรู้
5. ช่วยพัฒนาความจำ การอ่าน การเขียน และการคิด
6. มุ่งเน้นให้ผู้เรียนแสวงหาความรู้ และสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง
7. เป็นเครื่องมือในการจัดบันทึก เพื่อสรุปความที่ได้จากการอ่าน

6. เทคนิคการสอนด้วยแผนผังความคิด

มีนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงเทคนิคการใช้แผนผังความคิดในการสอนไว้ ดังนี้

วนิดา สุขสมโส (2552, หน้า 26) ได้ให้แนวคิดเกี่ยวกับเทคนิคและวิธีสอนโดยใช้แผนผังความคิด (Mind Map) สรุปได้ ดังนี้

1. ให้นักเรียนรู้ความหมายของแผนผังความคิด
 2. ให้นักเรียนระบุความคิดที่สำคัญจากหนังสือที่ได้ศึกษา
 3. ให้นักเรียนจัดลำดับความคิดจากกว้างที่สุดไปหาแคบที่สุด
- โดยการเขียนไว้ในกระดาษแล้วลองจัดเรียง โดยกระทำเป็นกลุ่มเล็ก ๆ

4. ให้นักเรียนฝึกอ่านแผนผังความคิด
5. ครูแนะนำเรื่องการประเมินแผนผังความคิด แล้วให้นักเรียนประเมินตนเอง

6. ให้นักเรียนนำเสนอแผนผังความคิด

วิมลรัตน์ สุนทรโรจน์ (2555, หน้า 238) ให้ข้อเสนอแนะในการเขียนแผนผังความคิด ดังนี้

1. การสร้างภาพศูนย์กลาง การทำให้ภาพน่าสนใจ ควรยึดหลัก ดังนี้
 - 1.1 ภาพควรมีสีไม่น้อยกว่า 3 สี
 - 1.2 ขนาดของภาพไม่ควรมีขนาดใหญ่เกินไป ขนาดพอเหมาะประมาณ 2 ตารางนิ้ว ภาพไม่จำเป็นต้องมีภาพเดียว อาจมี หลาย ๆ ภาพหรือหลาย ๆ สิ่งที่เกี่ยวข้องกับเรื่องนั้น

1.3 ถ้าเป็นภาพที่มีลักษณะเคลื่อนไหวได้ดีจะดีไม่ควรใส่กรอบภาพ ศูนย์กลาง เพราะกรอบจะเป็นสิ่งที่สกัดกั้นการไหลของความคิด

2. การหาคำสำคัญ (Key Word) คำสำคัญควรมีลักษณะ ดังนี้

- 2.1 ควรเป็นคำเดียว วลี หรือข้อความสั้น ๆ

2.2 ควรเป็นคำที่สื่อความหมายได้ดี แสดงถึงจุดเน้นกระตุ้น
ความสนใจง่ายแก่การจำ

3. การหาความคิดรองหรือการแตกกิ่ง ควรทำ ดังนี้

3.1 เป็นคำสำคัญที่รองลงไป หรือเป็นส่วนประกอบที่เกี่ยวข้อง
กับคำสำคัญ หรือคำคุณญแจเป็นการลงรายละเอียด

3.2 ควรเขียนบนเส้นที่ต่อออกไป แต่เส้นจะเรียวยาวไปเรื่อย ๆ

3.3 ถ้าต้องการเน้นอาจทำให้เด่น เช่น การล้อมกรอบ ใส่กล่อง
หรือขีดเส้นใต้ เป็นต้น

4. คำภาพ เส้น บนสาขาเดียวกัน ควรใช้สีเดียวกัน

5. การแตกกิ่งไม่ควรให้เอียงไปข้างใดข้างหนึ่ง ควรแตกกิ่งให้ได้
ภาพ Mind Mapping ที่สมดุล

6. การแตกกิ่ง ควรแตกทิศเฉียงมากกว่าแตกบนล่าง

7. การนำแผนผังความคิดไปใช้ในการกิจกรรมการเรียนการสอน

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า เทคนิคการใช้แผนผังความคิดในการจัด
กิจกรรมการเรียนการสอนนั้น ผู้สอนอธิบายการใช้แผนผังความคิด การจัดลำดับความคิด
ให้ผู้เรียนโดยเขียนความคิดรวบยอดหลักไว้ตรงกลาง แล้วแตกสาขาออกมาเป็นความคิด
ย่อย การใช้รูปทรงเรขาคณิตเพื่อแสดงขอบเขตของคำที่มีลักษณะใกล้เคียงกัน การ
ลากเส้นเชื่อมโยง การใช้ลูกศรช่วยในการเชื่อมโยงแนวความคิด การใช้สีระบายเพื่อช่วยให้
การจัดจำได้ดีขึ้น และจุดประกายความคิด จากนั้นให้นักเรียนนำเสนอแผนผังความคิด และ
ขั้นสรุป ผู้เรียนนำเสนอแผนผังความคิด พร้อมทั้งอธิบายเหตุผลประกอบ

เปรียบเทียบขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา และขั้นตอนการ จัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิด

ผู้วิจัยได้เปรียบเทียบขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา และขั้นตอน
การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิด ดังตาราง 4

ตาราง 4 การเปรียบเทียบขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา และการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิด

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา	ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิด
1. ขั้นระบุปัญหา	1. ขั้นระบุปัญหา เป็นขั้นที่กระตุ้นให้นักเรียนมองเห็นปัญหา สามารถ “ระบุปัญหา” จากสถานการณ์ได้ กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความคิด ความเข้าใจปัญหา รวมทั้งตระหนักถึงสิ่งที่เป็นปัญหาในชีวิตประจำวันในเรื่องที่จะเรียน วิเคราะห์เงื่อนไขหรือข้อจำกัดของสถานการณ์ปัญหา ซึ่งจะนำไปสู่การสร้างชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา
2. ขั้นรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา	2. ขั้นรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา เป็นขั้นที่นักเรียนทำความเข้าใจปัญหาและสามารถระบุปัญหาย่อย ขั้นตอนต่อไปคือผู้สอนเปิดโอกาสให้นักเรียนสืบค้น เก็บรวบรวมข้อมูล และแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการแก้ปัญหา ประเมินความเป็นไปได้ เพื่อสามารถนำองค์ความรู้มาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหา
3. ขั้นออกแบบวิธีการแก้ปัญหา	3. ขั้นออกแบบวิธีการแก้ปัญหา ในขั้นนี้นักเรียนสามารถบูรณาการความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี เพื่อออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา กำหนดองค์ประกอบของวิธีการหรือผลผลิต โดยคำนึงถึงทรัพยากร ข้อจำกัด และเงื่อนไขตามสถานการณ์ที่กำหนดที่มีความเหมาะสมเพื่อนำไปใช้แก้ปัญหาดต่อไป

ตาราง 4 (ต่อ)

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ แบบสะเต็มศึกษา	ขั้นการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ร่วมกับแผนผังความคิด
4. ขั้นวางแผนและ ดำเนินการแก้ปัญหา	4. ขั้นวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา นักเรียนมีการวางแผนออกแบบแนวทางการแก้ปัญหการ อยู่บนพื้นฐานของกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เป็นลำดับขั้นตอนของการสร้างชิ้นงานหรือวิธีการ รวมทั้งกำหนดเป้าหมายและระยะเวลาในการดำเนินการแต่ละขั้นตอนให้ชัดเจน แล้วลงมือสร้างชิ้นงานหรือพัฒนาวิธีการเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา ซึ่งจะทำให้ผลผลิตจากการแก้ปัญหาเป็นที่ยอมรับ
5. ขั้นทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขชิ้นงาน	5. ขั้นทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขชิ้นงาน ในขั้นนี้นักเรียนทำการทดสอบและประเมินการใช้งานของชิ้นงานที่สร้างขึ้น ชิ้นงานที่ทำขึ้นมีคุณลักษณะเป็นไปตามความต้องการ หรือภายใต้เงื่อนไขที่ได้กำหนดไว้แต่แรกหรือไม่ วิธีการที่สร้างขึ้นว่าสามารถใช้แก้ปัญหาได้หรือไม่ และผลการประเมินมีสิ่งใดที่ต้องปรับปรุงหรือไม่ โดยผลที่ได้สามารถนำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสมที่สุด
6. นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน	6. นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงานร่วมกับแผนผังความคิด ในขั้นนี้นักเรียนนำเสนออย่างเป็นขั้นตอน โดยนักเรียนต้องนำเสนออย่างมีเหตุผล นำเสนอแนวคิด และขั้นตอนการแก้ปัญหาของการสร้างชิ้นงาน โดยนักเรียนเขียนสรุปความรู้และออกแบบวิธีการนำเสนอข้อมูลในรูปแบบแผนผังความคิดเพื่อดึงดูดความสนใจ ผู้ฟังเกิดความเข้าใจมากยิ่งขึ้น และได้ข้อเสนอแนะเพื่อพัฒนาต่อไป

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1. ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Learning Achievement) เป็นผลที่เกิดจากปัจจัยต่าง ๆ ในการจัดการศึกษา เป็นความสามารถของนักเรียนในด้านต่าง ๆ ซึ่งได้จากการวัดความรู้ความสามารถในสาระเนื้อหาตามที่เรียน มีนักวิชาการหลายท่านได้ให้ความหมายและแนวคิดหลากหลายเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ ดังนี้

ภพ เลหาไพบุลย์ (2542, หน้า 295) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง พฤติกรรมที่แสดงออกถึงความสามารถในการกระทำสิ่งใดสิ่งหนึ่งจากที่ไม่เคยกระทำได้ หรือกระทำได้น้อยก่อนที่จะมีการเรียนการสอน ซึ่งเป็นพฤติกรรมที่สามารถวัดได้

รสริน พันธุ์ (2550, หน้า 37) กล่าวว่า ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลของการเรียนการสอนหรือความสามารถของบุคคลอันเกิดจากการได้รับการฝึกฝน สั่งสอนในด้านความรู้ และทักษะที่ได้พัฒนาขึ้นตามลำดับขั้นในวิชาต่าง ๆ

สุพัตรา เกษมเรืองกิจ (2551, หน้า 32) กล่าวว่า ความหมายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้ความเข้าใจความสามารถในการแก้ปัญหาและทักษะทางวิชาการรวมทั้งสมรรถภาพทางสมองด้านต่าง ๆ ที่ได้จากการอบรมสั่งสอน และวัดได้โดยอาศัยเครื่องมือ และวิธีการที่หลากหลาย

ภักดีณี จินามูล (2555, หน้า 19) ได้ให้ความหมายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้ความเข้าใจและความสามารถของนักเรียนที่บรรลุตามจุดประสงค์การเรียนรู้ในบทเรียนวัดโดยใช้เครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ทั่วไป

วิดาต หะยีตาเฮร์ (2556, หน้า 29) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสามารถของบุคคลที่ได้รับการฝึกฝนหลังจากการเรียนรู้ ซึ่งเป็นพฤติกรรมที่สามารถวัดได้จากพัฒนาการทางสติปัญญา ในด้านความรู้ ความจำ ความเข้าใจ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ ซึ่งวัดได้จากคะแนนของผู้เรียนในการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

รัศมี พรหมไพสณฑ์ (2559, หน้า 64) ได้ให้ความหมายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คุณลักษณะหรือความสามารถทางสมองของบุคคลที่พัฒนาดีขึ้น ทั้งด้านความรู้ ความจำ ทักษะ ความรู้สึกและค่านิยม ซึ่งได้จากการเรียนรู้ประสบการณ์ และสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ

สรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสามารถของผู้เรียนในด้านต่าง ๆ หลังจากที่ได้รับประสบการณ์การเรียนรู้ ทั้งด้านความรู้ ความเข้าใจ ทักษะกระบวนการ และความสามารถของผู้เรียนที่บรรลุตามวัตถุประสงค์นั้น ๆ

2. ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

นักวิชาการหลายคนได้ให้ความหมายแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ ดังนี้

กัญจนา สนิทรัตนศิริกุล และคณะ (2551, หน้า 50) กล่าวถึงแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ชุดของคำถามที่มุ่งวัดผลการเรียนรู้ในเนื้อหาสาระและทักษะต่าง ๆ ที่เป็นสมรรถภาพทางสมองของผู้เรียนหลังจากที่เรียนรู้ไปแล้วในระดับชั้นเรียนต่าง ๆ ของโรงเรียนเพื่อตรวจสอบความสำเร็จและความสามารถที่แตกต่างกันของนักเรียนแต่ละคน ซึ่งข้อสอบจะมีลักษณะให้ผู้เรียนเขียนตอบโดยใช้กระดาษและดินสอเป็นสำคัญ

พิชิต ฤทธิ์จรรยา (2552, หน้า 96) กล่าวถึงแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์เป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ ทักษะและความสามารถทางวิชาการที่ผู้เรียนได้เรียนรู้มาแล้วว่าบรรลุผลสำเร็จตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้เพียงใด

สุภกิจ โสทัต (2558, หน้า 53) กล่าวถึงแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง แบบทดสอบที่วัดความรู้ ทักษะ และสมรรถภาพด้านต่าง ๆ ที่ได้รับจากประสบการณ์ทั้งปวง มุ่งวัดทางด้านวิชาการเป็นสำคัญ

สรุปได้ว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง เป็นแบบทดสอบที่ใช้วัด ความรู้ความเข้าใจ ทักษะ โดยแบบทดสอบนั้นจะต้องสอดคล้องกับเนื้อหาที่ผู้เรียนได้รับด้วย

3. ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

สุทธิวรรณ พิศัทธิโสภณ (2561, หน้า 2) ได้กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ใช้อยู่ในปัจจุบันมีหลายแบบแตกต่างกันไป จะใช้รูปแบบใดก็ควรพิจารณาถึงจุดประสงค์ในการวัดเป็นสำคัญ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจำแนกได้ 2 ประเภท ดังนี้

3.1 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ที่ครูสร้างขึ้นเอง

3.2 แบบทดสอบมาตรฐาน

ในที่นี้จะกล่าวถึงเฉพาะแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่ครูสร้างขึ้นเอง เพื่อใช้วัดความรู้ความสามารถของนักเรียน จำแนกออกได้ ดังนี้

1. ชนิดที่ผู้สอบเป็นผู้ให้คำตอบ ได้แก่

1.1 แบบทดสอบแบบอัตนัย หรือความเรียง (Subjective Test or Essay Test) จำแนกออกเป็น

1.1.1 แบบจำกัดคำตอบ (Restricted-Response Type)

1.1.2 แบบไม่จำกัดคำตอบ (Unrestricted-Response Type)

1.2 แบบทดสอบแบบเติมคำหรือตอบสั้น (Completion or Short Answer Test)

2. แบบทดสอบชนิดที่ให้ผู้สอบเลือกคำตอบ ได้แก่

2.1 แบบทดสอบแบบถูกผิด (True-False Test)

2.2 แบบทดสอบแบบจับคู่ (Matching Test)

2.3 แบบทดสอบแบบเลือกตอบ (Multiple Choice Test)

4. ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

สุทธิวรรณ พิศัยดิโสภณ (2561, หน้า 2-3) เนื่องจากแบบทดสอบเป็นเครื่องมือวัดผลชนิดหนึ่งที่มีความสำคัญอันจะทำให้ครูได้ทราบถึงพฤติกรรมการเรียนของผู้เรียน และทราบถึงประสิทธิภาพในการจัดการ เรียนการสอน การสร้างแบบทดสอบที่ดีมีคุณภาพจึงไม่ใช่ของง่ายสำหรับครูผู้ออก ข้อสอบ ดังนั้นจึงควรมีขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบ ดังนี้

4.1 กำหนดจุดมุ่งหมายของการสอบให้แน่ชัดว่าจะสอบเพื่ออะไร
สอบกับใคร ในระดับชั้นใด

4.2 กำหนดลักษณะของสิ่งที่จะวัด ในการสร้างเครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผู้วัดต้องรู้ว่าสิ่งที่ต้องการจะวัดนั้นคืออะไร เช่น ต้องการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผู้วัดจะต้องรู้ว่าในสาระของกลุ่มวิชาฟิสิกส์นี้มีจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอนอย่างไร ประกอบด้วยเนื้อหาใดบ้าง ต้องการให้ผู้เรียนบรรลุพฤติกรรมใดบ้าง พฤติกรรมเหล่านั้นเป็นอย่างไร ต้องกำหนดให้ชัดเจน ซึ่งอาจศึกษาค้นคว้าจากเอกสาร ตำรา และทฤษฎีต่าง ๆ ได้ ในขั้นตอนนี้เราอาจพิจารณาจากตารางวิเคราะห์หลักสูตรที่ได้ทำไว้แล้ว

4.3 กำหนดชนิดของเครื่องมือที่ใช้ในการวัด

ในการกำหนดชนิดของเครื่องมือที่ใช้วัดนั้นพิจารณาจากคุณลักษณะของสิ่งที่เราจะวัดว่าคืออะไร ซึ่งดูได้จากตารางวิเคราะห์หลักสูตร และต้องดูด้วยว่าวัดพฤติกรรมใด จะวัดกับใครที่ไหน เมื่อไร อย่างไรด้วย เพราะเครื่องมือที่ใช้วัดมีหลายชนิด แต่ละชนิดก็เหมาะกับคุณลักษณะที่จะวัดต่างกัน ดังนั้นผู้สร้างต้องรู้ลักษณะของเครื่องมือแต่ละชนิดด้วย

4.4 เขียนข้อสอบ

เมื่อกำหนดได้แล้วถึงชนิดของเครื่องมือที่ใช้วัดผลสัมฤทธิ์ก็เริ่มลงมือเขียนข้อสอบ โดยเขียนให้สอดคล้องกับคุณลักษณะหรือพฤติกรรมที่ต้องการจะวัด และให้ถูกต้องตามหลักวิชาการของการเขียนข้อสอบแต่ละชนิดด้วย

4.5 ให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาตรวจสอบแก้ไข

เมื่อเขียนข้อสอบเสร็จแล้ว ควรให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือ ซึ่งผู้เชี่ยวชาญควรประกอบด้วยบุคคล 2 ฝ่าย คือ ผู้เชี่ยวชาญ ในเนื้อหาสาระวิชาและผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้ทางด้านวัดผลเป็นผู้พิจารณาคำถามและคำตอบว่าถูกต้องตามหลักวิชาหรือไม่ ข้อสอบวัดได้ตรงตามจุดประสงค์หรือไม่ อีกทั้งภาษาที่ใช้ในการเขียนข้อสอบถูกต้องตามหลักวิชาหรือไม่

4.6 การทดลองใช้ข้อสอบ

หลังจากที่ให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาตรวจสอบแก้ไขแล้ว ก็นำแบบทดสอบไปทดลองใช้แล้วนำผลจากการทดลองมาวิเคราะห์เพื่อหาคุณภาพและพัฒนาแบบทดสอบต่อไป ในการทดลองใช้อาจต้องทำหลาย ๆ ครั้งจนสามารถพัฒนาแบบทดสอบได้มีคุณภาพเป็นที่พอใจจึงนำไปใช้จริงในการสอบต่อไป

4.7 สร้างเกณฑ์ในการแปลความหมายคะแนน

การสร้างเกณฑ์ในการแปลความหมายคะแนนก็เพื่อต้องการบอกให้ทราบว่าถ้าบุคคลใดสอบได้คะแนนเท่าไร เขาจะเป็นผู้ที่มีความสามารถหรือมีลักษณะพฤติกรรมอย่างไร

4.8 การเขียนรายงานและคู่มือการใช้

การเขียนรายงานและคู่มือการใช้ จะทำให้ผู้นำไปใช้ได้รู้ถึงขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบนั้น และรายละเอียดเกี่ยวกับการดำเนินการสอบว่าจะปฏิบัติอย่างไร คะแนนที่แต่ละคนสอบได้จะแปลความหมายอย่างไร ซึ่งจะเป็นข้อมูลให้ผู้เลือกใช้แบบทดสอบได้เหมาะสมกับจุดมุ่งหมายในการสอบด้วย

5. ลักษณะของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดี

สุทธธีวรรณ พิศัคคีโสภณ (2561, หน้า 1) ได้กล่าวไว้ว่า ลักษณะของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดี แบบทดสอบที่ดีมีคุณภาพย่อมทำให้ผลการวัดที่ได้มีความถูกต้อง แต่ถ้าแบบทดสอบมีคุณภาพไม่ดีย่อมทำให้ผลการวัดมีความผิดพลาด ดังนั้นในการวัดผลการศึกษาคูณภาพของเครื่องมือ ย่อมเป็นสิ่งที่ต้องให้ความสนใจเป็นพิเศษ ลักษณะของ เครื่องมือวัดผลที่ดีมีหลายประการ ดังนี้

5.1 ความเที่ยงตรง (Validity) หมายถึง การวัดในสิ่งที่ต้องการจะวัดได้อย่างถูกต้อง

5.2 ความเชื่อมั่น (Reliability) หมายถึง การวัดที่ให้ผลแน่นอน สม่ำเสมอ คงเส้นคงวา (Consistency) เป็นที่มั่นใจหรือเชื่อถือในผลที่วัดได้จริง ถึงแม้จะมีการวัดซ้ำอีก ผลที่ได้ก็ย่อมแน่นอนไม่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม

5.3 ความเป็นปรนัย (Objectivity) หมายถึง ความแจ่มชัดของคำถามที่ทำให้ผู้ตอบเข้าใจความหมายได้ถูกต้องตรงกัน ข้อคำถามที่มีความเป็นปรนัยต้องมีคุณสมบัติ 3 ประการ คือ

5.3.1 ข้อคำถามมีความชัดเจนว่าต้องการถามอะไร

5.3.2 การตรวจให้คะแนนได้ตรงกันไม่ว่าจะให้ใครตรวจก็ตาม

5.3.3 คะแนนที่ได้สามารถแปลความหมายได้ตรงกัน

5.4 อำนาจจำแนก (Discrimination) เป็นความสามารถในการแยกหรือจำแนกบุคคลที่มีคุณลักษณะหรือความสามารถแตกต่างกันออกจากกันได้

5.5 ความยากพอเหมาะ (Difficulty) เป็นคุณลักษณะของข้อสอบที่ไม่ยากเกินไปหรือง่ายเกินไป

5.6 วัดอย่างลึกซึ้ง (Searching) หมายความว่า ลักษณะของคำถามวัดได้ครอบคลุมพฤติกรรมที่ต้องการวัด และไม่เป็นคำถามที่วัดแต่เพียงความรู้ความจำอย่างเดียว

5.7 ยุติธรรม (Fair) เป็นลักษณะของคำถามที่ไม่ถาม เพื่อเปิดโอกาสให้คนกลุ่มใดกลุ่มหนึ่งหรือบุคคลใดบุคคลหนึ่งได้เปรียบในการตอบมากกว่าคนในกลุ่มหนึ่งหรือบุคคลหนึ่ง

5.8 มีความจำเพาะเจาะจง (Definite) ไม่ถามหลายแง่หลายมุมในข้อเดียวกัน และควรถามคำถามเดียวในแต่ละข้อ

6. การวัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

การทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนส่วนหนึ่งวัดได้ โดยการใช้แบบทดสอบ ซึ่งเรียกว่าแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

ตามแนวคิดของบลูม (Bloom, 1976, p. 45) ถือว่าสิ่งใดก็ตามที่มีปริมาณ อยู่จริง สิ่งนั้นสามารถวัดได้ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก็อยู่ภายใต้กรอบแนวคิดดังกล่าวซึ่ง ผลการวัดจะเป็นประโยชน์ในลักษณะทราบและประเมินระดับความรู้ ทักษะและเจตคติของ นักเรียน ระดับความรู้ความสามารถตามแนวคิดของบลูม มี 6 ระดับ ดังนี้

6.1 ความรู้ ความจำ หมายถึง การที่ผู้เรียนสามารถจดจำเนื้อหาสาระ ต่าง ๆ ที่ได้เรียนรู้ไว้ในสมอง เป็นพฤติกรรมที่มุ่งวัดความสามารถในการจัดเก็บความรู้ไว้ในตัวผู้เรียน

6.2 ความเข้าใจ หมายถึง การที่ผู้เรียนสามารถอธิบาย สื่อความหมาย ของเนื้อหาสาระต่าง ๆ ที่ได้เรียนรู้โดยการแปลความ ตีความ และขยายความ สามารถ ถ่ายทอดออกมาในลักษณะต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง

6.3 การประยุกต์ หมายถึง การที่ผู้เรียนสามารถนำความรู้ที่ได้เรียนรู้ไป ใช้ในการลงมือปฏิบัติ หรือแก้ปัญหาต่าง ๆ ในสถานการณ์จริง ทั้งนี้สถานการณ์ที่เกิดขึ้น จะต้องมีความแปลกใหม่ หรือต่างไปจากเดิม

6.4 การวิเคราะห์ หมายถึง การที่ผู้เรียนสามารถนำความรู้ที่ได้เรียนรู้มา พิจารณาแยกแยะเรื่องราว ปรากฏการณ์ต่าง ๆ โดยใช้ปัญญาค้นหาเหตุผล ความสัมพันธ์ หรือคำตอบ การวิเคราะห์ แบ่งออกเป็น 3 ลักษณะ คือ การระบุลักษณะสำคัญ การระบุ ความสัมพันธ์ และการระบุหลักการ เพื่อทำให้เกิดความรู้ความเข้าใจอย่างลึกซึ้ง

6.5 การประเมินค่า หมายถึง การที่ผู้เรียนสามารถลงข้อตัดสินใจ เกี่ยวกับคุณค่าที่มีต่อกิจกรรม สิ่งของ การกระทำ หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ ตามเกณฑ์ และมาตรฐานที่กำหนดไว้ อย่างเหมาะสมและน่าเชื่อถือ

6.6 การสร้างสรรค์ คือ การที่ผู้เรียนสามารถคิด พัฒนา ประดิษฐ์ สร้าง จัดกระทำสิ่งใหม่ ๆ หรือแตกต่างไปจากเดิม ผู้เรียนต้องใช้ความคิดของตนเองเป็นสำคัญ โดยมีได้เกิดจากการลอกเลียนผลงานของบุคคลอื่นมาทั้งหมด การสร้างสรรค์แบ่งออกเป็น 3 ส่วนย่อย คือ การจัดกระทำสิ่งใหม่ การวางแผน และการพัฒนา

ดังนั้นการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ดำเนินการตามแนวคิดของ Bloom โดยเป็นการวัดพฤติกรรมการเรียนรู้ทั้งหมด 6 ด้าน คือ ด้านความจำ ด้านความ เข้าใจ ด้านการประยุกต์ ด้านการวิเคราะห์ ด้านการประเมินค่า และด้านการสร้างสรรค์

ซึ่งผู้วิจัยใช้เป็นแนวทางในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ไฟฟ้ากระแส ในการวิจัยครั้งนี้

ความพึงพอใจ

1. ความหมายของความพึงพอใจ

ความพึงพอใจ ตรงกับภาษาอังกฤษว่า Satisfaction การจัดการเรียนรู้ให้ประสบความสำเร็จนั้นผู้สอนต้องคำนึงถึงความพึงพอใจของผู้เรียนเป็นสิ่งสำคัญ เพราะถ้าผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แล้วย่อมส่งผลถึงประสิทธิภาพในการเรียนและความสุขในการเรียนด้วย ซึ่งจากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวกับความพึงพอใจ ได้มีนักวิชาการให้ความหมายของความพึงพอใจไว้ ดังนี้

สมพร วัชรปรีชาวงศ์ (2551, หน้า 9) กล่าวว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ปฏิกริยาด้านความรู้สึกต่อสิ่งเร้าหรือสิ่งกระตุ้น ที่แสดงออกมาในลักษณะผลลัพธ์สุดท้ายของกระบวนการประเมิน เป็นสิ่งที่ทำให้เกิดความพึงพอใจของมนุษย์ เพื่อที่จะตอบสนองต่อความต้องการ หรือความคาดหวังที่มีอยู่ และเมื่อบรรลุเป้าหมายนั้นแล้วจะเกิดความพึงพอใจที่ได้รับผลสำเร็จตามวัตถุประสงค์

จรัสศรี หนูเผือก (2552, หน้า 8) กล่าวว่า ความพึงพอใจเป็นความรู้สึกที่มีความสุขของบุคคลที่มีต่อการทำงาน ซึ่งสิ่งเหล่านี้จะมีผลต่อประสิทธิภาพและประสิทธิผลของการทำงาน ซึ่งส่งผลต่อความสำเร็จและเป็นไปตามเป้าหมาย

ชินตา สุภาชาติ (2558, หน้า 57) กล่าวว่า ความพึงพอใจ หมายถึง สภาพความรู้สึกหรือเจตคติของบุคคลที่มีต่อสิ่งเร้าในกิจกรรมใดกิจกรรมหนึ่ง ซึ่งเป็นสภาพความรู้สึกชอบ รู้สึกสมหวัง มีความสุข หรือพอใจ โดยความพึงพอใจจะเกิดจากการบรรลุตามความต้องการ กิจกรรมดังกล่าวประสบความสำเร็จ

วรลักษณ์ เจริญชาติ (2561, หน้า 76) กล่าวว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกทางอารมณ์ที่ดี ที่ชอบ ที่พอใจ ความสบายใจ ความสุขใจต่อสภาพแวดล้อมในด้านต่าง ๆ ของบุคคลที่มีต่อสิ่งที่ได้รับการตอบสนองซึ่งตรงกับสิ่งที่คาดหวังและความพึงพอใจของแต่ละบุคคลย่อมแตกต่างกัน

Good (1973, p. 32) กล่าวว่า ความพึงพอใจ หมายถึง สภาพคุณภาพหรือระดับความพอใจที่มีผลมาจากความสนใจต่าง ๆ และทัศนคติที่บุคคลมีต่อสิ่งนั้น ๆ

อับดุลยามีน หะยีซาเดร์ (2560, หน้า 57) ความพึงพอใจ หมายถึง ท่าที ความรู้สึกหรือทัศนคติในแง่ดีที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ในด้านต่าง ๆ เช่น วิธีการจัดการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ บรรยากาศในการจัดการเรียนรู้ เป็นต้น ซึ่งจะเกิดขึ้นหลัง ผู้เรียนได้รับการจัดการเรียนรู้

สรุปได้ว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกของนักเรียนในที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบสะเต็มศึกษา ร่วมกับแผนผังความคิด ของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งวัดได้จากแบบสอบถามความพึงพอใจต่อการเรียนแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับของ Likert จำนวน 20 ข้อ เป็นการสอบถามครอบคลุม 4 ด้าน ได้แก่ ด้านเนื้อหาสาระการเรียนรู้ ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ด้านสื่อและอุปกรณ์ และด้านการวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้

2. ทฤษฎีเกี่ยวกับความพึงพอใจ

กิตติมา ปรีดีดิลก (2549, หน้า 219-221) อ้างถึงใน (กิตติศักดิ์ ชาโหมส, 2562, หน้า 69-70) กล่าวว่า ทฤษฎีที่ได้รับความนิยมมากที่สุด มี 2 ทฤษฎี คือ ทฤษฎีของ อับราฮัม มาสโลว์ และทฤษฎีของซิกมันด์ ฟรอยด์

2.1 ทฤษฎีแรงจูงใจของ Maslow

Abraham Harold Maslow ค้นหาวิธีที่จะอธิบายว่าทำไมคนจึงถูกผลักดันโดยความต้องการบางอย่าง ณ เวลาหนึ่ง ทำไมคนหนึ่งจึงทุ่มเทเวลาและพลังงานอย่างมากเพื่อให้ได้มาซึ่งความปลอดภัยของตนเองแต่อีกคนหนึ่งกลับทำสิ่งเหล่านั้น เพื่อให้ได้รับการยกย่องนับถือจากผู้อื่น คำตอบของ Maslow คือ ความต้องการของมนุษย์จะถูกเรียงตามลำดับจากสิ่งที่กดดันมากที่สุดไปจนถึงน้อยที่สุด ทฤษฎีของ Maslow ได้จัดลำดับความต้องการตามความสำคัญ คือ

2.1.1 ความต้องการทางกาย (Physiological Needs) เป็นความต้องการพื้นฐาน คือ อาหาร ที่พัก อากาศ ยารักษาโรค

2.1.2 ความต้องการความปลอดภัย (Safety Needs) เป็นความต้องการที่เหนือกว่า ความต้องการเพื่อความอยู่รอด เป็นความต้องการในด้านความปลอดภัยจากอันตราย

2.1.3 ความต้องการทางสังคม (Social Needs) เป็นความต้องการการยอมรับจากเพื่อน

2.1.4 ความต้องการการยกย่อง (Esteem Needs) เป็นความต้องการการยกย่องส่วนตัว ความนับถือและสถานะทางสังคม

2.1.5 ความต้องการให้ตนประสบความสำเร็จ (Self-Actualization Needs) เป็นความต้องการสูงสุดของแต่ละบุคคล ความต้องการทำทุกสิ่งทุกอย่างได้สำเร็จ

บุคคลพยายามที่สร้างความพึงพอใจให้กับความต้องการที่สำคัญที่สุดเป็นอันดับแรกก่อนเมื่อความต้องการนั้นได้รับความพึงพอใจ ความต้องการนั้นก็จะหมดลงและเป็นตัวกระตุ้นให้บุคคลพยายามสร้างความพึงพอใจให้กับความต้องการที่สำคัญที่สุดลำดับต่อไป ตัวอย่าง เช่น คนที่อดอยาก (ความต้องการทางกาย) จะไม่สนใจต้องงานศิลปะชั้นล่าสุด (ความต้องการสูงสุด) หรือไม่ต้องการยกย่องจากผู้อื่น หรือไม่ต้องการแม้แต่อากาศที่บริสุทธิ์ (ความปลอดภัย) แต่เมื่อความต้องการแต่ละขั้นได้รับความพึงพอใจแล้วก็จะมีความต้องการในขั้นลำดับต่อไป

2.2 ทฤษฎีแรงจูงใจของ Freud

Sigmund Schlomo Freud ตั้งสมมติฐานว่าบุคคลมักไม่รู้ตัวมากนักว่าพลังทางจิตวิทยามีส่วนช่วยสร้างให้เกิดพฤติกรรม Freud พบว่า บุคคลเพิ่มและควบคุมสิ่งเร้าหลายอย่าง สิ่งเร้าเหล่านี้อยู่นอกเหนือการควบคุมอย่างสิ้นเชิง บุคคลจึงมีความฝันพูดคำที่ไม่ตั้งใจพูด มีอารมณ์อยู่เหนือเหตุผลและมีพฤติกรรมหลอกหลอนหรือเกิดอาการวิตกกังวลอย่างมาก ทฤษฎีการแสวงหาความพึงพอใจไว้ว่า บุคคลพอใจจะกระทำสิ่งใด ๆ ที่ให้มีความสุขและจะหลีกเลี่ยงไม่กระทำในสิ่งที่เขาจะได้รับความทุกข์หรือความยากลำบาก โดยอาจแบ่งประเภทความพอใจกรณีนี้ ได้ 3 ประเภท คือ

2.2.1 ความพอใจด้านจิตวิทยา (Psychological Hedonism)

เป็นธรรมชาติของความพึงพอใจว่ามนุษย์โดยธรรมชาติจะมีความแสวงหาความสุขส่วนตัวหรือหลีกเลี่ยงจากความทุกข์ใด ๆ

2.2.2 ความพอใจเกี่ยวกับตนเอง (Egoistic Hedonism) เป็นธรรมชาติ

ของความพอใจว่ามนุษย์จะพยายามแสวงหาความสุขส่วนตัว แต่ไม่จำเป็นว่าการแสวงหาความสุขต้องเป็นธรรมชาติของมนุษย์เสมอไป

2.2.3 ความพอใจเกี่ยวกับจริยธรรม (Ethical Hedonism) ธรรมชาติ

นี้ถือว่ามนุษย์แสวงหาความสุขเพื่อผลประโยชน์ของมวลมนุษย์หรือสังคมที่ตนเป็นสมาชิกอยู่และเป็นผู้ได้รับผลประโยชน์ผู้หนึ่งด้วย

3. หลักในการสร้างแบบสอบถามวัดความพึงพอใจ

ได้นักการศึกษาได้กล่าวถึงหลักในการสร้างแบบสอบถามเพื่อวัดความพึงพอใจไว้ ดังนี้

บุญชม ศรีสะอาด (2545, หน้า 70-71) ได้เสนอหลักในการสร้างแบบสอบถามวัดความพึงพอใจที่มีคุณภาพสูง ดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายแน่นอนว่าต้องการอะไร
2. สร้างคำถามให้ตรงตามจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้และให้ครอบคลุม
3. เรียงข้อคำถามตามลำดับ ตามหัวข้อที่ได้วางโครงสร้างไว้
4. ไม่ควรให้ผู้ตอบ ตอบมากเกินไป เพราะจะทำให้เบื่อไม่ให้ความร่วมมือหรือตอบโดยไม่ได้ตั้งใจ
5. ให้ผู้ตอบแบบสอบถามมีความลำบากน้อยที่สุดในการตอบ ดังนั้นถ้าเป็นไปได้ควรใช้ข้อคำถามแบบปลายเปิด ผู้ตอบแบบสอบถามเพียงแต่กากบาทตอบในแบบสอบถาม
6. สร้างข้อคำถามให้มีลักษณะดี กล่าวคือ มีลักษณะ ดังนี้
 - 6.1 ใช้ภาษาที่ชัดเจน เข้าใจง่าย ไม่กำกวม ไม่มีความซับซ้อน
 - 6.2 ใช้ข้อคำถามที่สั้น กระชับ ไม่มีส่วนฟุ่มเฟือย
 - 6.3 เป็นข้อคำถามที่เหมาะสมกับผู้ตอบ โดยคำนึงถึงสติปัญญา ระดับการศึกษา ความสนใจของผู้ตอบ
 - 6.4 แต่ละข้อคำถามมีเพียงปัญหาเดียว
 - 6.5 หลีกเลี่ยงคำถามที่จะตอบได้หลายทาง
 - 6.6 หลีกเลี่ยงคำถามที่จะให้ผู้ตอบเบื่อหน่าย ไม่รู้เรื่อง หรือไม่
- สามารถตอบได้
- 6.7 หลีกเลี่ยงคำถามที่ผู้ตอบตีความแตกต่างกัน เช่น บ่อย ๆ เสมอ ๆ รวย ใจ ฉลาด
- 6.8 ไม่ใช้คำถามที่เป็นการนำผู้ตอบให้ตอบตามแนวหนึ่งแนวใด
- 6.9 ไม่เป็นคำถามที่จะทำให้ผู้ตอบเกิดความลำบากใจ หรืออึดอัดที่จะตอบ
- 6.10 ไม่ถามในสิ่งที่รู้แล้ว หรือวัดด้วยวิธีอื่นได้ดีกว่า
- 6.11 ไม่ถามในเรื่องที่เป็นความลับ
- 6.12 คำตอบที่เลือกในข้อคำถาม ควรมีให้ครอบคลุมกลุ่มตัวอย่างทุกคนสามารถเลือกตอบได้ตรงกับความเป็นจริง ตามความคิดเห็นของเขา บางครั้งอาจมีตอนให้เติม เช่น อื่น ๆ (โปรดระบุ)

4. การวัดและประเมินผลความพึงพอใจ

ได้มีนักการศึกษาได้กล่าวถึง การสร้างแบบวัดความพึงพอใจไว้ ดังนี้

สมนึก ภัททิยธนี (2549, หน้า 103) ได้กล่าวถึงแนวทางในการสร้างแบบวัดความพึงพอใจ ไว้ว่า แนวการสร้างแบบวัดความพึงพอใจมีลักษณะเป็นมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) โดยกำหนดระดับคะแนนของความพึงพอใจเป็น 5 ระดับ คือ 5 4 3 2 1 และกำหนดเกณฑ์ในการแปลความหมาย

บุญชม ศรีสะอาด (2553, หน้า 74) ได้กล่าวถึง มาตราส่วนประมาณค่าไว้ว่า มาตราส่วนประมาณค่าเป็น มาตราวัดชนิดหนึ่งที่ใช้สร้างเป็นเครื่องมือแบบสอบถามแบบวัดด้านจิตพิสัย เช่น เจตคติ แรงจูงใจ ใฝ่สัมฤทธิ์มีลักษณะสำคัญ 4 ประการ ดังนี้

1. มีระดับความเข้มข้นให้ผู้ตอบเลือกตอบตามความคิดเห็น เหตุผลสภาพความเป็นจริงตั้งแต่ 3 ระดับขึ้นไป
2. ระดับที่ให้เลือกอาจเป็นชนิดที่มีทั้งด้านบวกและด้านลบ ในข้อเดียวกันหรือมีเฉพาะด้านบวกหรือมีเฉพาะด้านลบ โดยอีกด้านหนึ่งจะเป็นศูนย์หรือระดับมาก
3. บางข้อจะมีลักษณะเชิงนิมิต (Positive Scale) บางข้อมีลักษณะเชิงนิเสธ (Negative Scale)
4. สามารถแปลงผลการตอบเป็นคะแนนได้ ซึ่งขึ้นกับว่าจะป้อนข้อที่มีลักษณะเชิงนิมิตหรือเป็นลักษณะเชิงนิเสธ ข้อที่มีลักษณะเชิงนิมิต ถ้าตอบเห็นด้วยอย่างยิ่งจะได้ 5 คะแนน เห็นด้วยจะได้ 4 คะแนน ไม่แน่ใจจะได้ 3 คะแนน ไม่เห็นด้วยได้ 2 คะแนน ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่งจะได้ 1 คะแนน หรือ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย น้อยที่สุด เมื่อแปลงผลทางการตอบออกมาเป็นคะแนนแล้วจึงสามารถวัดความเห็นคุณลักษณะด้านจิตพิสัยออกมาในเชิงปริมาณได้

กล่าวโดยสรุป การสร้างแบบวัดความพึงพอใจเกิดจากปัจจัยทั้งภายในและภายนอก ครูจะต้องเป็นผู้กระตุ้นให้เกิดแรงจูงใจ เพื่อจะนำไปสู่เป้าหมาย เมื่อเกิดความพึงพอใจจะเกิดผลที่ดีต่อการเรียนรู้ ผลที่ดีหรือน่าพอใจจะนำไปสู่ความพึงพอใจ ทำให้งานที่ทำประสบผลสำเร็จ และในการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้สร้างแบบสอบถามความพึงพอใจ เป็นแบบวัดแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ตามวิธีของลิเคิร์ต (Likert) ของ บุญชม ศรีสะอาด (2553, หน้า 74)

ประสิทธิภาพของเครื่องมือวิจัย

1. ความหมายของประสิทธิภาพของเครื่องมือวิจัย

มีนักวิชาการให้ความหมายของประสิทธิภาพของเครื่องมือวิจัย ดังนี้

ไชยยศ เรืองสุวรรณ (2544, หน้า 127) ได้ให้ความหมายของเครื่องมือไว้ว่า เป็นการประเมินสื่อการเรียนการสอนว่าเป็นการพิจารณาหาประสิทธิภาพและคุณภาพของสื่อการเรียนการสอน

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2556, หน้า 7) ได้ให้ความหมายว่าประสิทธิภาพ (efficiency) หมายถึง สภาวะหรือคุณภาพของสมรรถนะในการดำเนินงานเพื่อให้งานมีความสำเร็จโดยใช้เวลา ความพยายามและค่าใช้จ่ายคุ่มค่าที่สอดคล้องตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ โดยกำหนดเป็นอัตราส่วนหรือร้อยละระหว่างปัจจัยนำเข้ากระบวนการและผลลัพธ์

จากความหมายข้างต้นสรุปได้ว่า ประสิทธิภาพ หมายถึง ความสามารถในการดำเนินงานด้านต่าง ๆ ที่เกิดจากการดำเนินงานเพื่อให้สำเร็จจุลวงตามจุดประสงค์ที่วางไว้ และเกิดผลลัพธ์ที่ดี

2. การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2556, หน้า 9)

ความหมายของเกณฑ์ (Criterion) เกณฑ์เป็นขีดกำหนดที่จะยอมรับว่า สิ่งใดหรือพฤติกรรมใดมีคุณภาพและหรือปริมาณที่จะรับได้การตั้งเกณฑ์ ต้องตั้งไว้ครั้งแรกครั้งเดียวเพื่อจะปรับปรุงคุณภาพให้ถึงเกณฑ์ขั้นต่ำที่ตั้งไว้ จะตั้งเกณฑ์การทดสอบประสิทธิภาพไว้ต่างกันไม่ได้ เช่นเมื่อมีการทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว ตั้งเกณฑ์ไว้ 60/60 แบบกลุ่ม ตั้งไว้ 70/70 ส่วนแบบสนาม ตั้งไว้ 80/80 ถือว่า เป็นการตั้งเกณฑ์ที่ไม่ถูกต้อง อนึ่งเนื่องจากเกณฑ์ที่ตั้งไว้เป็นเกณฑ์ต่ำสุด ดังนั้น หากการทดสอบคุณภาพของสิ่งใดหรือพฤติกรรมใดได้ผลสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 หรืออนุโลมให้มีความคลาดเคลื่อนต่ำหรือสูงกว่าค่าประสิทธิภาพที่ตั้งไว้เกิน 2.5 ก็ให้ปรับเกณฑ์ขึ้นไปอีกหนึ่งขั้น แต่หากได้ค่าต่ำกว่าค่าประสิทธิภาพที่ตั้งไว้ ต้องปรับปรุงและนำไปทดสอบประสิทธิภาพใช้หลายครั้งในภาคสนามจนได้ค่าถึงเกณฑ์ที่กำหนด

การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ ทำโดยการประเมินผลพฤติกรรมของผู้เรียน ซึ่งประเมินออกเป็น 2 ลักษณะ คือ ประเมินพฤติกรรมต่อเนื่อง (กระบวนการ) และประเมินพฤติกรรมขั้นสุดท้าย (ผลลัพธ์) การประเมินพฤติกรรมต่อเนื่องจะเป็นการกำหนดค่าของประสิทธิภาพ $E_1 = \text{Efficiency of Process}$ ซึ่งเป็นประสิทธิภาพของกระบวนการ

และประเมินพฤติกรรมขั้นสุดท้ายจะกำหนดค่าเป็น E_2 = Efficiency of Product คือ ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ ประเมินพฤติกรรมต่อเนื่องเป็นการประเมินผลพฤติกรรมย่อย หลายพฤติกรรมอย่างต่อเนื่อง เรียกว่า กระบวนการ (Process) ของผู้เรียนโดยสังเกตจากรายงานกลุ่ม การรายงานบุคคลหรือจากการปฏิบัติตามที่ได้รับมอบหมาย ตลอดจน ทำกิจกรรมอื่น ๆ ที่ครูผู้สอนได้กำหนดไว้ ประเมินพฤติกรรมขั้นสุดท้ายเป็นการประเมิน ผลลัพธ์ (Product) ของผู้เรียนโดยพิจารณาจากผลการสอบหลังเรียน และสอบปลายปีและ ปลายภาค ประสิทธิภาพของชุดการสอน จะกำหนดเป็นเกณฑ์ที่ครูผู้สอนคาดว่าผู้เรียนจะ เปลี่ยนพฤติกรรมเป็นที่พึงพอใจ โดยกำหนดเป็นเปอร์เซ็นต์ของผลเฉลี่ยคะแนนการทำงาน และการปฏิบัติกิจกรรมของผู้เรียนทั้งหมดต่อเปอร์เซ็นต์ผลการทดสอบหลังเรียนของ ผู้เรียนทั้งหมด หมายถึง E_1 และ E_2 คือประสิทธิภาพของกระบวนการและประสิทธิภาพของ ผลลัพธ์

3. ความจำเป็นที่จะต้องหาประสิทธิภาพของเครื่องวิจัย

การทดสอบประสิทธิภาพของสื่อหรือชุดการสอนมีความจำเป็นด้วยเหตุผล 3 ประการ คือ (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2556, หน้า 8)

1. สำหรับหน่วยงานผลิตสื่อหรือชุดการสอน การทดสอบประสิทธิภาพ ช่วยประกันคุณภาพของสื่อหรือชุดการสอนว่าอยู่ในขั้นสูง เหมาะสมที่จะลงทุนผลิตออกมา เป็นจำนวนมาก หากไม่มีการทดสอบประสิทธิภาพเสียก่อนแล้ว เมื่อผลิตออกมาใช้ ประโยชน์ไม่ได้ดี ก็จะต้องผลิตหรือทำขึ้นใหม่เป็นการสิ้นเปลืองทั้งเวลา แรงงานและเงินทอง
2. สำหรับผู้ใช้สื่อหรือชุดการสอนสื่อหรือชุดการสอนที่ผ่านการทดสอบ ประสิทธิภาพจะทำหน้าที่เป็นเครื่องมือช่วยสอนได้ดี ในการสร้างสภาพการเรียนรู้ให้ผู้เรียน ได้เปลี่ยนแปลงพฤติกรรมตามที่มุ่งหวัง บางครั้งชุดการสอนต้องช่วยครูสอนบางครั้งต้อง สอนแทนครู ดังนั้นก่อนนำสื่อหรือชุดการสอนไปใช้ ครูจึงควรมั่นใจว่า ชุดการสอนนั้นมี ประสิทธิภาพในการช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนจริง การทดสอบประสิทธิภาพตามลำดับ ขั้นจะช่วยให้ได้สื่อหรือชุดการสอนที่มีคุณค่าทางการสอนจริงตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้
3. สำหรับผู้ผลิตสื่อหรือชุดการสอนการทดสอบประสิทธิภาพจะทำให้ ผู้ผลิตมั่นใจได้ว่าเนื้อหาสาระที่บรรจุลงในสื่อหรือชุดการสอนมีความเหมาะสม ง่ายต่อการ เข้าใจ อันจะช่วยให้ผู้ผลิตมีความชำนาญสูงขึ้น เป็นการประหยัดแรงสมองแรงงาน เวลา และเงินทองในการเตรียมต้นแบบ

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยในประเทศ

ศศิธร พงษ์โกคา และอุบลวรรณ ส่งเสริม (2558, หน้า 1223-1237) ได้ศึกษาการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา โดยการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิคการแก้ปัญหา อนาคตร่วมกับแผนผังความคิด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบางลี้วิทยา จำนวน 38 คน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 ผลการศึกษา พบว่า นักเรียนมีการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 72.75 มีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 77.50 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ที่กำหนดไว้ และมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนร้อยละ 73.17 มีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 80.00 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ที่กำหนดไว้ แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิคการแก้ปัญหาอนาคตเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะการคิดและกระบวนการคิดวิเคราะห์ คิดสร้างสรรค์ และคิดแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอน โดยการใช้การระดมสมอง ซึ่งสามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันและอนาคตได้และการเขียนแผนผังความคิดทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจ มองเห็นความสัมพันธ์ของความคิดรวบยอด และจดจำได้นาน ผู้เรียนสามารถประมวลและเชื่อมโยงมโนทัศน์ที่กระจัดกระจายช่วยให้ผู้เรียนจัดข้อมูลเหล่านั้นให้เป็นระบบระเบียบที่อธิบายให้เข้าใจและจดจำง่าย

สุพรรณษา บุตตเขียว และสิทธิพล อาจอินทร์ (2560, หน้า 244-255) ได้ศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคแผนผังความคิด กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/9 โรงเรียนเทศบาลวัดกลาง สำนักงานเขตเทศบาลนครขอนแก่นภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 40 คน รูปแบบการวิจัยเป็นการวิจัยเชิงทดลองขั้นต้น (Pre-Experimental Design) แบบกลุ่มเดียว ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนมีการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 72.75 มีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 77.50 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ ร้อยละ 70 และมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนร้อยละ 73.17 มีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 80.00 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ ร้อยละ 70 เนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคแผนผังความคิดสามารถทำให้ผู้เรียนเกิดทักษะความสามารถในการแก้ปัญหา พัฒนาความสามารถในการแก้ไขปัญหาของตนเอง ส่งเสริมการคิดอย่างเป็นระบบ จนเกิดความสามารถในการแก้ปัญหา

ด้วยตนเอง โดยแสวงหาความรู้จากประสบการณ์เดิมของตนตลอดจนสร้างองค์ความรู้ใหม่ และผู้วิจัยได้นำเทคนิคแผนผังความคิดมาผนวกกับการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน เพื่อให้ผู้เรียนสรุปองค์ความรู้หรือข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้จากการเรียนรู้มาสร้างเป็นแผนผังซึ่งจะทำให้ผู้เรียนมองภาพโดยรวมขององค์ความรู้ต่าง ๆ ตั้งแต่ต้นจนจบการเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้น

อาทิตย์ นิมกุล, สกลรัตน์ แก้วดี และนิพาดา เรือนแก้ว ดิษยทัต

(2560, หน้า 324-342) ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ชีววิทยาตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดใหญ่พิเศษแห่งหนึ่ง เขตวังทองหลาง กรุงเทพมหานคร จำนวน 42 คน ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนมีการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 76.35 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ จัดอยู่ในระดับดีมาก มีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาหลังเรียนเท่ากับ 75.65 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ จัดอยู่ในระดับดี เนื่องจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษานำเน้นการบูรณาการองค์ความรู้และทักษะต่าง ๆ ช่วยให้นักเรียนได้ประยุกต์และเชื่อมโยงความรู้ มีการคิดออกแบบวิธีการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนด นำไปสู่การสร้างผลงานด้วยตนเอง กระบวนการดังกล่าวช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาสูงขึ้นและมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนอยู่ใน ระดับดี

รัตนภรณ์ ขาวไชยมหา และปริญ หนันชัยบุตร (2561, หน้า 63-73)

ได้ศึกษาผลการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเรื่องความน่าจะเป็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสีชมพูศึกษา จังหวัดขอนแก่น จำนวน 28 คน ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 โดยวิธีการเลือกแบบเจาะจง ผลการศึกษา พบว่า นักเรียนมีการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการคิดวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ เท่ากัน คือ มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 87.00 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ และมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์หลังเรียนเท่ากับ 86.33 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาทำให้นักเรียนเกิดทักษะและการเรียนรู้อย่างเป็นระบบ ที่มุ่งให้นักเรียนแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอน และหาแนวทางแก้ปัญหาด้วยตนเอง เข้าใจปัญหา ทำให้นักเรียนสามารถใช้กระบวนการแก้ปัญหาได้อย่างครบถ้วน

สิงหา ประสิทธิ์พงศ์ ชาติชาย โศกเขา สมภพ อินทสุวรรณ และวชิรพัฒน์ จิวานิจ (2562, หน้า 84-103) ได้ศึกษาผลการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเพื่อยกระดับความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 โครงการห้องเรียนพิเศษ โรงเรียนหาดใหญ่วิทยาลัย ปีการศึกษา 2561 จำนวน 33 คน ได้จากการเลือกแบบเจาะจง ผลการศึกษา พบว่า นักเรียนมีการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 มีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนร้อยละ 77.36 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ เนื่องจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาสามารถส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาเพิ่มมากขึ้น โดยสามารถนำองค์ความรู้ในเรื่องอื่น ๆ ที่เคยเรียนมาประยุกต์ใช้และบูรณาการเพื่อแก้ปัญหาได้อย่างหลากหลาย

ดารุณี เพ็ญน้อย และนิวัฒน์ บุญสม (2564, หน้า 238-257) ได้ศึกษาผลการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์และการสร้างผลงานทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนวัดหนองไม้แก่น ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 15 คน ผลการศึกษา พบว่า นักเรียนมีการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ อยู่ในระดับดี คิดเป็นร้อยละ 75.50 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ มีคะแนนเฉลี่ยผลการเรียนรู้หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีความสามารถในการสร้างผลงานทางวิทยาศาสตร์ อยู่ในระดับดี คิดเป็นร้อยละ 76.00 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ เนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้ใช้กระบวนการเรียนรู้แบบบูรณาการสาขาวิชา ซึ่งนักเรียนจะได้ใช้ความรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ ศิลปะ คณิตศาสตร์ ส่งผลให้นักเรียนมีพัฒนาการทางทักษะ ความรู้ ความเข้าใจ มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง และช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาความคิดเชิงพิจารณา ความคิดสร้างสรรค์ เพื่อเพิ่มพูนทักษะในการแก้ปัญหาจนนำไปสู่การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ อีกทั้งยังจะช่วยให้ นักเรียนมีความสามารถในการสร้างผลงานทางวิทยาศาสตร์

2. งานวิจัยต่างประเทศ

Chonkaew, et al. (2016, p. 87) ได้พัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และทัศนคติต่อการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้สะเต็มศึกษาใน

การศึกษา เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ พบว่ากิจกรรมสะเต็มศึกษาบนพื้นฐานของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานนั้น ประสบความสำเร็จในการพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์และทัศนคติต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์นักเรียนตระหนักถึงความสำคัญ ของทฤษฎีและสามารถบูรณาการความรู้จากสาขาต่าง ๆ ในการแก้ปัญหาและสร้าง นวัตกรรมใหม่ ๆ นักเรียนมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์สูงขึ้น

Park, Park, & Bates (2018, pp. 275–294) ได้ศึกษาความเข้าใจและ การประยุกต์แนวคิด เรื่อง ปริมาตร ของนักเรียนด้วยการออกแบบเชิงวิศวกรรมใน กิจกรรมสะเต็ม โดยการศึกษาครั้งนี้ได้สร้างกิจกรรมสะเต็มแบบการเล่นเป็นฐาน ซึ่งจะ ช่วยให้นักเรียนเข้าใจ และประยุกต์ใช้แนวคิดเกี่ยวกับปริมาตรในการสร้างเรือดินน้ำมัน ด้วยการออกแบบทางวิศวกรรม โดยนักเรียนที่เข้าร่วมในกรณีศึกษาครั้งนี้ คือ นักเรียน อาสาสมัคร จำนวน 3 คน อายุ 6–7 ขวบ จากโรงเรียนรัฐบาลในเมืองขนาดกลาง แถบมิด เวสเทิร์น สหรัฐอเมริกา งานวิจัยในครั้งนี้ได้ทำการรวบรวมข้อมูล โดยการสัมภาษณ์ การถ่ายภาพผลงานของนักเรียนในแต่ละขั้นตอน และการบันทึกผลการสังเกต ซึ่งจะได้รับ การวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์เป็นรายกรณี ผลการวิจัย พบว่า การออกแบบทาง วิศวกรรมในกิจกรรม STEM แบบการเล่นเป็นฐาน มีรูปแบบทั่วไปที่ใช้ปฏิบัติได้ง่าย เมื่อกำหนดปัญหาทางวิศวกรรมโดยใช้เกณฑ์ที่แตกต่างกัน นักเรียนสามารถเข้าใจแนวคิด เกี่ยวกับปริมาตรได้โดยผ่านการออกแบบทางด้านวิศวกรรมในกิจกรรม STEM และนักเรียน สามารถแสดงความเข้าใจเกี่ยวกับปริมาตรได้โดยสัมพันธ์กับระดับช่วงวัยและประสบการณ์เดิม ของพวกเขา นอกจากนี้การแก้ปัญหาของนักเรียนเกี่ยวกับปัญหาด้านวิศวกรรมยังสัมพันธ์ กับความคิดจากประสบการณ์เดิมของพวกเขาที่เคยพบเจอในชีวิตจริงด้วย

Apriyani, Ramalis & Suwama, (2019, pp. 85–90) ได้ศึกษาผลการ วิเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียน เรื่อง ไฟฟ้ากระแสตรง โดยการ จัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 27 คน รูปแบบ การวิจัยเป็นแบบแผนการทดลองขั้นต้น เครื่องมือที่ใช้วัดความสามารถในการแก้ปัญหาใน ครั้งนี้ คือ คำถามอธิบายเชิงโครงสร้าง 4 คำถาม แต่ละคำถามประกอบด้วย 5 คำถามย่อย โดยตัวบ่งชี้ความสามารถในการแก้ปัญหา ได้แก่ การเข้าใจปัญหา อธิบายปัญหาทาง ฟิสิกส์ วางแผนการแก้ปัญหา ดำเนินการตามแผน และตรวจสอบและประเมินผล จากผลการวิจัย พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยการบูรณาการแบบจำลอง ปัญหาและการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานในการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา โดยรวมนักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาในระดับดีขึ้น

Suratno (2020, pp. 211–224) ได้ทำการวิจัยเพื่อตรวจสอบความสัมพันธ์โดยตรงระหว่างความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้การศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ในพื้นที่ที่ปลูกกาแฟ ประเทศอินโดนีเซีย ประกอบด้วยนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 148 คน ผลการวิจัยพบว่ามีความสัมพันธ์เชิงบวกระหว่างความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา นั่นก็คือ นักเรียนมีทักษะในการแก้ปัญหามากขึ้นเท่าใด ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทางวิชาการก็จะยิ่งดีขึ้นเท่านั้น ควรมีการนำการจัดการเรียนรู้แบบมาบูรณาการเข้ากับบริบทที่หลากหลาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในภูมิภาคเอเชีย นอกจากนี้ ครูวิทยาศาสตร์ควรฝึกฝนทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนด้วยวิธีการที่หลากหลาย

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังกล่าวข้างต้นแสดงให้เห็นว่าความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นสิ่งที่สามารถพัฒนาและฝึกฝนได้ ซึ่งการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา โดยนักเรียนสามารถเรียนรู้ปัญหาจากการลงมือปฏิบัติจริง ใช้สถานการณ์ปัญหาเป็นตัวกระตุ้น ทำให้นักเรียนได้เรียนรู้และคิดแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นจริงได้ โดยอาศัยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ซึ่งเป็นกระบวนการทำงานที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ การวางแผน การแก้ปัญหา และสามารถบูรณาการความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และวิศวกรรมศาสตร์ มาช่วยแก้ปัญหาได้อย่างเป็นระบบ อีกทั้งการนำแผนผังความคิดเข้ามาช่วยในการจัดการเรียนแบบสะเต็มศึกษา ทำให้มีการจัดระเบียบความคิด ช่วยเพิ่มความจำความเข้าใจ ทำให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงขึ้น ดังนั้น ผู้วิจัยจึงสนใจนำวิธีการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิดมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนให้สูงขึ้นและมีประสิทธิภาพต่อไป

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

วิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ไฟฟ้ากระแส โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิด ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามลำดับขั้นตอนต่อไปนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การสร้างและหาประสิทธิภาพของเครื่องมือ
4. แบบแผนการวิจัย
5. การเก็บรวบรวมข้อมูล
6. การวิเคราะห์ข้อมูล
7. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนโพ้นามศึกษา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาสกลนคร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 2 ห้องเรียน นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 จำนวน 42 คน และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/2 จำนวน 41 คน รวมจำนวนนักเรียนทั้งหมด 83 คน

2. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 โรงเรียนโพ้นามศึกษา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาสกลนคร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 1 ห้องเรียน นักเรียนทั้งหมด 30 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยสุ่ม

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ประกอบด้วย เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง และเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

1. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิดของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ไฟฟ้ากระแส จำนวน 5 แผน 21 ชั่วโมง

2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

2.1 แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ไฟฟ้ากระแส

2.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ไฟฟ้ากระแส เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ จำนวน 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ

2.3 แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิด เรื่อง ไฟฟ้ากระแส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

การสร้างและหาประสิทธิภาพของเครื่องมือ

ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พร้อมทั้งดำเนินการสร้างเครื่องมือและหาคุณภาพของเครื่องมือตามขั้นตอน ดังนี้

1. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

1.1 แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิด เรื่อง ไฟฟ้ากระแส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยมีแนวทางดำเนินการ ดังนี้

1.1.1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และมาตรฐานการเรียนรู้และผลการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) และหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนโพธิ์งามศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

1.1.2 วิเคราะห์มาตรฐาน ผลการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สาระฟิสิกส์ มาตรฐานการเรียนรู้ข้อที่ 3 ดังตาราง 5

ตาราง 5 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ สมรรถนะสำคัญ ความสามารถในการแก้ปัญหา

กิจกรรมการเรียนรู้ ภาระงาน/ชิ้นงาน และการวัดผลประเมินผล ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

มาตรฐานการเรียนรู้ ข้อที่ 3 เข้าใจแรงไฟฟ้าและกฎของคูลอมบ์ สนามไฟฟ้า ศักย์ไฟฟ้า ความจุไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และกฎของโอห์ม วงจรไฟฟ้ากระแสตรง พลังงานไฟฟ้า และกำลังไฟฟ้า การเปลี่ยนพลังงานทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้า สนามแม่เหล็ก แรงแม่เหล็กที่กระทำกับประจุไฟฟ้า และกระแสไฟฟ้า การเหนี่ยวนำ แม่เหล็กไฟฟ้าและกฎของฟาราเดย์ ไฟฟ้ากระแสสลับ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและการสื่อสาร รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	สมรรถนะสำคัญ	ความสามารถในการแก้ปัญหา	กิจกรรมการเรียนรู้	ภาระงาน/ชิ้นงาน	การวัดผล การประเมินผล
1. อธิบายการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนอิสระและกระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำ ความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำ กับความเร็วลอย	- กระแสไฟฟ้าในตัวนำ การเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนอิสระและกระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำ ความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำกับ	นักเรียนอธิบายกระแสไฟฟ้าในตัวนำ การเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนอิสระและกระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำ ความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้าใน	1. ความสามารถในการสื่อสาร 2. ความสามารถในการคิด 3. ความสามารถในการแก้ปัญหา 4. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต 5. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี	1. การระบุปัญหา 2. การวิเคราะห์ปัญหา 3. การวางแผนแก้ปัญหา 4. การดำเนินการแก้ปัญหา 5. การประเมินผลการแก้ปัญหา	- การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ร่วมกับแผนผังความคิด	- ใบงาน/ ใบกิจกรรม - นำเสนอผลงานหน้าชั้นเรียน	1. แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา 2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 3. แบบประเมินผลงานชิ้นงาน 4. แบบสอบถามความพึงพอใจ ของนักเรียน

ตาราง 5 (ต่อ)

ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	สมรรถนะสำคัญ	ความสามารถในการแก้ปัญหา	กิจกรรมการเรียนรู้	ภาระงาน/ชิ้นงาน	การวัดผล การประเมินผล
เลื่อนของ อิเล็กทรอนิกส์ อิสระ ความ หนาแน่นของ อิเล็กทรอนิกส์ใน ลวดตัวนำ และ พื้นที่หน้าตัด ของลวดตัวนำ และคำนวณ ปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง และคำนวณ กำลังเฉลี่ย	ความเร็วลอย เลื่อนของ อิเล็กทรอนิกส์อิสระ ความหนาแน่น ของอิเล็กทรอนิกส์ ในลวดตัวนำ และพื้นที่หน้าตัด ของลวดตัวนำ รวมทั้งคำนวณ ปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง	ความเร็วลอยเลื่อน ของอิเล็กทรอนิกส์ อิสระ ความ หนาแน่นของ อิเล็กทรอนิกส์ในลวด ตัวนำ และพื้นที่ หน้าตัดของลวด ตัวนำ รวมทั้ง คำนวณปริมาณ ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ได้					

ตาราง 5 (ต่อ)

ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	สมรรถนะสำคัญ	ความสามารถในการแก้ปัญหา	กิจกรรมการเรียนรู้	ภาระงาน/ชิ้นงาน	การวัดผล การประเมินผล
2. ทดลอง และอธิบายกฎของโอห์ม อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความต้านทานกับความยาว พื้นที่หน้าตัด และสภาพต้านทานของตัวนำ โลหะที่อุณหภูมิคงตัว และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องของรวมทั้งอธิบาย	- กฎของโอห์ม รวมทั้งนำความเข้าใจเกี่ยวกับกฎของโอห์มไปคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง - ความต้านทาน สภาพต้านทาน ไฟฟ้า และสภาพนำไฟฟ้า - ความสัมพันธ์ระหว่างความต้านทานกับความยาว พื้นที่หน้าตัด	1. ทดลองเพื่ออธิบายและสรุปกฎของโอห์ม รวมทั้งนำความเข้าใจเกี่ยวกับกฎของโอห์มไปคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง 2. บอกความหมายของความต้านทาน สภาพต้านทาน ไฟฟ้า และสภาพนำไฟฟ้า 3. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความ	1. ความสามารถในการสื่อสาร 2. ความสามารถในการคิด 3. ความสามารถในการแก้ปัญหา 4. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต 5. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี	1. การระบุปัญหา 2. การวิเคราะห์ปัญหา 3. การวางแผนการแก้ปัญหา 4. การดำเนินการแก้ปัญหา 5. การประเมินผลการแก้ปัญหา	- การจัดการเรียนรู้แบบ สะเต็มศึกษา ร่วมกับแผนผังความคิด	- ใบงาน/ใบกิจกรรม - นำเสนอผลงานหน้าชั้นเรียน	1. แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา 2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 3. แบบประเมินผลงานชิ้นงาน 4. แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียน

ตาราง 5 (ต่อ)

ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	สมรรถนะสำคัญ	ความสามารถในการแก้ปัญหา	กิจกรรมการเรียนรู้	ภาระงาน/ชิ้นงาน	การวัดผล การประเมินผล
และคำนวณความต้านทานสมมูล เมื่อนำตัวต้านทานมาต่อกันแบบอนุกรมและแบบขนาน	และสภาพต้านทานของตัวนำโลหะที่อุณหภูมิคงตัว รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง - ตัวต้านทานจากแถบสีบนตัวต้านทาน - ความต้านทานสมมูลเมื่อนำ ตัวต้านทานมาต่อกันแบบอนุกรมและแบบขนาน	ด้านทานกับความยาว พื้นที่หน้าตัด และสภาพต้านทานของตัวนำโลหะที่อุณหภูมิคงตัว รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง 4. อ่านความต้านทานของตัวต้านทานจากแถบสีบนตัวต้านทาน 5. คำนวณความต้านทานสมมูลเมื่อนำ ตัวต้านทานมาต่อกันแบบอนุกรมและแบบขนาน					

ตาราง 5 (ต่อ)

ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	สมรรถนะสำคัญ	ความสามารถในการแก้ปัญหา	กิจกรรมการเรียนรู้	ภาระงาน/ชิ้นงาน	การวัดผล การประเมินผล
3. ทดลองอธิบายและคำนวณอิเอ็มเอฟของแหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรงรวมทั้งอธิบายและคำนวณพลังงานไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้า	- ความสัมพันธ์ระหว่างอิเอ็มเอฟของแบตเตอรี่กับความต่างศักย์ระหว่างขั้วของแบตเตอรี่ - ปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับอิเอ็มเอฟของแหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง - การคำนวณพลังงานไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้า	1. ทดลองเพื่อบอกความแตกต่างและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างอิเอ็มเอฟของแบตเตอรี่กับความต่างศักย์ระหว่างขั้วของแบตเตอรี่ 2. อธิบายและคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับอิเอ็มเอฟของแหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง	1. ความสามารถในการสื่อสาร 2. ความสามารถในการคิด 3. ความสามารถในการแก้ปัญหา 4. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต 5. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี	1. การระบุปัญหา 2. การวิเคราะห์ปัญหา 3. การวางแผนการแก้ปัญหา 4. การดำเนินการแก้ปัญหา 5. การประเมินผลการแก้ปัญหา	- การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา - ร่วมกับแผนผังความคิด	- ใบงาน/ใบกิจกรรม - นำเสนอผลงานหน้าชั้นเรียน	1. แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา 2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 3. แบบประเมินผลงานชิ้นงาน 4. แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียน

ตาราง 5 (ต่อ)

ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	สมรรถนะสำคัญ	ความสามารถในการแก้ปัญหา	กิจกรรมการเรียนรู้	ภาระงาน/ชิ้นงาน	การวัดผล การประเมินผล
	- ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงาน ความต่างศักย์ และกระแสไฟฟ้า	3. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานไฟฟ้า กำลังไฟฟ้า ความต่างศักย์ และกระแสไฟฟ้า ของเครื่องใช้ไฟฟ้า รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องจากสถานการณ์ที่กำหนดให้					

ตาราง 5 (ต่อ)

ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	สมรรถนะสำคัญ	ความสามารถในการแก้ปัญหา	กิจกรรมการเรียนรู้	ภาระงาน/ชิ้นงาน	การวัดผล การประเมินผล
4. ทดลองและคำนวณอิมพีแดนซ์สมมูลจาก การต่อ แบตเตอรี่แบบอนุกรม และแบบขนาน รวมทั้งคำนวณ ปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องใน วงจรไฟฟ้า กระแสตรงซึ่ง ประกอบด้วย แบตเตอรี่และ ตัวต้านทาน	– อีเอ็มเอฟ สมมูลและความต้านทานภายใน สมมูล เมื่อต่อ แบตเตอรี่แบบ อนุกรมและแบบ ขนาน – ปริมาณต่าง ๆ และการคำนวณ ที่เกี่ยวข้องใน วงจรไฟฟ้า กระแสตรงซึ่ง ประกอบด้วย แบตเตอรี่และตัวต้านทาน	1. ทดลองเพื่ออธิบายอิมพีแดนซ์สมมูลและความต้านทานภายใน สมมูล เมื่อต่อ แบตเตอรี่แบบ อนุกรมและแบบ ขนาน 2. คำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องในวงจรไฟฟ้า กระแสตรงซึ่ง ประกอบด้วย แบตเตอรี่และตัวต้านทาน	1. ความสามารถในการสื่อสาร 2. ความสามารถในการคิด 3. ความสามารถในการแก้ปัญหา 4. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต 5. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี	1. การระบุปัญหา 2. การวิเคราะห์ปัญหา 3. การวางแผน การแก้ปัญหา 4. การดำเนินการแก้ปัญหา 5. การประเมิน ผลการแก้ปัญหา	– การจัดการเรียนรู้แบบ สะเต็มศึกษา ร่วมกับแผนผังความคิด	– ใบงาน/ ใบกิจกรรม – นำเสนอผลงาน หน้าชั้นเรียน	1. แบบวัด ความสามารถในการแก้ปัญหา 2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 3. แบบประเมินผลงาน/ชิ้นงาน 4. แบบสอบถาม ความพึงพอใจของนักเรียน

ตาราง 5 (ต่อ)

ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	สมรรถนะสำคัญ	ความสามารถในการแก้ปัญหา	กิจกรรมการเรียนรู้	ภาระงาน/ชิ้นงาน	การวัดผล การประเมินผล
5. อธิบายการเปลี่ยนพลังงานทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้า รวมทั้งสืบค้นและอภิปรายเกี่ยวกับเทคโนโลยีที่นำมาแก้ปัญหาหรือตอบสนองความต้องการทางด้านพลังงานไฟฟ้า โดยเน้นด้านประสิทธิภาพและความคุ้มค่าด้านค่าใช้จ่าย	- การเปลี่ยนพลังงานทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้า - ประสิทธิภาพของพลังงานทดแทน	1. อธิบายการเปลี่ยนพลังงานทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้า 2. อธิบายประสิทธิภาพของพลังงานทดแทน 3. ประเมินความคุ้มค่าด้านค่าใช้จ่ายของพลังงานทดแทน	1. ความสามารถในการสื่อสาร 2. ความสามารถในการคิด 3. ความสามารถในการแก้ปัญหา 4. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต 5. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี	1. การระบุปัญหา 2. การวิเคราะห์ปัญหา 3. การวางแผนการแก้ปัญหา 4. การดำเนินการแก้ปัญหา 5. การประเมินผลการแก้ปัญหา	- การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ร่วมกับแผนผังความคิด	- ใบงาน/ ใบกิจกรรม - นำเสนอผลงานหน้าชั้นเรียน	1. แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา 2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 3. แบบประเมินผลงานชิ้นงาน 4. แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียน

1.1.3 ศึกษาคู่มือครู และหนังสือเรียน วิชาฟิสิกส์ 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ไฟฟ้ากระแส

1.1.4 ศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแผนการจัดการเรียนรู้แบบ สะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิด เพื่อเป็นแนวทางในการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้

1.1.5 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิด สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 5 แผน จำนวน 19 ชั่วโมง และทำการทดสอบก่อนและหลังเรียน 2 ชั่วโมง ซึ่งผู้วิจัยได้กำหนดเรื่องของ แผนการจัดการเรียนรู้และเวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ดังรายละเอียดแสดงในตาราง 6

ตาราง 6 เวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการ เรียนรู้ที่	เรื่อง	เวลา (ชั่วโมง)
ทดสอบก่อนเรียน		1
1	กระแสไฟฟ้า	3
2	ความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้ากับความต่างศักย์	4
3	พลังงานในวงจรไฟฟ้ากระแสตรง	4
4	แบตเตอรี่และวงจรไฟฟ้ากระแสตรงเบื้องต้น	4
5	พลังงานไฟฟ้าจากพลังงานทดแทน และเทคโนโลยีด้านพลังงาน	4
ทดสอบหลังเรียน		1
รวม		21

ในแต่ละแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ประกอบด้วยมาตรฐานการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ ความรู้ (Knowledge) กระบวนการ (Process) คุณลักษณะอันพึงประสงค์ (Attitude) กระบวนการจัดการเรียนรู้ สื่ออุปกรณ์และแหล่งเรียนรู้ ชิ้นงาน/ภาระงาน การวัดและการประเมินผล และเครื่องมือที่ใช้ในการประเมิน

1.1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนอต่อคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อพิจารณาตรวจสอบความถูกต้อง ความเที่ยงตรง ด้านเนื้อหา ภาษา และรูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช่ว่าสอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด สะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิด หรือไม่ เพียงใด จากนั้นนำมาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

1.1.7 จัดทำและผลิตสื่อที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ร่วมกับแผนผังความคิด

1.1.8 นำแผนการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เรื่อง ไฟฟ้ากระแส ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ โดยมีผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน ดังนี้

1. ผศ.ดร.สุรศักดิ์ แสนทวีสุข อาจารย์ประจำสาขาวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

2. นายรุ่งทิวากรณ์กาญจน์ ศรีบุญไชย ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โรงเรียนโพ้นามศึกษา

3. นางพรพิศ แสนมนตรี ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โรงเรียนอากาศอำนวยศึกษา

เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง เที่ยงตรง เหมาะสม และความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้กับจุดประสงค์การเรียนรู้ (Index of Item-Objective Congruence: IOC) เนื้อหา กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ สื่อ และแหล่งเรียนรู้การวัดและประเมินผล โดยให้ ผู้เชี่ยวชาญลงความเห็นและให้คะแนน ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, หน้า 64-65)

ให้คะแนน +1 เมื่อเห็นว่าแผนการจัดการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

ให้คะแนน 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าแผนการจัดการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

ให้คะแนน -1 เมื่อแน่ใจว่าแผนการจัดการเรียนรู้ไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

นำผลคะแนนมาหาค่าดัชนีความสอดคล้อง โดยค่าดัชนีความสอดคล้อง ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป ถือว่ามีความสอดคล้อง โดยแผนการจัดการเรียนรู้มีค่าดัชนีความสอดคล้อง เท่ากับ 1.00 ทุกแผน (ภาคผนวก ข)

1.1.9 ปรับแผนการจัดการเรียนรู้ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญในด้านความชัดเจนของข้อความถาม และเวลาที่กำหนดให้นักเรียนทำกิจกรรมในแต่ละชั่วโมง

1.1.10 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่แก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญแล้วมาเสนอต่อคณะกรรมการที่ปรึกษา เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมอีกครั้ง แล้วนำไปหาค่าเฉลี่ยของคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้ของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 คน โดยใช้แบบประเมินที่มีลักษณะเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ตามวิธีของลิเคิร์ท (Likert) (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, หน้า 69–71) ซึ่งมีคุณภาพเป็น 5 ระดับ ดังนี้

5 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

4 หมายถึง เหมาะสมมาก

3 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

2 หมายถึง เหมาะสมน้อย

1 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

แปลความหมายของค่าเฉลี่ยของกลุ่ม (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, หน้า 35)

คะแนนเฉลี่ย 4.51 – 5.00 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

คะแนนเฉลี่ย 3.51 – 4.50 หมายถึง เหมาะสมมาก

คะแนนเฉลี่ย 2.51 – 3.50 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

คะแนนเฉลี่ย 1.51 – 2.50 หมายถึง เหมาะสมน้อย

คะแนนเฉลี่ย 1.00 – 1.50 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

โดยคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้มีค่าเฉลี่ย 5.00 ที่ระดับความเหมาะสมมากที่สุด

1.1.11 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้เชี่ยวชาญทำการประเมิน มาแก้ไขปรับปรุงและเสนอต่อประธานและกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบ

1.1.12 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านผู้เชี่ยวชาญประเมินและปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปทดลองใช้ (Try-Out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2566 โรงเรียนโพนงามศึกษาที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน ไปทดลองใช้สอน เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของเนื้อหา กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ จากนั้นทำการปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ให้สมบูรณ์

1.1.13 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว จัดทำเป็นฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปทดลองสอนกับกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนโพนงามศึกษา ปีการศึกษา 2566 ภาคเรียนที่ 1 จำนวน 30 คน

2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

2.1 แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา

ใช้สำหรับการทดสอบก่อนและหลังเรียน ชนิดปรนัยเลือกตอบ 4

ตัวเลือก จำนวน 4 ข้อ สาระ : ฟิสิกส์ หน่วยการเรียนรู้ที่ 14 : ไฟฟ้ากระแส มีขั้นตอนในการสร้าง ดังนี้

2.1.1 ศึกษาเอกสารและวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา โดยผู้วิจัยกำหนดไว้ 5 ขั้นตอน คือ ขั้นระบุปัญหา ขั้นวิเคราะห์ปัญหา ขั้นวางแผนการแก้ปัญหา ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา และขั้นการประเมินผลการแก้ปัญหา ตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา เพื่อพิจารณาความเหมาะสมความชัดเจนของภาษาและความสอดคล้องระหว่างข้อความกับเนื้อหา

2.1.2 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนอต่อคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข

2.1.3 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญชุดเดิม จำนวน 3 คน เพื่อประเมินความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา วิเคราะห์ความสอดคล้องในด้านความสัมพันธ์ ความเหมาะสมของเกณฑ์การให้คะแนน และภาษาที่ใช้ของแบบทดสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้

2.1.4 นำผลการตรวจสอบของผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์ความสอดคล้องของข้อทดสอบกับวัตถุประสงค์ โดยดัชนีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

ให้คะแนน +1 เมื่อเห็นว่าแบบทดสอบสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

ให้คะแนน 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าแบบทดสอบสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

ให้คะแนน -1 เมื่อแน่ใจว่าแบบทดสอบไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

2.1.5 คัดเลือกข้อคำถามที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.50-1.00 จากพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ ทั้ง 3 คน

2.1.6 วิเคราะห์หาค่าดัชนีมีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ คัดเลือกข้อที่มีค่า 0.50-1.00 เพื่อนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

2.1.7 นำแบบทดสอบที่แก้ไขปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566

2.1.8 นำคะแนนที่ได้จากการตรวจแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาไปหาค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนก

2.1.9 หาค่าความเชื่อมั่นโดยการใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson) ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.87

2.1.10 นำแบบทดสอบไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างจริง

2.2 การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์

การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนโพ้นามศึกษา อำเภออากาศอำนวย จังหวัดสกลนคร สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาสกลนคร ซึ่งเป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก โดยสร้างแบบทดสอบวัดเนื้อหาให้ครอบคลุมเนื้อหา เรื่อง ไฟฟ้ากระแส ซึ่งมีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

2.2.1 ศึกษาหลักสูตรสถานศึกษาและศึกษาหลักสูตรแกนกลาง การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และมาตรฐานการเรียนรู้และผลการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ศึกษาขอบข่าย เนื้อหา วิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ และเนื้อหาในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ของระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ไฟฟ้ากระแส

2.2.2 ศึกษาเอกสารการวัดผล ประเมินผลและการสร้างเครื่องมือในการรวบรวมข้อมูลจากการประเมินผลในชั้นเรียน

2.2.3 สร้างแบบทดสอบให้ครอบคลุมสาระการเรียนรู้และสอดคล้องกับ ผลการเรียนรู้ เรื่อง ไฟฟ้ากระแส จำนวน 40 ข้อ

2.2.4 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ที่สร้างขึ้น เสนอต่อประธานและกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบเพื่อปรับปรุงแก้ไข

2.2.5 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ที่ปรับปรุงแก้ไข เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญชุดเดิม เพื่อหาค่า IOC ของคำถามกับวัตถุประสงค์ โดยใช้เกณฑ์ การประเมินผลดังนี้

ให้คะแนน +1 เมื่อเห็นว่าแบบทดสอบสอดคล้องกับจุดประสงค์ การเรียนรู้

ให้คะแนน 0 เมื่อเห็นว่าไม่แน่ใจว่าแบบทดสอบสอดคล้องกับ จุดประสงค์การเรียนรู้

ให้คะแนน -1 เมื่อเห็นว่าแบบทดสอบไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

ข้อสอบที่มีค่า IOC ของคำถามกับวัตถุประสงค์ ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป แสดงว่าเป็นข้อสอบที่มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) สามารถวัดได้ตามจุดประสงค์ที่ต้องการวัด

2.2.6 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ที่ปรับปรุงแก้ไข ไปทดสอบกับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 6/1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 40 คน โรงเรียนโพนงามศึกษา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาสกลนคร ซึ่งไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างและผ่านการเรียนมาแล้ว เก็บรวบรวมข้อมูล แล้วนำข้อสอบแต่ละข้อ ทำการวิเคราะห์ หาค่าอำนาจจำแนก คัดเลือกข้อที่มีคุณภาพตามเกณฑ์ตามจำนวนที่ต้องการ คือ ข้อสอบที่มีค่าความยาก (p) อยู่ระหว่าง 0.20–0.80 และค่าอำนาจจำแนก (r) 0.2 ขึ้นไป

2.2.7 นำผลการทดสอบมาวิเคราะห์คำนวณหาค่าความเชื่อมั่น โดยใช้วิธีการของ Kuder–Richardson สูตร KR–20

2.2.8 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ปรับปรุง เสนอต่อประธานและกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบ

2.2.9 พิมพ์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฉบับจริง ซึ่งมีคำชี้แจงสมบูรณ์ และถูกต้อง จำนวน 30 ข้อ ไปใช้ในการทดสอบนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 โรงเรียนโพนงามศึกษา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาสกลนคร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 30 คน

2.3 แบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้

2.3.1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้

2.3.2 สร้างแบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ ที่มีลักษณะเป็นข้อคำถามที่มุ่งวัดความพึงพอใจ ครอบคลุม 4 ด้าน คือ ด้านเนื้อหาตามหลักสูตร ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ด้านการใช้สื่อการเรียนการสอน และด้านการวัดและประเมินผล จำนวน 20 ข้อ โดยใช้แบบสอบถาม เป็นมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) มี 5 ระดับ ตามมาตราวัดแบบลิเคิร์ท (Likert Scale) ในการวัดความพึงพอใจของผู้ตอบแบบสอบถามมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

5 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

4 หมายถึง เหมาะสมมาก

3 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

2 หมายถึง เหมาะสมน้อย

1 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

แปลความหมายของค่าเฉลี่ยของกลุ่ม (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, หน้า 35)

คะแนนเฉลี่ย 4.51 – 5.00 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

คะแนนเฉลี่ย 3.51 – 4.50 หมายถึง เหมาะสมมาก

คะแนนเฉลี่ย 2.51 – 3.50 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

คะแนนเฉลี่ย 1.51 – 2.50 หมายถึง เหมาะสมน้อย

คะแนนเฉลี่ย 1.00 – 1.50 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

2.3.3 นำแบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ ที่สร้างขึ้น

เสนอต่อประธานและคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อพิจารณาความถูกต้อง และความเหมาะสมของแบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข

2.3.4 นำแบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ ที่ปรับปรุง

แก้ไขเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญชุดเดิม เพื่อหาค่า IOC ของคำถามกับวัตถุประสงค์ โดยใช้เกณฑ์การประเมินผล ดังนี้

ให้คะแนน +1 เมื่อเห็นว่าแบบสอบถามสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

ให้คะแนน 0 เมื่อเห็นว่าไม่แน่ใจว่าแบบสอบถามสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

ให้คะแนน -1 เมื่อเห็นว่าแบบสอบถามไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

ข้อคำถามที่มีค่า IOC ของคำถามกับวัตถุประสงค์ ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป แสดงว่าเป็นข้อคำถามที่มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) สามารถวัดได้ตามจุดประสงค์ที่ต้องการ

2.3.5 นำแบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุง

เสนอต่อประธานและกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบ

2.3.6 พิมพ์แบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาชั้นร่วมกับแผนผังความคิดฉบับจริง ซึ่งมีคำชี้แจงสมบูรณ์ และถูกต้อง ที่มีความเหมาะสมมากขึ้นไป ไปใช้ไปใช้ในการสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนโพธิ์งามศึกษา อำเภออากาศอำนวย จังหวัดสกลนคร สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาสกลนคร ปีการศึกษา 1/2566 จำนวน 30 คน

แบบแผนการวิจัย

การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ไฟฟ้ากระแส โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิด ผู้วิจัยใช้รูปแบบ One – Group Pretest – Posttest Design มีการทดสอบก่อนเรียน (T_1) การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิด (X) และทำการทดสอบหลังเรียน (T_2) ซึ่งกำหนดแผนการวิจัย ดังตาราง 7

ตาราง 7 วิธีดำเนินการวิจัยแบบ One – Group Pretest – Posttest Design

กลุ่มตัวอย่าง	Pretest	Treatment	Posttest
นักเรียนชั้น ม. 5/1	T_1	X	T_2

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการทดลอง

T_1 หมายถึง การทดสอบก่อนเรียน

X หมายถึง การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิด

T_2 หมายถึง การทดสอบหลังเรียน

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. วิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนระหว่างเรียน แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัด

การเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิด เรื่อง ไฟฟ้ากระแส ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้

2. วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา
ร่วมกับแผนผังความคิด เรื่อง ไฟฟ้ากระแส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยหา
ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) ตามเกณฑ์ 80/80
ที่ตั้งไว้

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง
โดยทดลอง กับกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่กำลังศึกษา
ในปีการศึกษา 2566 ภาคเรียนที่ 1 โรงเรียนโพนงามศึกษา จำนวน 30 คน ได้ดำเนินการ
ตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

3.1 จัดทำหนังสือขอความอนุเคราะห์ในการเก็บข้อมูลจาก
มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนครไปยังโรงเรียนโพนงามศึกษา ซึ่งเป็นโรงเรียนกลุ่มตัวอย่าง
ประสานงานกับผู้บริหารโรงเรียน เพื่อกำหนดวัน เวลา ในการทดลอง

3.2 ครูชี้แจงอธิบายวิธีการเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบ
สะเต็มศึกษา ร่วมกับแผนผังความคิด เรื่อง ไฟฟ้ากระแส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
ให้นักเรียนเข้าใจ

3.3 ทดสอบก่อนเรียน (Pre-Test) โดยใช้แบบทดสอบความสามารถ
ในการแก้ปัญหา จำนวน 4 ฉบับ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 30 ข้อ
ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นก่อนที่จะดำเนินการสอน

3.4 ดำเนินการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างโดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้
แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิด เรื่อง ไฟฟ้ากระแส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 5 โดยผู้วิจัยจัดการเรียนการสอนด้วยตนเอง

3.5 เมื่อสิ้นสุดการสอนครบทุกแผนแล้ว จึงทำการสอบหลังเรียน
(Post-test) โดยใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนฉบับเดียวกันกับการวัดผลก่อนเรียน (Pre-Test)

3.6 เมื่อสิ้นสุดการสอนครบทุกแผนการจัดการเรียนรู้แล้ว จึงทำการ
ประเมิน ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิด

3.7 ผู้วิจัยนำผลคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูล สรุปผล และอภิปราย
ผลต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. วิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนระหว่างเรียน แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิด เรื่อง ไฟฟ้ากระแส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
2. วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิด เรื่อง ไฟฟ้ากระแส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยหาประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) ตามเกณฑ์ 80/80 ที่ตั้งไว้
3. การวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนที่เรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิด เรื่อง ไฟฟ้ากระแส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้สถิติในการทดสอบค่าที (t -test for Dependent Sample)
4. การวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาแผนผังความคิด เรื่อง ไฟฟ้ากระแส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้สถิติทดสอบค่า t แบบกลุ่มที่ไม่เป็นอิสระต่อกัน (t -test for Dependent Sample)
5. การวิเคราะห์แบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิด เรื่อง ไฟฟ้ากระแส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แบบสอบถามชนิดแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ไฟฟ้ากระแส โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิด ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้สถิติต่าง ๆ ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2553, หน้า 122-126)

1. ค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

1.1 ค่าร้อยละ (Percentage) หาได้จากการเทียบความถี่หรือจำนวนที่ต้องการกับความถี่หรือจำนวนทั้งหมดที่เทียบเป็น 100 โดยใช้สูตร ดังนี้

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

เมื่อ P แทน ร้อยละ

f แทน ความถี่ที่ต้องการแปลงให้เป็นร้อยละ

N แทน จำนวนความถี่ทั้งหมด

1.2 ค่าเฉลี่ย (Arithmetic Mean) หรือตัวกลางเลขคณิตหรือคะแนนเฉลี่ย จากสูตร โดยใช้สูตร ดังนี้

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

เมื่อ $\bar{X}$ แทน ค่าเฉลี่ย

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมดในกลุ่มเป้าหมาย

N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มเป้าหมาย

1.3 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation: S.D.) โดยใช้สูตร ดังนี้

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

เมื่อ S.D. แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนของแต่ละคนยกกำลังสอง

$\sum X^2$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง

N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มเป้าหมาย

2. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์หาคุณภาพเครื่องมือ

2.1 หาค่าดัชนีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ระหว่างแผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทาง

การเรียนรู้ และแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมและเนื้อหา โดยใช้สูตรดัชนีค่าความสอดคล้อง (IOC) (สมนึก ภัททิยธนี, 2546, หน้า 221) ดังนี้

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

เมื่อ IOC แทน ความสอดคล้องความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ
 $\sum R$ แทน ผลรวมคะแนนพิจารณาความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ
 N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2.2 การวิเคราะห์หาค่าความยาก (Difficulty) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้สูตรดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2553, หน้า 97)

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

เมื่อ P แทน ระดับความยาก
 R แทน จำนวนผู้ตอบถูกทั้งหมด
 N แทน จำนวนคนในกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ

2.3 การหาค่าอำนาจจำแนกรายข้อ (Discrimination) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้สูตรดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2553, หน้า 98)

$$r = \frac{R_H - R_L}{N_H}$$

เมื่อ r แทน ระดับอำนาจจำแนกรายข้อ
 R_H แทน จำนวนคนที่ตอบถูกในกลุ่มสูง
 R_L แทน จำนวนคนที่ตอบถูกในกลุ่มต่ำ
 N_H แทน จำนวนคนในกลุ่มสูง

2.4 การหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบโดยใช้สูตร KR-20 ดังนี้ (Kuder & Richardson, 1937)

$$r_{tt} = \frac{k}{k-1} \left(1 - \frac{\sum pq}{s_t^2} \right)$$

- เมื่อ r_{tt} แทน สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
 k แทน จำนวนข้อสอบของแบบทดสอบ
 p แทน สัดส่วนของคนที่ตอบแบบทดสอบได้ถูกต้อง
 q แทน สัดส่วนของคนที่ตอบแต่ละข้อผิด ($q = 1 - p$)
 S_t^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนน

3. สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

3.1 ทดสอบสมมติฐานข้อที่ 1 หาประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิด โดยใช้สูตรในการคำนวณ E_1/E_2 (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2556, หน้า 1-20) ดังนี้

$$E_1 = \frac{\frac{\sum X}{N}}{A} \times 100$$

- เมื่อ E_1 แทน ประสิทธิภาพของกระบวนการ
 $\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนจากการทำกิจกรรม ใบกิจกรรม ชิ้นงาน และแบบทดสอบหลังเรียน
 ของแผนการจัดการเรียนรู้ของนักเรียน
 A แทน คะแนนเต็มของการทำกิจกรรม ใบกิจกรรม ชิ้นงาน
 และแบบทดสอบหลังเรียนของแผนการจัดการเรียนรู้
 N แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

$$E_2 = \frac{\frac{\sum Y}{N}}{B} \times 100$$

- เมื่อ E_2 แทน ประสิทธิภาพของผลลัพธ์
 $\sum Y$ แทน ผลรวมของคะแนนรวมจากการทำแบบทดสอบวัด
 ความสามารถในการแก้ปัญหา และแบบวัด
 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนทุกคน
 B แทน คะแนนเต็มของแบบทดสอบ
 N แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

3.2 ทดสอบสมมติฐานข้อที่ 2 และ 3 ในการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้สถิติทดสอบค่า t แบบกลุ่มที่ไม่เป็นอิสระต่อกัน (t-test for Dependent Samples) (บุญชม ศรีสะอาด, 2553, หน้า 133) ดังนี้

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

เมื่อ t แทน สถิติที่ใช้ในเปรียบเทียบค่าวิกฤติ
เพื่อทราบความมีนัยสำคัญ

$\sum D$ แทน ผลรวมค่าผลต่างระหว่างคู่คะแนน

D แทน ค่าผลต่างระหว่างคู่คะแนน

n แทน จำนวนกลุ่มตัวอย่างหรือจำนวนคู่คะแนน

3.3 ทดสอบสมมติฐานข้อที่ 4 โดยการหาค่าเฉลี่ยของคะแนนประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิด เรื่อง ไฟฟ้ากระแส ของกลุ่มตัวอย่างครบทุกเรื่อง แล้วนำค่าคะแนนเฉลี่ยมาเทียบกับเกณฑ์ 5 ระดับ เป็นการประมาณค่าของลิเคิร์ท (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, หน้า 103) ดังนี้

ค่าเฉลี่ย	ระดับความคิดเห็น
4.51 – 5.00	พึงพอใจมากที่สุด
3.51 – 4.50	พึงพอใจมาก
2.51 – 3.50	พึงพอใจปานกลาง
1.51 – 2.50	พึงพอใจน้อย
1.00 – 1.50	พึงพอใจน้อยที่สุด

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยเรื่องการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ไฟฟ้ากระแส โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิดครั้งนี้ ผู้วิจัยขอเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล
2. ลำดับชั้นในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ตอนที่ 1 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ

ตอนที่ 2 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

เพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกันในการสื่อความหมายข้อมูล ผู้วิจัยได้กำหนดความหมายของสัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

N แทน จำนวนผู้ตอบแบบสอบถาม

$\bar{X}$ แทน ค่าเฉลี่ย

S.D. แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

E_1 แทน ประสิทธิภาพของกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ร่วมกับแผนผังความคิด

E_2 แทน ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ที่เกิดจากการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิด

D แทน ผลต่างระหว่างคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน

ΣD^2 แทน ผลรวมของความแตกต่างระหว่างคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน

t แทน สถิติทดสอบที่ใช้เปรียบเทียบกับค่าวิกฤตใน t-distribution

df แทน ชั้นแห่งความเป็นอิสระ (Degrees of Freedom)

** แทน มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ลำดับขั้นในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยแบ่งการวิเคราะห์ข้อมูลออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ

1. ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบ สะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ไฟฟ้ากระแส
2. ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหา ก่อนเรียนและ หลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ไฟฟ้ากระแส โดยการจัดการเรียนรู้ แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิด
3. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ไฟฟ้ากระแส โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ร่วมกับแผนผังความคิด
4. ผลความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีต่อการจัดการ เรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิด เรื่อง ไฟฟ้ากระแส

ตอนที่ 2 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

1. สังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิด ติดตามดูพฤติกรรมการ เกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหา และความพึงพอใจของนักเรียน
2. การสัมภาษณ์ และการซักถามนักเรียนในระหว่างเรียน และหลัง การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิด
3. การตรวจผลงาน ชิ้นงาน ที่ได้จากการทำกิจกรรมโดยการจัดการ เรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิด
4. การนำเสนอผลงาน ชิ้นงาน ที่ได้จากการทำกิจกรรมโดยการจัดการ เรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิด จากนั้นผู้วิจัยจึงทำการวิเคราะห์และสรุป ข้อมูลเชิงคุณภาพ

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยแบ่งการวิเคราะห์ข้อมูลออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ

1. ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิด เรื่อง ไฟฟ้ากระแส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80

ผลการหาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิด เรื่อง ไฟฟ้ากระแส ของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยได้พัฒนาให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน โดยการหาค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) ซึ่งหาได้จากค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่ได้จากการทำกิจกรรมชิ้นงาน และแบบทดสอบก่อนและหลังเรียนประจำแผนการจัดการเรียนรู้ ทั้ง 5 แผน ดังตาราง 8

ตาราง 8 การวิเคราะห์หาค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) ของการจัดการเรียนรู้ โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิด เรื่อง ไฟฟ้ากระแส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

แผนการจัดการเรียนรู้	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	S.D.	ร้อยละ
1. กระแสไฟฟ้า	20	16.17	1.05	80.83
2. ความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้ากับความต่างศักย์	20	15.30	1.12	76.50
3. พลังงานในวงจรไฟฟ้ากระแสตรง	20	15.93	1.26	79.67
4. แบตเตอรี่และวงจรไฟฟ้ากระแสตรงเบื้องต้น	20	16.10	1.06	80.50
5. พลังงานไฟฟ้าจากพลังงานทดแทนและเทคโนโลยีด้านพลังงาน	20	15.97	1.00	79.83
แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียน	100	81.70	2.70	81.70
รวม	200	161.17	3.42	80.59

จากตาราง 8 ผลการวิเคราะห์หาค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) ของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิด เรื่อง ไฟฟ้ากระแส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่า จากการทำใบกิจกรรม ชิ้นงาน แบบทดสอบ หลังเรียนแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ทั้ง 5 แผน เท่ากับ 161.17 จากคะแนนเต็ม 200 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 80.59 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.42

ตาราง 9 การวิเคราะห์หาค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) ของการจัดการเรียนรู้โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิด เรื่อง ไฟฟ้ากระแส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

แบบทดสอบ	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	S.D.	ร้อยละ
แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา	30	24.97	1.59	83.23
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	30	24.73	1.95	82.43
รวม	60	49.80	2.37	83.00

จากตาราง 9 ผลการวิเคราะห์หาค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) ของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิด เรื่อง ไฟฟ้ากระแส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่า คะแนนเฉลี่ยที่ได้จากจากการทำแบบทดสอบ วัดความสามารถในการแก้ปัญหา และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการทดสอบเสร็จสิ้นลง เท่ากับ 49.80 จากคะแนนเต็ม 60 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 83.00 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.37

ตาราง 10 ผลการวิเคราะห์หาค่าประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิด เรื่อง ไฟฟ้ากระแส ของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

กระบวนการ/ผลลัพธ์	N	คะแนนเต็ม	$\bar{x}$	S.D	ร้อยละ
ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1)	30	200	161.17	5.28	80.58
ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2)	30	60	49.83	2.49	83.05
E_1/E_2 เท่ากับ 80.58/83.05					

จากตาราง 10 พบว่า ผลการวิเคราะห์หาค่าประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิด เรื่อง ไฟฟ้ากระแส ของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ตามเกณฑ์ 80/80 พบว่า ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) คิดเป็นร้อยละ 80.58 และประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) คิดเป็นร้อยละ 83.05 ดังนั้น การจัดการเรียนรู้โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ร่วมกับแผนผังความคิด ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ 80.58/83.05 ซึ่งเป็นไปเกณฑ์ 80/80 ที่ตั้งไว้

2. ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหา ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ไฟฟ้ากระแส โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิด

ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหา ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เกิดจากการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิด เรื่อง ไฟฟ้ากระแส โดยใช้สถิติทดสอบค่าทีแบบกลุ่มที่ไม่เป็นอิสระต่อกัน (t-test for Dependent Sample) ผลการวิเคราะห์แสดงดังตาราง 11

ตาราง 11 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหา ก่อนเรียนและหลังเรียนของ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ไฟฟ้ากระแส โดยการจัดการเรียนรู้แบบ
สะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิด

ความสามารถในการ แก้ปัญหา	N	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	S.D.	ร้อยละ	t
ก่อนเรียน	30	30	15.13	2.03	50.43	23.21**
หลังเรียน	30	30	24.97	1.59	83.23	

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (ค่าวิกฤตของ t ที่ระดับ .01; df 29 = 2.46)

จากตาราง 11 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหา ก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหา ก่อนเรียนและหลังเรียน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 15.13 และ 24.97 ตามลำดับ จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน ผลการวิเคราะห์ค่า t ปรากฏว่า ค่า t จากการคำนวณมีค่าเท่ากับ 23.21 เมื่อพิจารณาค่า t จากตารางค่าวิกฤตการแจกแจง t (Mc Millan & Schumacher, 1997, p. 366) ที่ df = 29 มีค่าเท่ากับ 2.46 แสดงว่า นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหา โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิด เรื่อง ไฟฟ้ากระแส หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ไฟฟ้ากระแส โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา
ร่วมกับแผนผังความคิด

ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เกิดจากการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับ
แผนผังความคิด เรื่อง ไฟฟ้ากระแส โดยใช้สถิติแบบกลุ่มที่ไม่เป็นอิสระต่อกัน t-test
(Dependent Sample) ผลการวิเคราะห์แสดงดังตาราง 12

ตาราง 12 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ไฟฟ้ากระแส โดยการจัดการเรียนรู้แบบ
สะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิด

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	N	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	S.D.	ร้อยละ	t
ก่อนเรียน	30	30	13.50	1.59	45.00	34.66**
หลังเรียน	30	30	24.73	1.95	82.43	

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (ค่าวิกฤตของ t ที่ระดับ .01; df = 29

$t_{29} = 2.46$)

จากตาราง 12 พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิด เรื่อง ไฟฟ้ากระแส มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน เฉลี่ยเท่ากับ 13.50 และ 24.73 ตามลำดับ จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน ผลการวิเคราะห์ค่า t ปรากฏว่า ค่า t จากการคำนวณมีค่าเท่ากับ 34.66 เมื่อพิจารณาค่า t จากตารางค่าวิกฤตการแจกแจงที่ระดับ .01; $df_{29} = 2.46$ แสดงว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

4. การศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิด เรื่อง ไฟฟ้ากระแส กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

ตาราง 13 ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีต่อ
การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิด เรื่อง ไฟฟ้ากระแส

ข้อที่	รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับ ความพึงพอใจ
1. ด้านเนื้อหาสาระการเรียนรู้				
1	ได้รับความรู้เรื่อง ไฟฟ้ากระแส ที่มีความ สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้และ ผลการเรียนรู้	4.57	0.50	มากที่สุด
2	เนื้อหาในแต่ละเรื่องทำให้นักเรียนสามารถนำ ความรู้ไปใช้ในการพัฒนาความสามารถใน การแก้ปัญหาได้	4.57	0.50	มากที่สุด
3	เนื้อหาวิชามีความชัดเจน น่าสนใจ และเข้าใจง่าย	4.47	0.63	มากที่สุด
4	เนื้อหาวิชาทำให้นักเรียนเกิดความสามารถใน แก้ปัญหาและทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์	4.50	0.51	มากที่สุด
5	เนื้อหาวิชาในแต่ละเรื่องมีความเหมาะสมกับ เวลาที่ใช้ในการเรียน	4.67	0.48	มากที่สุด
เฉลี่ยรายด้าน		4.55	0.52	มากที่สุด
2. ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้				
6	สอดคล้องกับเนื้อหา ส่งเสริมการคิดและ การแก้ปัญหา	4.73	0.52	มากที่สุด
7	น่าสนใจ สนุก และกระตุ้นให้นักเรียนเกิด การเรียนรู้	4.83	0.38	มากที่สุด
8	เน้นนักเรียนมีส่วนร่วม ได้ลงมือปฏิบัติ กิจกรรมด้วยตนเอง	4.83	0.38	มากที่สุด
9	ส่งเสริมการฝึกทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์	4.63	0.49	มากที่สุด

ตาราง 13 (ต่อ)

ข้อที่	รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับ ความพึงพอใจ
10	ใช้เทคโนโลยีหรือนวัตกรรมในการจัดการ เรียนรู้ที่เหมาะสม	4.77	0.57	มากที่สุด
เฉลี่ยรายด้าน		4.70	0.47	มากที่สุด
3. ด้านสื่อและอุปกรณ์การเรียนรู้				
11	สื่อและอุปกรณ์สอดคล้องกับเนื้อหาและ กิจกรรม	4.57	0.50	มากที่สุด
12	สื่อและอุปกรณ์ส่งเสริมกระตุ้นความสนใจ	4.60	0.50	มากที่สุด
13	สื่อและอุปกรณ์เพียงพอต่อการจัดกิจกรรม การเรียนรู้	4.60	0.56	มากที่สุด
14	สื่อและอุปกรณ์เหมาะสมในการนำไปใช้และ ช่วยให้นักเรียนสร้างความรู้ ความเข้าใจได้	4.63	0.49	มากที่สุด
15	สื่อและอุปกรณ์การจัดการเรียนรู้ทำให้นักเรียน นำวิธีการเรียนรู้ไปใช้ในวิชาอื่น ๆ ได้	4.63	0.49	มากที่สุด
เฉลี่ยรายด้าน		4.61	0.51	มากที่สุด
4. ด้านการวัดและประเมินผล				
16	การวัดประเมินผลสอดคล้องกับผลการ เรียนรู้กิจกรรมการเรียนรู้ และครอบคลุม ทุกด้าน	4.53	0.51	มากที่สุด
17	นักเรียนมีส่วนร่วมในการวัดและ การประเมินผล	4.70	0.47	มากที่สุด
18	มีการวัดและการประเมินผลด้วยรูปแบบที่ หลากหลาย ได้แก่ การประเมินตนเอง โดยเพื่อน และโดยครูผู้สอน	4.50	0.51	มากที่สุด
19	การวัดและประเมินผลมีประสิทธิภาพ ยุติธรรม และตรวจสอบได้	4.53	0.51	มากที่สุด

ตาราง 13 (ต่อ)

ข้อที่	รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
20	ให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อนำไปสู่การพัฒนาตนเอง	4.63	0.49	มากที่สุด
	เฉลี่ยรายด้าน	4.58	0.50	มากที่สุด
	เฉลี่ยรวมทุกด้าน	4.61	0.50	มากที่สุด

จากตาราง 13 พบว่า ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิด เรื่อง ไฟฟ้ากระแส โดยภาพรวมนักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.61 เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน โดยเรียงลำดับค่าเฉลี่ยจากมากไปหาน้อยตามลำดับ ดังนี้

- 1) ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.70
- 2) ด้านสื่อและอุปกรณ์การเรียนรู้ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.61
- 3) ด้านการวัดและประเมินผล ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.58
- และ 4) ด้านเนื้อหาสาระการเรียนรู้ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.55 ทั้ง 4 ด้านอยู่ในระดับมากที่สุด

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ ผู้วิจัยได้ดำเนินการสังเกตพฤติกรรม การเรียนรู้ของนักเรียนขณะปฏิบัติกิจกรรม ชักถามและการสัมภาษณ์นักเรียนในระหว่าง และหลังการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิด เรื่อง ไฟฟ้ากระแส ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

การจัดการเรียนรู้โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิด เรื่อง ไฟฟ้ากระแส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จากการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้, ตรวจผลงาน และชิ้นงาน พบว่า การจัดการเรียนการสอนในช่วงแรกเกิดปัญหาขึ้นกับนักเรียนบางคน เนื่องจากนักเรียนยังขาดทักษะการคิด การคิดวิเคราะห์ และการคิดแก้ปัญหาอย่างเป็นลำดับขั้นตอน ยังไม่สามารถระบุปัญหาได้อย่างชัดเจน และไม่สามารถแก้ปัญหาจากสถานการณ์ต่าง ๆ อย่างเป็นลำดับขั้นตอนได้ หลังจากนักเรียนได้รับการเรียนตามแผนการจัดการเรียนรู้ ทั้ง 5 แผน ซึ่งเป็นแผนที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ ส่งเสริมให้นักเรียนได้ทำการศึกษาค้นคว้า เปิดโอกาสในการวางแผนการทำงาน นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเองตามขั้นตอนการจัดการเรียนรู้

แบบสะสมเต็มศึกษาและเรียนรู้จากประสบการณ์เพื่อนำความรู้ที่ได้ไปต่อยอด โดยการนำความรู้วิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์มาบูรณาการเพื่อนำความรู้เหล่านี้มาสร้างชิ้นงาน พัฒนาชิ้นงานในแต่ละกิจกรรมให้ดียิ่งขึ้น การแสดงออกความคิดที่ไม่มีขีดจำกัด นักเรียนสามารถระบุปัญหา วิเคราะห์ปัญหา สามารถนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา และออกแบบขั้นตอนการแก้ปัญหาสถานการณ์ต่าง ๆ ได้นำความรู้ที่ได้ไปต่อยอดได้มากยิ่งขึ้นในชีวิตประจำวัน และสนุกกับการทำกิจกรรม ดังคำตอบจากการสัมภาษณ์นักเรียน ดังนี้

“การจัดการเรียนรู้แบบสะสมเต็มศึกษาที่ครูนำมาสอน ทำให้ได้ฝึกความคิด ฝึกการแก้ปัญหา เมื่อเจอสถานการณ์ต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน ทำให้ผมสามารถนำความรู้ที่ได้ใช้ในการแก้ปัญหาสถานการณ์ต่าง ๆ ได้เอง และยังได้ฝึกใช้เครื่องมือบางอย่างที่ไม่เคยใช้ เช่น การบัดกรี การต่อวงจร ตื่นเต้นไปอีกครับ หวังว่าจะได้เจอครูอีกนะครับ”

“การจัดการเรียนรู้ของคุณครู ทำให้เกิดบรรยากาศที่ดีในการเรียน สมาชิกทุกคนมีส่วนร่วม แบ่งหน้าที่กันอย่างชัดเจน มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ เมื่อเกิดข้อผิดพลาดก็ช่วยกันวางแผนแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นได้ และช่วยเหลือซึ่งกันและกัน”

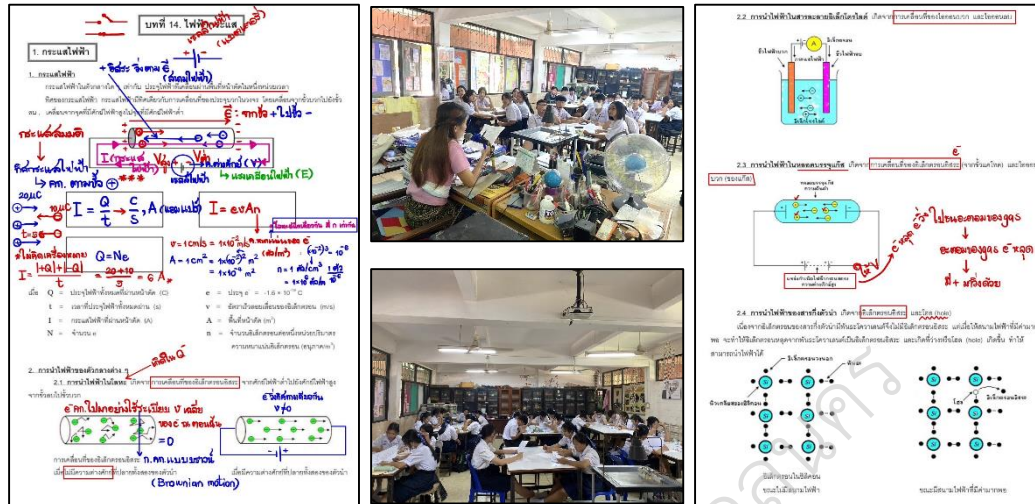
“ชอบการสอนมากค่ะ คุณครูสอนเข้าใจง่าย ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการสอนของคุณครู แต่แอบมีพูดเร็วไปบ้าง ชอบกิจกรรมที่ครูเตรียมมา มีความหลากหลาย และแตกต่างกันออกไปในแต่ละครั้งที่เรียน เกิดความตื่นเต้นว่าแต่ละสัปดาห์เราจะเจออะไรบ้าง”

“การเรียนการสอนของคุณครูสนุกมากค่ะ ได้เรียนรู้สิ่งใหม่ ได้ลงมือปฏิบัติจริง และได้รับคำแนะนำเป็นอย่างดี อยากให้ครูมาสอนอีกค่ะ”

“เวลาเรียนไม่่วงเลยค่ะ เพราะครูกระตุ้นนักเรียนอยู่ตลอดเวลา มีการเสริมกิจกรรมเข้าไปในแต่ละเรื่อง และพอครูสอนเสร็จยังพานักเรียนสรุปองค์ความรู้โดยใช้แผนผังความคิดมาช่วยอีกด้วย ทำให้พวกหนูได้ใช้ไอแพดในการทำแผนผังความคิด สะดวกและง่ายต่อการเรียนมากค่ะ”

“เนื้อหาที่ครูนำมาสอนมีประโยชน์ และสอดคล้องกับชีวิตประจำวัน สอนได้เข้าใจ ได้ฝึกสมอง ฝึกอะไรใหม่ ๆ โดยเฉพาะการทำกิจกรรม รวม ๆ แล้วรู้สึกประทับใจมากครับ”

บรรยากาศในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิด เรื่อง ไฟฟ้ากระแส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ดังภาพประกอบ 14-15



ภาพประกอบ 11 บรรยากาศการจัดการเรียนการสอนทฤษฎี



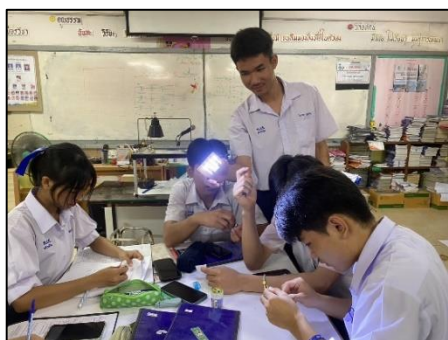
ภาพประกอบ 12 ตัวอย่างที่นักเรียนออกแบบการสร้างไฟฉายจากหลอด LED



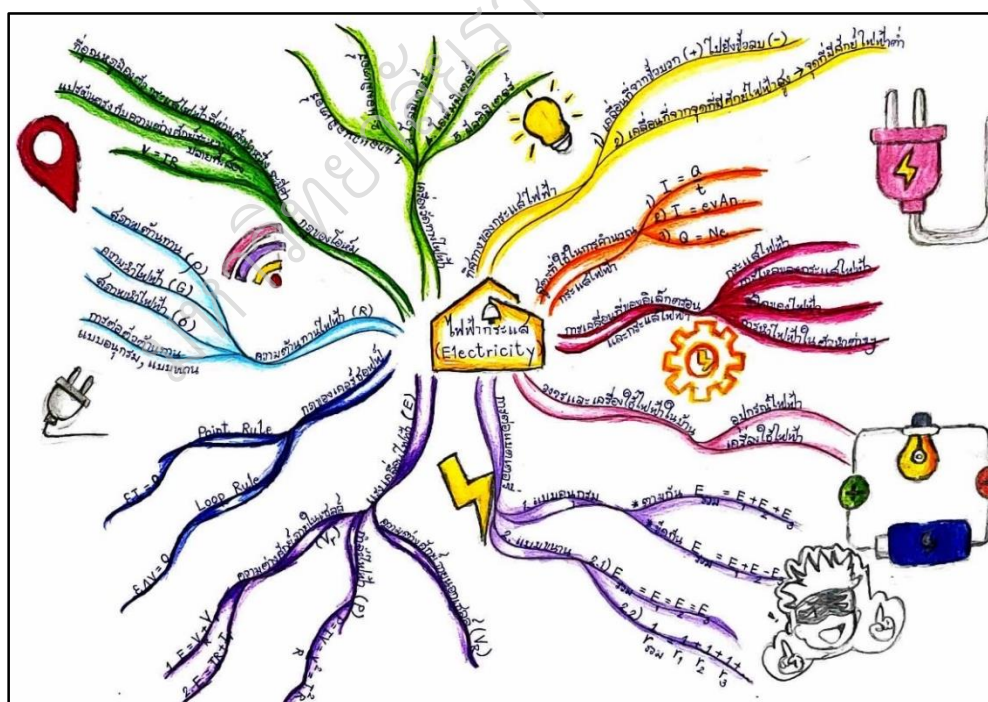
ภาพประกอบ 13 ตัวอย่างที่นักเรียนออกแบบการสร้างไฟฉายจากหลอด LED



ภาพประกอบ 14 บรรยากาศนักเรียนศึกษาร่วมกันทำกิจกรรมภายในกลุ่ม



ภาพประกอบ 15 ตัวอย่างผลงานนักเรียนในการสร้างไฟฉาย เรื่อง ไฟฟ้ากระแส
แต่ละกลุ่มร่วมกันสรุปองค์ความรู้ เพื่อนำมาเขียนเป็นแผนผังความคิด



ภาพประกอบ 16 ตัวอย่างแผนผังความคิดสรุปองค์ความรู้ที่เกิดจากการจัดการเรียนรู้
เรื่อง ไฟฟ้ากระแส

ไฟฟ้ากระแส (ELECTRICITY)

- การเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนและกระแสไฟฟ้า**
 - กระแสไฟฟ้า
 - การไหลของกระแสไฟฟ้า
 - ชนิดของกระแสไฟฟ้า
 - การนำไฟฟ้าในสื่อนำต่างๆ
- การนำไฟฟ้าในสื่อนำโลหะ**
 - $I = Q/t$
 - $I = e n A v_d$
 - $Q = Ne$
- แหล่งกำเนิดไฟฟ้า**
 - เซลล์ไฟฟ้าเคมี
 - เครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Generator)
 - คู่ความต้านทาน (Thermocouple)
 - เซลล์สุริยะ (Solar cell)
 - แหล่งกำเนิดจากสิ่งมีชีวิต
- เครื่องวัดทางไฟฟ้า**
 - แกดแวนซ์มิเตอร์
 - แอมมิเตอร์
 - โวลต์มิเตอร์
 - โอห์มมิเตอร์
 - มิลลิแอมมิเตอร์
- วงจรไฟฟ้าและเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้าน**
 - อุปกรณ์ไฟฟ้า
 - เครื่องใช้ไฟฟ้า
- การแปลงหน่วย**
 - ตามกัม
 - $E_{\text{รวม}} = E_1 + E_2 + E_3$
 - จิกกัม
 - $E_{\text{รวม}} = E_1 + E_2 - E_3$
 - แบบขนาน
 - $E_{\text{รวม}} = E_1 = E_2 = E_3$
 - $1/r_{\text{รวม}} = 1/r_1 + 1/r_2 + 1/r_3$
- แรงเคลื่อนไฟฟ้า (E)**
 - ความต่างศักย์ไฟฟ้าภายนอกเซลล์ ($V_{\text{อก}}$)
 - ความต่างศักย์ไฟฟ้าภายในเซลล์ ($V_{\text{ร}}$)
 - $E = V_{\text{อก}} + V_{\text{ร}}$
 - กำลังไฟฟ้า (P)
 - $P = IV = V^2/R = I^2 R$
- กฎของเคอร์ชอฟฟ์**
 - Point Rule
 - $\sum I = 0$
 - Loop Rule
 - $\sum \Delta V = 0$
- กฎของโอห์ม**
 - ที่อุณหภูมิคงที่การเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนในตัวนำ
 - ที่อุณหภูมิคงที่การเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนในตัวนำ
 - พลังงานที่จำเป็นในการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนในตัวนำ
 - $P = IV$
- ความสัมพันธ์ทางไฟฟ้า (R)**
 - สภาพต้านทาน (P)
 - ความต้านทาน (R)
 - สภาพนำไฟฟ้า (G)
 - การต่อตัวต้านทานแบบอนุกรมและแบบขนาน

ภาพประกอบ 18 ตัวอย่างแผนผังความคิดสรุปองค์ความรู้ที่เกิดจากการจัดการเรียนรู้
เรื่อง ไฟฟ้ากระแส

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่องการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ไฟฟ้ากระแส โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิด ผู้วิจัยได้สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะตามหัวข้อ ดังนี้

1. ความมุ่งหมายของการวิจัย
2. สมมติฐานของการวิจัย
3. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
4. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
5. วิธีการดำเนินการวิจัย
6. การวิเคราะห์ข้อมูล
7. สรุปผลการวิจัย
8. อภิปรายผลการวิจัย
9. ข้อเสนอแนะ

ความมุ่งหมายของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดความมุ่งหมายของการวิจัย ดังนี้

1. สร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิด เรื่อง ไฟฟ้ากระแส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80
2. เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ไฟฟ้ากระแส โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิด ก่อนเรียนและหลังเรียน

3. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ไฟฟ้ากระแส โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิด ก่อนเรียนและหลังเรียน

4. ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีต่อการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิด เรื่อง ไฟฟ้ากระแส

สมมติฐานของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดสมมติฐานของการวิจัย ดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ไฟฟ้ากระแส มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80

2. ความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ไฟฟ้ากระแส โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิด หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ไฟฟ้ากระแส โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิด หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

4. ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ไฟฟ้ากระแส โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิด อยู่ในระดับมากขึ้นไป

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนโพนงามศึกษา อำเภออากาศอำนวย จังหวัดสกลนคร สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา สกลนคร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 2 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 83 คน

2. กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 โรงเรียนโพนงามศึกษา อำเภออากาศอำนวย จังหวัดสกลนคร สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา สกลนคร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 30 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling)

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้แบ่งเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยออกเป็น 2 ประเภท ประกอบด้วย

1. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

1.1 แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ร่วมกับแผนผังความคิด เรื่อง ไฟฟ้ากระแส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 5 แผน ดังนี้

1.1.1 กระแสไฟฟ้า 3 ชั่วโมง

1.1.2 ความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้ากับความต่างศักย์ 4 ชั่วโมง

1.1.3 พลังงานในวงจรไฟฟ้ากระแสตรง 4 ชั่วโมง

1.1.4 แบตเตอรี่และวงจรไฟฟ้ากระแสตรงเบื้องต้น 4 ชั่วโมง

1.1.5 พลังงานไฟฟ้าจากพลังงานทดแทน

และเทคโนโลยีด้านพลังงาน 4 ชั่วโมง

2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

2.1 แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่อง ไฟฟ้ากระแส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนเรียนและหลังเรียน เป็นแบบทดสอบปรนัย 4 ตัวเลือก ทั้งหมด 6 สถานการณ์ จำนวน 30 ข้อ

2.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ไฟฟ้ากระแส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนเรียนและหลังเรียน เป็นแบบทดสอบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ

2.3 แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียน เรื่อง ไฟฟ้ากระแส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ร่วมกับแผนผังความคิด เป็นแบบสอบถามมาตราวัดประมาณค่า (Rating Scale) มี 5 ระดับ ตามมาตราวัดแบบลิเคิร์ต (Likert' Scale) จำนวน 20 ข้อ

วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดวิธีการดำเนินการวิจัยด้วยตนเอง โดยทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 โรงเรียนโพ้นงามศึกษา จังหวัดสกลนคร จำนวนนักเรียน 30 คน ได้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

1. ผู้วิจัยเสนอคำร้องต่อสำนักงานบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร ทำหนังสือขออนุญาตและขอความอนุเคราะห์ เพื่อขอความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล ไปยังโรงเรียนโพธิ์งามศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา มัธยมศึกษาสกลนคร

2. ผู้วิจัยชี้แจงอธิบายวิธีการเรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิด เรื่อง ไฟฟ้ากระแส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ให้นักเรียนเข้าใจพร้อมแนบเอกสารชี้แจงสำหรับอาสาสมัครเข้าร่วมโครงการวิจัย เอกสารชี้แจงอาสาสมัครที่เข้าร่วมโครงการวิจัย แบบยินยอมให้ทำการวิจัยแก่นักศึกษา เป็นการขอความร่วมมือในการทดลอง

3. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา มาทำการทดสอบก่อนเรียน (Pre-Test) กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

4. ดำเนินการสอนโดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้น จำนวน 5 แผน 21 ชั่วโมง ซึ่งในแผนมีทั้งใบความรู้ ใบกิจกรรม ใบงาน และแบบฝึกหัด

5. เมื่อสิ้นสุดการสอนครบทุกแผนแล้ว จึงดำเนินการทดสอบหลังเรียน (Post-Test) โดยใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ฉบับเดียวกันกับแบบทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) และแบบสอบถามความพึงพอใจ

6. ตรวจสอบผลการทดสอบ และแบบสอบถามความพึงพอใจ แล้วนำคะแนนที่ได้ไปวิเคราะห์ โดยใช้วิธีการทางสถิติ เพื่อทดสอบสมมติฐาน

7. นำข้อมูลไปวิเคราะห์ข้อมูล สรุปผล และอภิปรายผลต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดการวิเคราะห์ข้อมูลตามขั้นตอน ดังนี้

1. วิเคราะห์คุณภาพเครื่องมือ

1.1 วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ไฟฟ้ากระแส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิด โดยหาค่าประสิทธิภาพ E_1/E_2 เปรียบเทียบเกณฑ์ 80/80 ที่ตั้งไว้

1.2 แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิด เรื่อง ไฟฟ้ากระแส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยวิเคราะห์ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC) วิเคราะห์หาค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนกรายข้อ (r) และวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบทั้งฉบับ โดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน

1.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิด เรื่อง ไฟฟ้ากระแส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยวิเคราะห์ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC) วิเคราะห์หาค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนกรายข้อ (r) และวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบทั้งฉบับ โดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน

1.4 แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิด เรื่อง ไฟฟ้ากระแส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งเป็นการตรวจสอบคุณภาพมาตราส่วนค่า 5 ระดับ โดยการหาค่าเฉลี่ยแล้วเปรียบเทียบเกณฑ์ความพึงพอใจ โดยยึดเกณฑ์ตามแบบของลิเคิร์ท เป็น 5 ระดับ

สรุปผลการวิจัย

จากผลการวิจัยสามารถสรุปผลการวิจัยได้ ดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง กระแสไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิด มีประสิทธิภาพเท่ากับ 80.59/83.05 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้
2. ความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ไฟฟ้ากระแส หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ไฟฟ้ากระแส หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
4. ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิด เรื่อง ไฟฟ้ากระแส ของนักเรียนอยู่ในระดับมากที่สุด

อภิปรายผลการวิจัย

การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ไฟฟ้ากระแส โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิดผลการวิจัยครั้งนี้นำไปสู่การอภิปรายผล ดังนี้

1. ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิด เรื่อง ไฟฟ้ากระแส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 80.59/83.05 สูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้เพราะแผนการจัดการแบบสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิดที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นได้ผ่านกระบวนการดำเนินการสร้างตามขั้นตอนอย่างเป็นระบบและมีวิธีการที่เหมาะสม ซึ่งได้ศึกษาหลักสูตรแกนกลางศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) โดยศึกษาเนื้อหา วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ สมรรถนะสำคัญ และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 และได้ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี หลักการ เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา หลักการสร้างแผนผังความคิด ตลอดจนแนวทางในการวัดและประเมินผล จึงสามารถออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิด จำนวน 5 แผน นอกจากนี้ แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิดเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญและการได้ลงมือปฏิบัติจริงมีการพัฒนาให้เหมาะสมเพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ฝึกการคิดแก้ปัญหาตามขั้นตอน โดยการบูรณาการ 4 ศาสตร์วิชา ประกอบด้วย วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และวิศวกรรมศาสตร์ ได้นำแผนผังความคิดมาบูรณาการเพื่อให้นักเรียนได้เชื่อมโยงความรู้เนื้อหาเพื่อใช้ในการสรุปความคิดรวบยอด จัดระบบความคิด เกิดทักษะการคิด และช่วยให้จำเนื้อหาได้ดียิ่งขึ้น อีกทั้งเปิดโอกาสให้นักเรียนได้สร้างสรรค์นวัตกรรมและสามารถนำไปปรับใช้ในชีวิตประจำวันได้ ซึ่งผลการประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้ ทั้ง 5 แผนสำหรับผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.75 แสดงให้เห็นว่าแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นมานั้นอยู่ในเกณฑ์ที่มีความเหมาะสมมากที่สุด และได้นำเครื่องมือการวิจัยไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อทำการตรวจสอบความเหมาะสมของเนื้อหา กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ แบบทดสอบ วิธีการวัดและประเมินผล เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไขให้แผนการจัดการเรียนรู้มีความสมบูรณ์และถูกต้องมากยิ่งขึ้น ก่อนนำไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่างจริง ซึ่งกระบวนการดังกล่าวนี้ ทำให้เครื่องมือที่ใช้ในการ

วิจัยมีประสิทธิภาพ หลังจากให้นักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิด มีคะแนนเฉลี่ยจากการทำใบกิจกรรม ชิ้นงาน และแบบทดสอบหลังเรียนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ (E_1) และคะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (E_2) มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ อภิญาสิงห์โต (2563, หน้า 388) ได้ศึกษาการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพเท่ากับ 78.49/77.98 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 75/75 ที่กำหนดไว้ และสอดคล้องกับงานวิจัยของ ญัฐธิดา นาคเสน ถาดทอง ปานศุภวัชร และนิติธาร ชูทรัพย์ (2563, หน้า 36-37) ได้ศึกษาการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง พลังงานในชีวิตประจำวันของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 พบว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษามีประสิทธิภาพ 87.40/82.71 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ 75/75

2. ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิด เรื่อง ไฟฟ้ากระแส พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหของนักเรียนก่อนเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 15.13 และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนมีค่าเท่ากับ 24.97 แสดงว่านักเรียนความสามารถในการแก้ปัญหหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เป็นไปตามสมมติฐานที่กำหนดไว้ ทั้งนี้การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิด ซึ่งเห็นได้จากกระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบที่ผู้วิจัยสังเคราะห์ขึ้น มี 5 ขั้น ได้แก่ ขั้นที่ 1 การระบุปัญหา เป็นขั้นที่ผู้เรียนได้ทำความเข้าใจกับปัญหา วิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นจากสถานการณ์ที่กำหนด รวบรวมข้อมูลที่ได้ เพื่อระบุปัญหาและสาเหตุของปัญหา ขั้นที่ 2 การวิเคราะห์ปัญหา เป็นขั้นที่ได้มีการศึกษาค้นคว้าหาแนวความคิด แนวทาง ทฤษฎีหรือวิธีการแก้ไข และเป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนได้วิเคราะห์เลือกแนวทางหรือวิธีการแก้ไขปัญหาที่ดีที่สุดอย่างมีเหตุผล ขั้นที่ 3 การวางแผนการแก้ปัญหา เป็นขั้นตอนสู่การวางแผนออกแบบสร้างชิ้นงานอย่างเป็นระบบและลงมือปฏิบัติตามขั้นตอนของวิธีการ ขั้นที่ 4 การดำเนินการแก้ปัญหา เป็นขั้นที่ดำเนินการแก้ปัญหาดำเนินการตามที่ได้วางแผนไว้ เช่น การสร้างไฟฉาย “สว่างวาบ ๆ” โดยมีการดัดแปลงจากหลอดแอลอีดีมาประกอบกัน เป็นชิ้นงาน ผู้เรียนจะมีการปรับปรุงชิ้นงานจนกระทั่งสามารถนำไปใช้งานได้ มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันภายในกลุ่ม เพื่อลงมือ

ลองดูในสิ่งที่ได้วางแผนไว้ เพื่อนำมาแก้ปัญหาตามสถานการณ์ต่าง ๆ อย่างสร้างสรรค์ และขั้นที่ 5 การประเมินผลการแก้ปัญหา เป็นขั้นที่นำเสนอผลการแก้ปัญหาสู่การยอมรับ โดยผู้เรียนนำเสนอวิธีการแก้ไขปัญหาก็ได้ตามรูปแบบที่สนใจ โดยมีการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นอย่างเป็นระบบ เป็นลำดับขั้นตอน จากนั้น ประเมินผลงานจากรูปแบบความคิดหรือวิธีการในการสร้างสรรค์ชิ้นงานเพื่อแก้ไขปัญหา จากสถานการณ์ที่กำหนด ผู้เรียนมีการนำความรู้จากเรื่องใกล้ตัวมาประยุกต์ใช้ในการ ประดิษฐ์ชิ้นงานได้ดี จากกระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ จึงทำให้นักเรียน สามารถแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่พบเห็นในชีวิตประจำวันได้ และทำให้ผู้เรียนมีแนวทาง ในการนำความรู้ไปใช้ในการแก้ไขปัญห่อื่น ๆ อีกต่อไป ทั้งนี้เนื่องจากการจัดการเรียนรู้ ตามแนวสะเต็มศึกษาเป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีกระบวนการและขั้นตอนที่สามารถฝึกให้ นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาได้ดีขึ้น จึงทำให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาจาก สถานการณ์ที่พบเห็นในชีวิตประจำวันได้ เปิดโอกาสให้นักเรียนระบุปัญหา สามารถเลือก วิธีแก้ปัญหาตามความสามารถและความถนัด ผู้เรียนคิดวิธีการแก้ปัญหาโดยใช้ความรู้ ทางวิทยาศาสตร์มาบูรณาการกับความรู้ทางเทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ มีการ วางแผนการทำงานในด้านการออกแบบและสร้างชิ้นงาน ปรับปรุงแก้ไข และพัฒนาชิ้นงาน ให้ดียิ่งขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ปาณิสรา ลีสา และกัญญาวดี แสงงาม (2566, หน้า 659-660) ได้ศึกษาการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่อง การเปลี่ยนแปลงของวัตถุและวัสดุ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โดยการจัดการ เรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา พบว่า วงปฏิบัติการที่ 1 และ 2 นักเรียนมีคะแนน ความสามารถในการแก้ปัญหาลงเรียนต่ำกว่าก่อนเรียน และในวงปฏิบัติการที่ 3 นักเรียน มีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาลงเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 เป็นไปตามเกณฑ์ที่ผู้วิจัยกำหนด อีกทั้งยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ ธนวรรณ ศรีวิบูลย์รัตน์ และอังคณา อ่อนธานี (2562, หน้า 205) ได้ศึกษาการพัฒนากระบวนการเรียนรู้ตาม แนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อพัฒนาความสามารถในการคิดแก้ปัญหา เรื่อง งานและพลังงาน รายวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า นักเรียนมีคะแนนความสามารถ ในการแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงให้ เห็นว่าการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาส่งเสริมให้ผู้เรียนบูรณาการความรู้จากทุก สาขาวิชาเพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหา ดังนั้น สร้างสรรค์ และพัฒนานวัตกรรมต่าง ๆ ซึ่งช่วยให้เกิดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ และสนับสนุนการพัฒนาผู้เรียนให้ สามารถบรรลุเป้าหมายหรือจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้

3. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิด เรื่อง ไฟฟ้ากระแส พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 13.50 และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนมีค่าเท่ากับ 24.73 แสดงว่านักเรียนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เป็นไปตามสมมติฐานที่กำหนดไว้ ทั้งนี้เนื่องจากเป็นกิจกรรมที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง เน้นการเรียนรู้อย่างมีกระบวนการ โดยนักเรียนจะสามารถนำความรู้พื้นฐานจาก ทั้ง 4 สาขาวิชา มาใช้ในการทำความเข้าใจในการเรียนแนวการปฏิบัติและสร้างสถานการณ์ที่ท้าทายและเป็นไปได้ให้นักเรียนได้วางแผน ลงมือปฏิบัติกิจกรรมผ่านกระบวนการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ นักเรียนเป็นผู้ค้นพบหรือสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง ผ่านการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม และได้สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้และการจัดการเรียนรู้ครอบคลุมทุกองค์ประกอบตามผลการเรียนรู้เรียน นอกจากนี้ผู้เรียนได้นำความรู้ที่ค้นคว้าหาคำตอบและอภิปรายกับสมาชิกกลุ่มมาอธิบายและสรุปเป็นแผนผังความคิดผ่านแอปพลิเคชัน CANVA บนมือถือ ซึ่งเป็นการจดบันทึกโดยใช้ภาพ สี เส้น และสัญลักษณ์ ทำให้สามารถทบทวนสิ่งที่บันทึกลงไปได้ง่ายกว่าการจดบันทึกเป็นตัวอักษร ช่วยในการจัดระเบียบความคิด ช่วยเพิ่มความจำความเข้าใจ ทำให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ กานดารัตน์ เจริญดี อรุณรัตน์ คำแห่งพล และอนันต์ ปานศุภวัชร (2565, หน้า 171) ได้ศึกษาการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การเปลี่ยนแปลงของสาร โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของนักเรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เป็นไปตามสมมติฐานที่กำหนดไว้ และสอดคล้องกับงานวิจัยของอารยา แก้วบัดดี จินตนา ศิริธัญญารัตน์ และนันทน์ภัสนิยมทรัพย์ (2564, หน้า 142-143) ได้ศึกษาการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์โดยใช้การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน ($\bar{X} = 22.58$, S.D. = 1.59) สูงกว่าก่อนเรียน ($\bar{X} = 14.88$, S.D. = 2.69) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียน พบว่า ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิด เรื่อง ไฟฟ้ากระแส มีค่าเฉลี่ยคะแนนทั้ง 5 ด้าน อยู่ในระดับมากที่สุด ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐาน เมื่อพิจารณาความพึงพอใจในภาพรวมปรากฏว่าค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.61 คะแนน เนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิด เป็นรูปแบบที่ใช้วิธีการจัดการเรียนรู้ตามสภาพจริง เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ นักเรียนทุกคนมีส่วนร่วมเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง มีอิสระด้านความคิด การวางแผน การออกแบบแก้ปัญหา มีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม มีปฏิสัมพันธ์กันในกลุ่มและในชั้นเรียน แลกเปลี่ยนเรียนรู้ และรับฟังความคิดเห็นซึ่งกันและกัน มีการจัดกิจกรรมที่น่าสนใจท้าทายนักเรียนได้ทำความเข้าใจปัญหา ร่วมกันวางแผนแก้ปัญหา ปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้เกิดทักษะ การคิด อีกทั้งในด้านการใช้สื่อการสอนและบรรยากาศในการเรียนรู้และใช้เทคโนโลยีหรือนวัตกรรมในการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสม ทันสมัย และหลากหลายมาประกอบ การสอนทำให้ผู้เรียนสนใจและกระตือรือร้นที่จะเรียนรู้ สอดคล้องกับการสะท้อนผลของผู้เรียนหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ บรรยากาศการเรียนการสอนในชั้นเรียนเป็นบรรยากาศที่อบอุ่น มีความเห็นอกเห็นใจ และความเอื้อเฟื้อเผื่อแผ่ต่อกันและกัน สมาชิกในกลุ่มช่วยเหลือซึ่งกันและกัน ทุกคนมีความรับผิดชอบ และมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม ทำให้เป็นแรงจูงใจที่กระตุ้นให้ผู้เรียนรักการเรียนรู้และมีความสุขกับการเรียนรู้ โดยยึดหลักความสำเร็จของนักเรียนแต่ละคนคือความสำเร็จของกลุ่ม ทั้งนี้เพราะนักเรียนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมที่ทำให้กลุ่มประสบผลสำเร็จ วิธีการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ เข้าใจในบทเรียน และนำแผนผังความคิดเข้ามาร่วมด้วยนักเรียนมีการคิดอย่างเป็นระบบ สรุปประเด็นหลัก และหัวข้อย่อยออกมาเป็นแผนผังความคิดได้ ทำให้นักเรียนจดจำเนื้อหาได้ดีขึ้น และสิ่งเหล่านี้จะช่วยให้นักเรียนเรียนรู้อย่างมีความสุข ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ สุชาติพิทย์ ขาวทอง (2564, หน้า 143) ได้ศึกษาผลการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษาสำหรับนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 6/2 โรงเรียนเทศบาล 1 (วัดสตูลสันตยาราม) จำนวน 16 คน พบว่า มีความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียนอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.53$, S.D. = 0.52) และสอดคล้องกับงานวิจัยของ ไก่ จันทวัน อรุณรัตน์ คำแห่งพล และทรงกร วรธนะสาร (2565, หน้า 2605) ได้ศึกษาผลการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของ

นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงปีที่ 1 เรื่อง วาสวในระบบนิเวศน์
โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง ผลการวิจัย
พบว่านักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการแบบสะเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจ
พอเพียงอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.67 (S.D. = 0.34)

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะสำหรับครูผู้สอนควรนำการจัดการเรียนรู้การจัดการเรียนรู้
แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิด ไปใช้พัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา
และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนมีข้อเสนอแนะ ดังนี้

1. ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 ครูผู้สอนควรมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับทฤษฎี หลักการ
และขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเป็นอย่างดี มีการวางแผนการจัดกิจกรรม
การเรียนรู้ เพื่อให้เกิดความพร้อมและความเหมาะสมกับปัจจัยต่าง ๆ ได้แก่ เนื้อหาสาระ
การเรียนรู้ รูปแบบของกิจกรรม และสื่อการสอนที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้

1.2 การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิด
มีข้อจำกัดเรื่องเวลา ครูผู้สอนควรยืดหยุ่นระยะเวลาที่ใช้ในการดำเนินกิจกรรมในแต่ละ
ขั้นตอนตามความเหมาะสม และควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้คิดและจินตนาการอย่าง
สร้างสรรค์

1.3 การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ครูควรอธิบายขั้นตอนที่ใช้ใน
การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้นักเรียนทุกคนได้เข้าใจก่อนที่จะลงมือปฏิบัติ
การสอนจริงเพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ตรงกัน ซึ่งจะส่งผลให้กิจกรรมการเรียนการสอน
มีประสิทธิภาพและบรรลุจุดประสงค์ที่ตั้งไว้

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรศึกษาวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับ
แผนผังความคิด ในการจัดการเรียนการสอนร่วมกับเนื้อหาวิชาอื่น ๆ เพื่อเป็นประโยชน์
ด้านวิชาการต่อไป

2.2 ควรมีการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้โดยบูรณาการสะเต็ม
ศึกษาร่วมกับแผนผังความคิดในระดับชั้นที่แตกต่างกัน เพื่อส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหา
และเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน

2.3 ควรมีการศึกษาวิจัยผลกระทบของการจัดการเรียนรู้ที่ผสมผสานสะเต็มศึกษากับแผนผังความคิดในด้านอื่น ๆ เช่น การคิดวิเคราะห์ การคิดเชิงวิจารณ์ ความสามารถในการคิดขั้นสูง เป็นต้น

มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์

บรรณานุกรม

มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์

บรรณานุกรม

กมลฉัตร กล่อมอิม, ชัยวัฒน์ นามนาค, วารินทร์ แก้วอุไร และวิเชียร ชำรงโสตรธิสกุล.

(2557). การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ด้วยการช่วยเสริมศักยภาพ เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร*, 16(2), 129–139.

กรองกาญจน์ วิสัยศร. (2559). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบเป็นวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับการใช้แผนผังโนทัศน์ เรื่อง อาหารและการดำรงชีวิต ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา.

กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมการเกษตรแห่งประเทศไทย.

_____. (2553). *แนวทางการจัดการเรียนรู้ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: กลุ่มพัฒนากระบวนการเรียนรู้ สำนักงานกฤษฎีกาและมาตรฐานการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ.

_____. (2560). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

กฤษดาพร เขียวอ้าย, เพ็ญพิศุทธิ์ ใจสนิท และวิจิต เทพประสิทธิ์. (2560). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น โดยใช้โมดูลสื่อประสม. *วารสารบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย*, 10(3), 87–100.

กวินนาฏ เลียงเลิศ. (2560). การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง หน่วยการดำรงชีวิตของพืชกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ ค.ม. สกลนคร: มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.

- กัญจนา ลินทรัตนศิริกุล, สมคิด พรหมจ้อย, พุสดี ภูมิอินทร์, จินตนา ธนวิบูลย์ชัย, สุพิมพ์ ศรีพันธ์วรกุล, นวลเวนท์ วงศ์เชิดธรรม, สมถวิล วิจิตรวรรณ และสุนิสา จั๋ยม่วงศรี. (2551). *การวัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระดับประถมศึกษา*. นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช.
- กัญจนา ศิลปภักยาน . (2560). *การพัฒนากระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษาและการสอนภาษาเพื่อการสื่อสารเพื่อส่งเสริมความสามารถในการสื่อสารของเด็กอนุบาล*. วิทยานิพนธ์ ค.ด. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- กัลยา ตาภู. (2550). *การศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และสภาพแวดล้อมเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดและกระบวนการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3: กรณีศึกษาโรงเรียนวชิราวุธวิทยาลัย*. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- กานดาร์ตน์ เจริญดี, อรุณรัตน์ คำแหงพล และอนันต์ ปานศุภวัช. (2565). *การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 การเปลี่ยนแปลงของสาร โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา*. *วารสารสันติศึกษาปริทรรศน์ มจร*, 10(1), 160–174.
- กานต์พิชชา งามชัด. (2556). *การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้รูปแบบ PBL (Problem based Learning)*. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- กิตติศักดิ์ ซาโหมส, อนันต์ ปานศุภวัช และหรรษกร วรรณะสาร. (2562). *การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ไฟฟ้าสถิต โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ร่วมกับผังมโนทัศน์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5*. *วารสารวิชาการหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร*, 11(30), 95–104.
- กิติมา ปรีดีติลล. (2549). *ทฤษฎีบริหารองค์การ*. กรุงเทพฯ: ธนาคารพิมพ์.
- เกริก คักดีสุภาพ. (2561). *ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ PECA ร่วมกับโปรแกรมควิปเปอร์ สคู เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4*. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร*, 20(2), 12–20.

- เกียรติพล กุสุมาลย์ และไพโรจน์ เต็มเตชาติพงศ์. (2560). ความสามารถในการคิดอย่างมี
 วิจารณญาณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อมของ
 นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น.
วารสารศึกษาศาสตร์ ฉบับวิจัยบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 11(20), 10–21.
- โก่ จันทาวัน, อรุณรัตน์ คำแห่งพล และหรรษกร วรธสาร. (2565). การพัฒนา
 ความสามารถในการแก้ปัญหาของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง
 โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง. *วารสาร
 สันติศึกษาปริทรรศน์ มจร*, 10(6), 2595–2607.
- คณิตศาสตร์. (2548). *แผนที่ความคิด*. เข้าถึงได้จาก http://202.143.130.146/cm_plan/kanitsat-2/mindmap.htm 28 มิถุนายน 2564.
- จรัสศรี หนูเผือก. (2552). *ความพึงพอใจของบุคลากรต่อภาวะผู้นำของผู้บริหาร
 สถานศึกษาของโรงเรียนเอกชนระดับประถมศึกษา อำเภอบางเกร็ด จังหวัด
 นนทบุรี*. วิทยานิพนธ์ ค.ม. นนทบุรี: มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม.
- จินตนา นนท์ขุนทด. (2557). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการ
 คิดแก้ปัญหา และความพึงพอใจในการเรียน เรื่อง การปฐมพยาบาลเบื้องต้น
 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยโปรแกรมบทเรียนแบบสถานการณ์
 จำลองที่มีรูปแบบการนำเสนอมีเดียที่แตกต่างกัน*. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม.
 มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- จิราภรณ์ หล้าน้อย, พัทธมน แสงอินทร์ และสิรินภา กิจเกื้อกูล. (2560). ผลการจัดการ
 เรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ร่วมกับการใช้แผนผังมโนทัศน์เพื่อพัฒนา
 มโนทัศน์ เรื่อง การสลายสารอาหารระดับเซลล์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา
 ปีที่ 4. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร*, 19(2), 134–144.
- ฉัฐภูมิณท์ เพชรศักดิ์วงศ์. (2552). *การเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ เรื่อง หินและแร่ ของ
 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
 ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์ และการจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูของ สสวท.*
 วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- ชนิกานต์ ใจดี. (2557). *การเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์และความสามารถในการคิด
 แก้ปัญหาของนักเรียนชั้นอนุบาลปีที่ 2 ระหว่างการจัดประสบการณ์บูรณาการ
 ตามแนวคิดไฮสโคปและโครงการบ้านนักวิทยาศาสตร์น้อย*. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม.
 มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

- ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2556). การทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอน (Developmental Testing of Media and Instructional Package). *วารสารศิลปการศึกษาศาสตร์วิจัย*, 5(1), 1-20.
- ซินดา สุภาชาติ. (2558). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้การสอนวิชาฟิสิกส์โดยใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามวงจรการเรียนรู้ 7 ขั้นตอน (7E) เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ ค.ม. สกจนคร: มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.
- ไชยยศ เรืองสุวรรณ. (2544). เทคโนโลยีการศึกษา ทฤษฎีและการวิจัย. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- ณัฐธิดา นาคเสน, ถาดทอง ปนศุภวัช และนิติธาร ชูทรัพย์. (2563). การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง พลังงานในชีวิตประจำวัน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3. *วารสารศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยขอนแก่น*, 43(2), 31-42.
- ณัฐธิดา พรหมยอด. (2561). การนำเสนอแนวคิดผ่านผังมโนทัศน์. *นิตยสารสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์*, 47(220), 38-41.
- ณัฐมน เดชมา. (2555). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สารและสมบัติของสาร และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ด้วยการจัดการเรียนรู้วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นตอน (7E) ร่วมกับการใช้แผนผังมโนทัศน์. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ณัฐวุฒิ ยกน้อยวงศ์. (2561). การพัฒนาทักษะการให้เหตุผลและทักษะการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ โดยใช้กลวิธีการแก้ปัญหาเชิงตรรกะร่วมกับแผนผังมโนทัศน์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต.
- ดารุณี เพ็ญน้อย และนิวัฒน์ บุญสม. (2564). การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์และการสร้างผลงานทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education. *วารสารศิลปการศึกษาศาสตร์วิจัย*, 13(1), 238-257.
- ทิตนา แหมมณี. (2545). *กลุ่มสัมพันธ์เพื่อการทำงานและการจัดการเรียนการสอน*. กรุงเทพฯ: นิชนเอดเวอร์โทซิง กรู๊ป.

ทิตินา แชมมณี. (2561). *ศาสตร์การสอน องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ทิตินา แชมมณี และคณะ. (2544). *วิทยาการด้านการคิด*. กรุงเทพฯ: มาสเตอร์กรุ๊ป.

ธนวรรธน์ ศรีวิบูลย์รัตน์ และอังคณา อ่อนธานี. (2562). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อพัฒนาความสามารถในการคิดแก้ปัญหาเรื่องงานและพลังงานรายวิชาฟิสิกส์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. *สัปดาห์ : วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ (สทมส.)*, 25(2), 197–207.

ธารทิพย์ ขั้วนา และขวัญชัย ขั้วนา. (2562). สะเต็มศึกษาเพื่อการจัดการเรียนรู้สู่ทักษะการทำงานในศตวรรษที่ 21. *วารสารบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร*, 16(73), 1–12.

ฐปทอง กว้างสวัสดิ์. (2554). *การสอนการคิด*. กรุงเทพฯ: ข้าวฟ่าง.

ฐาปน คุุเจริญไพศาล จุฬาลักษณ์ วงษ์วัฒนะ และปณิดา บัวแก้ว. (2562). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เรื่องแสงและการมองเห็นตามแนวทางสะเต็มศึกษาสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร*, 21(4), 166–182.

น้ำผึ้ง เสนดี. (2560). *การพัฒนาการคิดวิเคราะห์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ รายวิชาชีววิทยา เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือรูปแบบ STAD ร่วมกับการใช้ผังมโนทัศน์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5*. วิทยานิพนธ์ ค.ม. สกลนคร : มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.

นิตยา ม่วงพะเนาว์. (2560). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หน่วยการเรียนรู้ โครงสร้างของพืช และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (7E) ร่วมกับการ ผังมโนทัศน์*. วิทยานิพนธ์ ค.ม. นครราชสีมา: มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา.

บริษัท พลกริต คอนซัลแทนท์. (2564). What is Mind Map. เข้าถึงได้จาก <https://www.palagrit.com/what-is-mind-map/> 28 มิถุนายน 2564.

บุญชม ศรีสะอาด. (2537). *การพัฒนาการสอน*. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

_____. (2545). *การวิจัยเบื้องต้นฉบับปรับปรุงใหม่*. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

_____. (2553). *การวิจัยเบื้องต้น*. (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์สุวีริยาสาส์น.

ประสาธ เนืองเฉลิม. (2550). การเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะ 7 ขั้น. *วารสารวิชาการ*, 10(4), 25–30.

- ประสาธ อิศรปรีดา. (2523). *จิตวิทยาการศึกษา*. กรุงเทพฯ: กราฟฟิคอาร์ต.
- ปาณิสรา ลีสา และกัญญาวดี แสงงาม. (2566). การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา. *วารสารสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม*, 10(1), 651-661.
- แพ่งกมล เพชรเกลี้ยง. (2556). ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามและผังมโนทัศน์ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. สงขลา: มหาวิทยาลัยทักษิณ.
- พลวัฒน์ ธนะจันทร์. (2555). *การพัฒนารูปแบบการออกแบบการเล่าเรื่องแบบดิจิทัลโดยใช้ผังมโนทัศน์บนบล็อกเพื่อเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ของนักศึกษาปริญญาตรี*. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พิชิต ฤทธิ์จรรยา. (2548). *หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา*. กรุงเทพฯ: แฮสส์ ออฟ เคอร์มัสท์.
- _____. (2552). *หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา*. (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ: บริษัท แฮสส์ ออฟ เคอร์มัสท์ จำกัด.
- พิสิฐ โมกขาว. (2561). การส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาด้วยบทเรียนแสงรู้บนเว็บที่มีการเสริมศักยภาพทางการเรียนวิชาการเขียนโปรแกรมเบื้องต้นสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบรบือ. วิทยานิพนธ์ ค.ม. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- เพ็ญนิภา แววศรี. (2562). *การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับแผนผังความคิด*. วิทยานิพนธ์ ค.ม. สกลนคร: มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.
- ภพ เลหาไพบูลย์. (2537). *แนวการสอนวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ภักดีณี จินามูล. (2555). ผลการสอนแบบ 7E ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนเทศบาลเมืองสวรรคโลก จังหวัดสุโขทัย. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

- มนัส บุญประกอบ. (2533). ยุทธศาสตร์ใหม่ทางการศึกษา: แผนภูมิโมโนทัศน์. *วารสาร สสวท*, 8(69), 26-29.
- _____. (2542). แผนภูมิโมโนทัศน์. *สารานุกรมศึกษาศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ*, 27, 111-118.
- มยุรี แสงชาติ. (2556). การพัฒนาแบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน เรื่อง อาหารและสารอาหารชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ ค.ม. อุบลราชธานี: มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี.
- รสริน พันธุ์. (2550). ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนตามหลักการเรียนเพื่อรอบรู้โดยใช้ของเล่นเชิงวิทยาศาสตร์. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- รสสุคนธ์ อินทกานูร สวัสดิ์วงศ์ชัย. (2562). การพัฒนาทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับการใช้ผังมโนทัศน์ เรื่อง แรงและความดัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์ ค.ม. สกลนคร: มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.
- รัชณี ศรีพรหม. (2561). การพัฒนาชุดฝึกทักษะการอ่านภาษาอังกฤษโดยการเรียนแบบ MIA (Murdorh) ร่วมกับแผนผังความคิด (Mind Map) ที่มีต่อการคิดวิเคราะห์ ความสามารถในการอ่านเพื่อความเข้าใจ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. วิทยานิพนธ์ ค.ม. สกลนคร: มหาวิทยาลัยราชภัฏ สกลนคร.
- รัตนภรณ์ ขาวไชยมหา และปรีณ ทนชัยบุตร. (2561). การพัฒนาความสามารถในการ แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์โดยใช้การจัดการ เรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง ความน่าจะเป็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. *วารสารศึกษาศาสตร์ ฉบับวิจัยบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยขอนแก่น*, 12(2), 63-73.
- รัศมี พรหมโพสนท์. (2559). การพัฒนาความสามารถด้านความคิดวิเคราะห์และทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ร่วมกับกับปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง เรื่อง สารในชีวิตประจำวัน กลุ่มสาระการ เรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. วิทยานิพนธ์ ค.ม. สกลนคร: มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.

- รุ่งอรุณ ถ้ำวาปี. (2556). การพัฒนาการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ โดยใช้คู่มือการจัดการเรียนรู้
 วัฏจักรการเรียนรู้แบบ 7E บนพื้นฐานการคิดแบบโยนิโสมนสิการ และคู่มือการ
 จัดการเรียนรู้สืบเสาะหาความรู้แบบ สสวท. ที่ส่งผลต่อการคิดวิเคราะห์และ
 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ ค.ม.
 สกลนคร: มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.
- เรวดี กิจพัฒนาสมบัติ. (2556). การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และ
 ความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้
 รูปแบบการเรียนรู้ 7E. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร.
- ลือชา ลดาชาติ และลฎาภา ลดาชาติ. (2561). จากการรู้วิทยาศาสตร์และการสืบเสาะสู่
 สะเต็มศึกษาและการออกแบบ. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์,
 20(1), 246-260.
- วชรกมล พนิตองกริต. (2562). การพัฒนาคู่มือการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้สะเต็มศึกษา
 ร่วมกับการใช้ปัญหาเป็นฐาน ที่ส่งผลต่อความมีวินัยในตนเอง การแก้โจทย์ปัญหา
 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ ค.ม.
 สกลนคร: มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.
- วนิดา ราชรักษ์. (2548). การพัฒนาแบบฝึกความสามารถในการแก้ปัญหาสำหรับนักเรียน
 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- วนิดา สุขสมโสด. (2552). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้เรื่องแรงและความดัน
 ความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้น
 พื้นฐานของนักเรียนชั้น ประถมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักร
 การเรียนรู้ 7 ชั้น (7E) ร่วมกับแผนผังความคิด (Mind Map). วิทยานิพนธ์ กศ.ม.
 มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- วรินทร์ สุภาพ. (2561). การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา: วิธีการ
 ความหวัง และความท้าทาย. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์, 20(4),
 302-315.
- _____. (2561). ผังมโนทัศน์: เครื่องมือสำคัญสำหรับการจัดการศึกษาคณิตศาสตร์.
 วารสารวิชาการเครือข่ายบัณฑิตศึกษามหาวิทยาลัยภาคเหนือ, 8(14), 1-14.
- วยุภา จิตรสิงห์. (2534). การศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาของเด็กปฐมวัยที่ครูใช้
 คำถามแบบเชื่อมโยงเนื้อหาและแบบเชื่อมโยงประสบการณ์. วิทยานิพนธ์ ค.ม.
 กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

วรรณธนะ ปัดชา และสปีสกุล อยู่ยืนยง. (2559). ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ. *วารสารวิชาการ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร*, 9(3), 830–839.

วิศรา กัณหาสร้อย. (2559). ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (7E) เรื่อง วัสดุและสมบัติของวัสดุ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มโรงเรียนนาจิวโนนสมบูรณ์ จังหวัดขอนแก่น. *วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช*.

วรลักษณ์ เจริญชาติ. (2561). การพัฒนาการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ โดยใช้การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้แบบ 7 ขั้น เรื่อง พันธุกรรมกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. *วิทยานิพนธ์ ค.ม. สกลนคร: มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร*.

วัชร ประทุมรัตน์ และอินทิรา รอบรู้. (2563). การพัฒนาชุดการสอนการ์ตูน สำหรับกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสมุทรสาครวิทยาลัย จังหวัดสมุทรสาคร. *วารสารบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร*, 17(79), 62–73.

วิดาต หะยีตาเฮร์. (2556). ผลของรูปแบบการเรียนการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการแก้ปัญหา และเจตคติต่อการเรียน วิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในสังคมพหุวัฒนธรรม. *วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. สงขลา: มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์*.

วิมลรัตน์ สุนทรโรจน์. (2553). การออกแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบ Backward Design (พิมพ์ครั้งที่ 4). มหาสารคาม: กากะเยียนสำนักพิมพ์.

เวิน ริทัศน์โส. (2559). การพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ โดยจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น ร่วมกับการใช้แผนผังมโนทัศน์ตามหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. *วิทยานิพนธ์ ค.ม. สกลนคร: มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร*.

ครเนตร อารีโสภณพิเชฐ. (2557). กลยุทธ์การเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์: แผนทิมโนทัศน์. *วารสารครุศาสตร์*, 42(3), 194–211.

ศรีสุวรรณ ศรีสร้อย. (2559). การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และการคิดวิเคราะห์โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้แบบ 7 ขั้น เรื่อง ระบบนิเวศ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์. *วิทยานิพนธ์ ค.ม. สกลนคร: มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร*.

- ศศิธร พงษ์โกคา และอุบลวรรณ ส่งเสริม. (2558). การพัฒนาความสามารถในการคิด
แก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิคการ
แก้ปัญหอนาคตร่วมกับแผนผังความคิด. วารสารวิชาการ บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศิลปากร, 8(2), 1223-1237.
- ศศิธร เวียงวะลัย. (2556). การจัดการเรียนรู้. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- ศุภชัย ดวงคาน้อย. (2555). การศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง แสง โดยใช้รูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้
7 ขั้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. ขอนแก่น:
มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ศูนย์ส่งเสริมศึกษาแห่งชาติ. (2561). คู่มือหลักสูตรรอบบรมครูส่งเสริมศึกษา. เข้าถึงได้จาก
<http://sk.nfe.go.th/msk/UserFiles/File/stem.pdf> 8 สิงหาคม 2564.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2556). คู่มือการใช้หลักสูตร
วิทยาศาสตร์ฉบับอนาคต ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการ
สอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- _____. (2557). ความรู้เบื้องต้นส่งเสริม. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์
และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ.
- _____. (2560). คู่มือการใช้หลักสูตรรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: สถาบัน
ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สมชัย ปันงาม. (2557). Mind Map. เข้าถึงได้จาก
<http://school.obec.go.th/huakanlan/mindmap.pdf> 28 มิถุนายน 2564.
- สมนึก ภัททิยธนี. (2546). การวัดผลการศึกษา. (พิมพ์ครั้งที่ 4). กอฬลีนธ์: ประสานการพิมพ์.
- _____. (2549). การวัดผลการศึกษา. กอฬลีนธ์: ประสานการพิมพ์.
- สมพร วัชรปรีชาวงศ์. (2551). ความพึงพอใจของประชาชนต่อการให้บริการของเทศบาล
ตำบลห้วยชะยุ้ง อำเภอวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม.
ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- สวณีย์ เพ็ชรพงศ์. (2557). ผลการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นกระบวนการสืบเสาะหา
ความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับการสร้างผังมโนทัศน์เรื่องแสง ของนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร.

- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ. (2553). *แนวทางการจัดการเรียนรู้ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- สิงหา ประสิทธิ์พงศ์, ชาดิชาย โคกเขา, สมภพ อินทสุวรรณ และวชิรพัฒน์ จิวานิจ. (2562). การพัฒนาการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเพื่อยกระดับความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. *วารสารบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย*, 12(2), 89–103.
- สิริยาพร พลเล็ก. (2563). *การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง เคมีที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง*. วิทยานิพนธ์ ค.ม. สกลนคร: มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.
- สุกัญญา ศรีสาคร. (2547). *การพัฒนาความคิดแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่จัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการคิดแก้ปัญหาอนาคต*. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. นครปฐม: มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- สุทธิวรรณ พิศัทธิโสภณ. (2561). *การสร้างเครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน*. เข้าถึงได้จาก <http://www.mathayom9.go.th/nitad/analyze/achiev-1.pdf>
18 กรกฎาคม 2564
- สุนันท์ วัฒนวงศ์. (2556). *การเปรียบเทียบความสามารถการอ่านจับใจความและความสามารถในการคิดวิเคราะห์ วิชาภาษาไทย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบแผนผังมโนทัศน์ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้*. วิทยานิพนธ์ ค.ม. พระนครศรีอยุธยา: มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา.
- สุพรรณษา บุตตเขียว และสิทธิพล อาจอินทร์. (2560). การศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคแผนผังความคิด. *วารสารศึกษาศาสตร์ ฉบับวิจัยบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัย ขอนแก่น*, 11(2), 244–255.
- สุพัตรา เกษมเรืองกิจ. (2551). *ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดเห็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง นพบุรีศรีนครพิงค์ การค้นคว้าแบบอิสระ* ศษ.ม เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

- สุภกิจ โสทัต. (2558). *การวัดและประเมินผลการศึกษา*. นนทบุรี: ปัญญ์ ปัญญ์ พรินติ้ง กรุ๊ป จำกัด.
- สุภานันท์ บัณณาม. (2561). *การพัฒนาคู่มือการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา ที่มีผลต่อพฤติกรรมความร่วมมือความสามารถในการแก้ปัญหา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3*. วิทยานิพนธ์ ค.ม. สกลนคร: มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.
- สุวัฒน์ นิยมคำ. (2531). *ทฤษฎีและการปฏิบัติ : ในการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้*. กรุงเทพฯ: เจลเนอรัลบุ๊กเซนเตอร์.
- สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ. (2545). *21 วิธีการจัดการเรียนรู้ เพื่อพัฒนากระบวนการคิด*. กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.
- สุวิทย์ มูลคำ. (2547). *กลยุทธ์การสอนคิดวิเคราะห์*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ภาพพิมพ์.
- สุวิมล สาส์น และยุวัฒน์ คล้ายมงคล. (2563). ผลการจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษาโดยใช้กระบวนการเชิงวิศวกรรมที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนประถมศึกษา. *วารสารอิเล็กทรอนิกส์ทางการศึกษา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย*, 15(1), 1-11.
- เสาวนีย์ เกิดดวง. (2558). *การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 : การวิจัยปฏิบัติการ*. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ไสว พักขาว. (2544). *หลักการสอนสำหรับการเป็นครูมืออาชีพ*. กรุงเทพฯ: เอ็มพันธ์.
- หิรัญทรัพย์ เพ็ญเสนา. (2562). *การพัฒนาชุดฝึกทักษะวิชาคอมพิวเตอร์ โดยการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) ร่วมกับเทคนิค Jigsaw ที่ส่งผลต่อการแก้ปัญหาวินัยในตนเอง และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2*. วิทยานิพนธ์ ค.ม. สกลนคร: มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.
- อภิญญา สิงห์โต. (2563). *การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1*. *วารสารมหาจุฬนาครธรรมสาร*, 7(7), 387-398.
- อรชา วราวิทย์. (2536). *การตัดสินใจแก้ปัญหาของเด็กปฐมวัย*. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- อรพรรณ ธนะขว้าง. (2559). ผลการใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบ 7E ที่มีต่อสมรรถนะการใช้จักรพยานทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง มนุษย์กับสิ่งแวดล้อม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3. *วารสารศึกษาศาสตร์*, 27(2), 82-97.
- อัครรัฐ นามะกันคา. (2550). *การเปรียบเทียบความเข้าใจเชิงแนวคิดเรื่องวงจรไฟฟ้า กระแสตรงของนักเรียนสายสามัญกับสายอาชีพ*. วิทยานิพนธ์ วท.ม. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- อาทิตย์ นิมกุล, สกลรัตน์ แก้วดี และนิพาดา เรือนแก้ว ดิษยทัต. (2560). ผลของการจัดการเรียนรู้ชีววิทยาตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย. *วารสารอิเล็กทรอนิกส์ทางการศึกษา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย*, 12(1), 324-342.
- อาทิตยา ขาวพราย. (2562). การพัฒนาหลักสูตรกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น. *วารสารราชภัฏเพชรบูรณ์สาร*, 21(1), 55-62.
- อารยา แก้วบัดดี, จินตนา ศิริธัญญารัตน์ และนันท์ภัส นิยมทรัพย์. (2564). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5. 10(2), 130-148.
- อุไรวรรณ โคตะสา. (2553). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องระบบต่าง ๆ ในร่างกายมนุษย์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้เทคนิคแผนผังความคิด*. วิทยานิพนธ์ วท.ม. อุบลราชธานี: มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.
- Andani, M. &. (2019). Pengaruh Penerapan Model Pembelajaran Learning Cycle 7E terhadap Keterampilan Proses Sains Siswa pada Materi Koloid di SMA Negeri 10 Pekanbaru. *Journal of Natural Science and Integration*, 2(1), 54-75.
- Ault, C. (1985). *Concept Mapping as a Study Strategy in Earth Science*. Journal of College Science Teaching.
- Ausubel Paul David. (1986). *Education Psychology: A Cognitive View*. New York: Holt Rinehart and Winston.

- Balta, N., & Sarac, H. (2016). The Effect of 7E Learning Cycle on Learning in Science Teaching: A meta-Analysis Study. *European Journal of Educational Research*, 5(2), 61–72.
- Buzan, T. & Buzan, B. (1996). *The Mind Map Book : How to Use Radiant Thinking to Maximize Your Brain's Untapped Potential*. New York: Plume Books.
- Buzan, T. (1991). *Use both sides of your Brain* . New York: Penquin Groub.
- Cañas, A. J., Reiska, P., & Möllits, A. (2017). Developing higher-order thinking skills with concept mapping: A case of pedagogic frailty. *Knowledge Management & E-Learning: An International Journal (KM&EL)*, 9(3), 348–365.
- Eisenkraft, A. (2003). "Expanding the 5E model," *The Science*. 56–59.
- Fatimah, F. M., & Anggrisia, N. F. (2018). The Effectiveness of 7E Learning Model to Improve Scientific Literacy. *Advances in Social Science, Education and Humanities Research*, 22, 18–22.
- Gagne, R. M. (1970). *The Conditions of Learning (2nd ed.)*. New York: Holt Rinehart and Winston.
- Good, C. V., & Merkel, W. R. (1973). *Dictionary of Education*. New York: McGraw–Hill.
- J D. & Gowin, D B. Novak. (1984). *Learning How to Learn*. London: Cambridge University Press.
- Katagall, R., Rakesh, D., Goudar, R., & Rao, S. (2015). Concept Mapping in Education and Semantic Knowledge Representation: an Illustrative Survey. *Procedia Computer Science*, 48, 638–643.
- Keith, J., & Keith, M. (1981). *Communication in the Classroom: Applications and Methods for a Communicative Approach*. Harlow Essex: Longman.
- Kuder, & Richardson. (1937). The theory of the estimation of test reliability. *Psychometrika*, 2, 151–160.
- Novak, J. a. (1984). *Learning How to Learn*. London: Cambridge University Press.
- Park, D.–Y., Park, M.–H., & Bates, A. B. (2018). Exploring Young Children's Understanding About the Concept of Volume Through Engineering Design in a STEM Activity: A Case Study. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 16, 275–294.

- Shaheen, M. N. (2015). Improving students' achievement in biology using 7e instructional model: an experimental study. *Mediterranean Journal of Social Sciences*, 6(4), 471–481.
- Sharma, S. (2020). Fostering the integrated science process skills among secondary school students through 7E learning instructional model. *Studies in Indian Place Names (UGC Care Journal)*, 40(40), 2100–2109.
- Souillard, A., & Kerr, A. (1990). Problem Solving Activities for Science and Technology Students. *English Teaching Forum*, 28–32.
- Suardana, I. N. (2018). Students' Critical Thinking Skills in Chemistry Learning Using Local Culture-Based 7E Learning Cycle Model. *International Journal of Instruction*, 11(2), 399–412.

มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี

ภาคผนวก

มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี

ภาคผนวก ก

1. รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ
2. หนังสือรับรองจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์
3. หนังสือขอความอนุเคราะห์ทดลองใช้เครื่องมือ
4. หนังสือขอความอนุเคราะห์เก็บรวบรวมข้อมูล

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

1. ผศ.ดร.สุรศักดิ์ แสนทวีสุข อาจารย์ประจำสาขาวิชาฟิสิกส์
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
2. นายรุ่งทิวากรณ์กาญจน์ ศรีบุญไชย ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการ
เรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โรงเรียนโพนงามศึกษา อำเภออากาศอำนวย จังหวัด
สกลนคร สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาสกลนคร
3. นางพรพิศ แสนมนตรี ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โรงเรียนอากาศอำนวยศึกษา อำเภออากาศอำนวย
จังหวัดสกลนคร สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาสกลนคร

ที่ อว ๐๖๒๑.๑๒/ว ๔๔๐



มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
๖๘๐ ถ.นิตโย ต.ธาตุเชิงชุม
อ.เมือง จ.สกลนคร ๔๗๐๐๐

๑๙ มีนาคม ๒๕๖๖

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรศักดิ์ แสนทวีสุข

- สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. กรอบแนวคิดการวิจัย และนิยามศัพท์เฉพาะ
๒. เครื่องมือการวิจัย
๓. แบบประเมินเครื่องมือการวิจัย

ด้วย นางสาวจิราภรณ์ บงศ์บุตร รหัสประจำตัวนักศึกษา ๖๓๔๒๑๒๓๘๑๐๒ ซึ่งเป็นนักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕ เรื่องไฟฟ้ากระแส โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิด” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต (ค.ม.) โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรรษกร วรรณนะสาร เป็นประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภาคทอง ปานสุขวัชร เป็นกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถ และเชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์ท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการพิจารณาตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย เพื่อใช้ประกอบการทำวิทยานิพนธ์ที่นักศึกษาได้จัดทำขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรศักดิ์ แสนทวีสุข)

ผู้อำนวยการบัณฑิตวิทยาลัย ปฏิบัติราชการแทน

อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

บัณฑิตวิทยาลัย

โทร. ๐ ๔๒๙๗ ๐๒๒๙

โทรสาร ๐ ๔๒๙๗ ๐๐๓๒

ผู้ประสานงาน นางสาวจิราภรณ์ บงศ์บุตร โทรศัพท์เคลื่อนที่ ๐๙ ๖๘๙๑ ๙๗๕๗



ที่ อว ๐๖๒๑.๑๒/ว ๔๔๐

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
๖๘๐ ถ.นิตโย ต.ธาตุเชิงชุม
อ.เมือง จ.สกลนคร ๔๗๐๐๐

๑๙ มีนาคม ๒๕๖๖

เรื่อง ขออนุมัติครุภัณฑ์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย

เรียน นายรุ่งทิวาการกาญจน์ ศรีบุญไชย

- สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. กรอบแนวคิดการวิจัย และนิยามศัพท์เฉพาะ
๒. เครื่องมือการวิจัย
๓. แบบประเมินเครื่องมือการวิจัย

ด้วย นางสาวจิราภรณ์ บงศ์บุตร รหัสประจำตัวนักศึกษา ๖๓๔๒๑๒๓๘๑๐๒ ซึ่งเป็นนักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕ เรื่องไฟฟ้ากระแส โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิด” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต (ค.ม.) โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.หรรษกร วรธนะสาร เป็นประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ถาดทอง ปานคู่ภักดิ์ เป็นกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถและเชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขออนุมัติครุภัณฑ์ท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการพิจารณาตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย เพื่อใช้ประกอบการทำวิทยานิพนธ์ที่นักศึกษาได้จัดทำขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรศักดิ์ แสนทวีสุข)
ผู้อำนวยการบัณฑิตวิทยาลัย ปฏิบัติราชการแทน
อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

บัณฑิตวิทยาลัย

โทร. ๐ ๔๒๔๗ ๐๒๒๔

โทรสาร ๐ ๔๒๔๗ ๐๐๓๒

ผู้ประสานงาน นางสาวจิราภรณ์ บงศ์บุตร โทรศัพท์เคลื่อนที่ ๐๙ ๖๘๔๑ ๙๗๕๗



ที่ อว ๐๖๒๑.๑๒/ว ๔๔๐

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

๖๘๐ ถ.นิตโย ต.ธาตุเชิงชุม

อ.เมือง จ.สกลนคร ๔๗๐๐๐

๑๙ มีนาคม ๒๕๖๖

เรื่อง ขออนุญาตเป็นผู้อยู่เกี่ยวข้องตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย

เรียน นางพรพิศ แสนมนตรี

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. กรอบแนวคิดการวิจัย และนิยามศัพท์เฉพาะ

๒. เครื่องมือการวิจัย

๓. แบบประเมินเครื่องมือการวิจัย

ด้วย นางสาวจิราภรณ์ บงศ์บุตร รหัสประจำตัวนักศึกษา ๖๓๔๒๑๒๓๘๑๐๒ ซึ่งเป็นนักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕ เรื่องไฟฟ้ากระแส โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิด” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต (ค.ม.) โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.หรรษกร วรรณธนะสาร เป็นประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ถาดทอง ปานคุกวัชร เป็นกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถ และเชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขออนุญาตให้ท่านเป็นผู้เกี่ยวข้องในการพิจารณาตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย เพื่อให้ประกอบการทำวิทยานิพนธ์ที่นักศึกษาได้จัดทำขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรศักดิ์ แสนทวีสุข)

ผู้อำนวยการบัณฑิตวิทยาลัย ปฏิบัติราชการแทน

อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

บัณฑิตวิทยาลัย

โทร. ๐ ๔๒๔๗ ๐๒๒๙

โทรสาร ๐ ๔๒๔๗ ๐๐๓๒

ผู้ประสานงาน นางสาวจิราภรณ์ บงศ์บุตร โทรศัพท์เคลื่อนที่ ๐๙ ๖๘๔๙ ๙๗๕๗



COA NO. ๐๓๙/๒๕๖๖

IEC NO. HE ๖๖-๐๑๙

คณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

ขอรับรองว่าโครงการวิจัยเรื่อง : การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕ เรื่อง ไฟฟ้ากระแส โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา
ร่วมกับแผนผังความคิด (Development Of Problem - Solving Abilities And
Learning Achievement Of Mathayomsuksa ๕ Students On The Topic
Of Electricity By Using STEM Education And Mind Mapping)

หัวหน้าโครงการวิจัย : นางสาวจิราภรณ์ บงศ์บุตร

ผู้ร่วมโครงการวิจัย : ๑. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ทรรษกร วรธนะสาร
๒. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ภาดทอง ปานศุภวัชร

หน่วยงานต้นสังกัด : สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์

เอกสารที่รับรอง

๑. แบบขอรับการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์
๒. แบบฟอร์มโครงการวิจัย
๓. ประวัติผู้วิจัย/ผู้ร่วมวิจัย
๔. เอกสารชี้แจงอาสาสมัครที่เข้าร่วมโครงการวิจัย (สำหรับตอบแบบสอบถาม-เด็กอายุ ๑๓-๑๗ ปี)
๕. เอกสารชี้แจงผู้ปกครองอาสาสมัครที่เข้าร่วมโครงการวิจัย (สำหรับตอบแบบสอบถาม-เด็กอายุ ๑๓-๑๗ ปี)
๖. แบบแสดงความยินยอมให้ทำการวิจัยจากอาสาสมัคร (สำหรับเด็กอายุ ๑๓-๑๗ ปี)
๗. แบบแสดงความยินยอมให้ทำการวิจัยจากอาสาสมัคร (สำหรับผู้ปกครองเด็กอายุ ๑๓-๑๗ ปี)
๘. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่
 - ๘.๑ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ ๑ เรื่อง กระแสไฟฟ้า
 - ๘.๒ แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่อง ไฟฟ้ากระแส
 - ๘.๓ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - ๘.๔ แบบประเมินความพึงพอใจ

ได้ผ่านการรับรองจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์แบบยกเว้น (Exemption Review) จากคณะกรรมการ
จริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร โดยยึดหลักพื้นฐานของหลักจริยธรรมการวิจัยสากล

รับรอง ณ ๓๐ มีนาคม ๒๕๖๖
วันหมดอายุ ๓๐ มีนาคม ๒๕๖๗
รายงานความก้าวหน้า -

ผู้วิจัย กุปตะบุต
(นางสาวสุธาสินี กุปตะบุต)
ประธานกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์
มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

ทั้งนี้ การรับรองนี้มีเงื่อนไขดังที่ระบุไว้ด้านหลังทุกข้อ

สำนักงานคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร ชั้น ๒ อาคารปฏิบัติการตรวจวิเคราะห์วิจัย เทคโนโลยี
และนวัตกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร เลขที่ ๖๘๐ ถนนมิตรภาพ ตำบลเมืองสกลนคร จ.สกลนคร รหัสไปรษณีย์ ๔๗๐๐๐
โทรศัพท์ ๐๔๒-๙๗๐-๐๕๕



ที่ อว ๐๖๒๑.๑๒/๕๒๑

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
๖๘๐ ถ.นิตโย ต.ธาตุเชิงชุม
อ.เมือง จ.สกลนคร ๔๗๐๐๐

๑๑ เมษายน ๒๕๖๖

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ทดลองใช้เครื่องมือการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนโพนงามศึกษา

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือการวิจัย

ด้วย นางสาวจิราภรณ์ บงศ์บุตร รหัสประจำตัวนักศึกษา ๖๓๔๒๑๒๓๘๑๐๒ ซึ่งเป็นนักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕ เรื่อง ไฟฟ้ากระแส โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังความคิด” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต (ค.ม.) โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.หรรษกร วรรณนสาร เป็นประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ถาดทอง ปานสุขวัชร เป็นกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ทั้งนี้ นักศึกษามีความประสงค์ขอทดลองใช้เครื่องมือการวิจัย เพื่อหาความเชื่อมั่นในการศึกษาวิจัยประกอบการทำวิทยานิพนธ์ ดังนั้น บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร จึงขอความอนุเคราะห์ท่านอนุญาตให้นักศึกษาทำการทดลองใช้เครื่องมือวิจัยดังกล่าวด้วย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จิรภัทร เร็มศรี)

รองผู้อำนวยการฝ่ายแผนงานและงบประมาณ รักษาการแทน

ผู้อำนวยการบัณฑิตวิทยาลัย ปฏิบัติราชการแทน

อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

บัณฑิตวิทยาลัย

โทร. ๐ ๔๒๔๗ ๐๒๒๙

โทรสาร ๐ ๔๒๔๗ ๐๐๓๒

ผู้ประสานงาน นางสาวจิราภรณ์ บงศ์บุตร โทรศัพท์เคลื่อนที่ ๐๙ ๖๘๔๑ ๘๗๕๗

ที่ อว ๐๖๒๑.๑๒/๖๐๓



มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
๖๘๐ ถ.นิตโย ต.ธาตุเชิงชุม
อ.เมือง จ.สกลนคร ๔๗๐๐๐

๙ พฤษภาคม ๒๕๖๖

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนโพนงามศึกษา

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือการวิจัย

ด้วย นางสาวจิราภรณ์ บงศ์บุตร รหัสประจำตัวนักศึกษา ๖๓๔๒๑๒๓๘๑๐๒ ซึ่งเป็นนักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕ เรื่อง ไฟฟ้ากระแส โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิด” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต (ค.ม.) โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.หรรษกร วรรณะสาร เป็นประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ถาดทอง ปานสุขวัชร เป็นกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

เพื่อให้การศึกษาครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร จึงขอความอนุเคราะห์จากท่าน ให้นักศึกษารายดังกล่าวได้เก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัย โดยเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้ผ่านการรับรองจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์แบบยกเว้น (Exemption Review) จากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร โดยยึดหลักพื้นฐานของหลักจริยธรรมการวิจัยสากลเลขที่ใบรับรอง ๐๓๙/๒๕๖๖ ลงวันที่ ๓๐ มีนาคม พ.ศ. ๒๕๖๖ เพื่อนำข้อมูลที่ได้ประกอบการศึกษาวิทยานิพนธ์ และขอขอบคุณในความอนุเคราะห์มา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรศักดิ์ แสนทวีสุข)
ผู้อำนวยการบัณฑิตวิทยาลัย ปฏิบัติราชการแทน
อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

บัณฑิตวิทยาลัย

โทร. ๐ ๔๒๙๗ ๐๒๒๙

โทรสาร ๐ ๔๒๙๗ ๐๐๓๒

ผู้ประสานงาน นางสาวจิราภรณ์ บงศ์บุตร โทรศัพท์เคลื่อนที่ ๐๙ ๖๘๙๑ ๙๗๕๗

รายชื่อนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 โรงเรียนโพธิ์งามศึกษา

1. ไตรภพ บุญชาญ
2. ทักษิณัย โต่งจันทร์
3. ธนกร ช่วยรักษา
4. ธนวุฒิ โคตรพรม
5. นนธวัช บุตรสุวรรณ
6. นันทกร ขวัญไร่
7. พงษกร ราษี
8. พิริยะ คุณบุราณ
9. ภูรินทร์ อุดรี
10. ศิริสิทธิ์ เขียนจันทา
11. สุกฤต เกาโคตรศรี
12. อันดา แคมคำภา
13. อิศรานุวัฒน์ บุญชาญ
14. กนกนาฏ พาบุ
15. กุสุมา โคตรระ
16. ฌัฐนิชา วงศ์เทราช
17. ธัญดา ขานคำภา
18. พรนภา เปาวนา
19. รัตนาวดี คุณบุราณ
20. ราชาวดี อูระ
21. ลูกจันทร์ แป้นเหมือน
22. วรัญญา แถวพันธ์
23. วาสิตา ชัยดวง
24. ศิริยากร บุญชาญ
25. สิริยากร กุลภา
26. สุชัญญา นุประทุม
27. โสธยา คำเวียง
28. อารยา โต่งจันทร์
29. กรวิชญ์ กวามปรีชา
30. ชลลดา ศรีสมัย

ภาคผนวก ข

ผลการประเมินและวิเคราะห์หาคุณภาพของเครื่องมือวิจัย

1. การประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิด เรื่อง ไฟฟ้ากระแส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
2. ผลการประเมินดัชนีความสอดคล้องกับจุดประสงค์ระหว่างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิด เรื่อง ไฟฟ้ากระแส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
3. ผลการประเมินดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับแผนการจัดการเรียนรู้ (IOC) เรื่อง ไฟฟ้ากระแส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
4. ค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ไฟฟ้ากระแส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
5. ผลการประเมินดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหากับแผนการจัดการเรียนรู้ (IOC) หน่วย เรื่อง ไฟฟ้ากระแส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
6. ค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่อง ไฟฟ้ากระแส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
7. ผลการประเมินดัชนีความสอดคล้องแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ตาราง 14 การประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

ร่วมกับแผนผังความคิด เรื่อง ไฟฟ้ากระแส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ			ค่าเฉลี่ย	ระดับความเหมาะสม
	1	2	3		
ด้านองค์ประกอบของแผน					
1. กำหนดองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ถูกต้องและครบถ้วน	5	4	4	4.33	เหมาะสมมาก
2. เขียนสาระสำคัญสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ และบ่งบอกถึงสิ่งสำคัญของเรื่องที่จะสอนได้ชัดเจน	5	4	5	4.67	เหมาะสมมากที่สุด
3. จุดประสงค์การเรียนรู้ในแต่ละแผนสอดคล้องกับตัวชี้วัดของหลักสูตร	5	5	5	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
4. มีการกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ได้ครบ ทั้งด้านความรู้ ด้านทักษะกระบวนการ และด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์	5	5	4	4.67	เหมาะสมมากที่สุด
เฉลี่ย				4.67	เหมาะสมมากที่สุด
ด้านเนื้อหาสาระการเรียนรู้					
5. เนื้อหาสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ และผลการเรียนรู้ของหลักสูตร	5	5	4	4.67	เหมาะสมมากที่สุด
6. เนื้อหามีความน่าสนใจ เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	5	5	5	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
7. เนื้อหาสาระในแต่ละเรื่องทำให้นักเรียนมีความรู้ ความเข้าใจ เกิดการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา และนำความรู้ไปใช้ได้	4	5	5	4.67	เหมาะสมมากที่สุด

ตาราง 14 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ			ค่าเฉลี่ย	ระดับความเหมาะสม
	1	2	3		
8. เนื้อหาสาระในแต่ละเรื่องมีความเหมาะสมกับเวลาที่ใช้ในการศึกษา	5	4	4	4.33	เหมาะสมมาก
เฉลี่ย				4.67	เหมาะสมมากที่สุด
ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้					
9. กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องเหมาะสมกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	4	4.67	เหมาะสมมากที่สุด
10. กิจกรรมการเรียนรู้สามารถพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาได้	5	4	5	4.67	เหมาะสมมากที่สุด
11. กิจกรรมเป็นไปตามขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิด	4	5	4	4.33	เหมาะสมมากที่สุด
12. กิจกรรมการเรียนรู้ทำให้นักเรียนได้ปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง	5	5	5	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
เฉลี่ย				4.67	เหมาะสมมากที่สุด
ด้านสื่อและอุปกรณ์การเรียนรู้					
13. มีสื่อประกอบที่หลากหลายน่าสนใจทันสมัย และเตรียมได้ง่าย	5	5	5	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
14. สื่อและอุปกรณ์เหมาะสมกับการจัดกิจกรรม	4	5	4	4.33	เหมาะสมมาก
15. สื่อและอุปกรณ์ช่วยให้นักเรียนสร้างความรู้ ความเข้าใจ และช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาได้	4	5	5	4.67	เหมาะสมมากที่สุด

ตาราง 14 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ			ค่าเฉลี่ย	ระดับความเหมาะสม
	1	2	3		
16. สื่อและอุปกรณ์การจัดการเรียนรู้ ทำให้นักเรียนสามารถนำวิธีการเรียนรู้ ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้	5	5	5	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
เฉลี่ย				4.75	เหมาะสมมากที่สุด
ด้านการวัดผลและประเมินผล					
17. วิธีการวัดผล ประเมินผลสอดคล้อง กับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
18. วัดและประเมินผลได้ครอบคลุม พฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย ทักษะพิสัย และจิตพิสัย	5	5	5	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
19. มีการวัดและการประเมินผลด้วย รูปแบบที่หลากหลาย ได้แก่ การ ประเมินด้านความรู้ ด้านทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และ ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์	5	5	5	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
20. เครื่องมือที่ใช้ในการวัดผล ประเมินผลมีความเหมาะสม สามารถ นำไปใช้ได้ตรงตามวัตถุประสงค์	5	5	5	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
เฉลี่ย				5.00	เหมาะสมมากที่สุด

การแปลความหมายค่าเฉลี่ย

ค่าเฉลี่ย 4.51–5.00 เหมาะสมมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.51–4.50 เหมาะสมมาก

ค่าเฉลี่ย 2.51–3.50 เหมาะสมปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.51–2.50 เหมาะสมน้อย

ค่าเฉลี่ย 0.00–1.50 เหมาะสมน้อยที่สุด

ตาราง 15 ผลการประเมินดัชนีความสอดคล้องกับจุดประสงค์ระหว่างแผนการจัดการ

เรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิด เรื่อง ไฟฟ้ากระแส

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

จุดประสงค์การเรียนรู้	แผนการจัดการเรียนรู้	ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ/คนที่			รวม	IOC	สรุปผล
		1	2	3			
1. อธิบายการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนอิสระและกระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำ ความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำกับความเร็วลอยเลื่อนของอิเล็กตรอนอิสระ ความหนาแน่นของอิเล็กตรอนในลวดตัวนำ และพื้นที่หน้าตัดของลวดตัวนำ และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง กระแสไฟฟ้า	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
2. ทดลอง และอธิบายกฎของโอห์ม อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความต้านทานกับความยาว พื้นที่หน้าตัด และสภาพต้านทานของตัวนำ โลหะที่อุณหภูมิคงตัว และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งอธิบายและคำนวณความต้านทานสมมูลเมื่อนำตัวต้านทานมาต่อกันแบบอนุกรมและแบบขนาน	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้ากับความต่างศักย์	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้

ตาราง 15 (ต่อ)

จุดประสงค์การเรียนรู้	แผนการจัดการ เรียนรู้	ความเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ/คนที่			รวม	IOC	สรุป ผล
		1	2	3			
3. ทดลอง อธิบาย และ คำนวณอีเอ็มเอฟของ แหล่งกำเนิดไฟฟ้า กระแสตรง รวมทั้ง อธิบาย และคำนวณ พลังงานไฟฟ้า และ กำลังไฟฟ้า	แผนการจัดการ เรียนรู้ที่ 3 เรื่อง พลังงานใน วงจรไฟฟ้า กระแสตรง	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
4. ทดลอง และคำนวณ อีเอ็มเอฟสมมูลจากการ ต่อแบตเตอรี่แบบ อนุกรมและแบบขนาน รวมทั้งคำนวณปริมาณ ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องใน วงจรไฟฟ้ากระแสตรงซึ่ง ประกอบด้วยแบตเตอรี่ และตัวต้านทาน	แผนการจัดการ เรียนรู้ที่ 4 เรื่อง แบตเตอรี่ และวงจรไฟฟ้า กระแสตรง เบื้องต้น	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
5. อธิบายการเปลี่ยน พลังงานทดแทนเป็น พลังงานไฟฟ้า รวมทั้ง สืบค้นและอภิปราย เกี่ยวกับเทคโนโลยีที่ นำมาแก้ปัญหาหรือ ตอบสนองความต้องการ ทางด้านพลังงาน โดย เน้นด้านประสิทธิภาพ และความคุ้มค่าด้าน ค่าใช้จ่าย	แผนการจัดการ เรียนรู้ที่ 5 พลังงานไฟฟ้า จากพลังงาน ทดแทนและ เทคโนโลยีด้าน พลังงาน	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้

ตาราง 16 ผลการประเมินดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการ
เรียนกับแผนการจัดการเรียนรู้ (IOC) เรื่อง ไฟฟ้ากระแส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ข้อที่	ผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญคนที่			รวม	IOC	สรุปผล
	1	2	3			
1	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
2	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
3	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
4	+1	+1	0	2	0.67	ใช้ได้
5	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
6	0	0	+1	1	0.33	ใช้ไม่ได้
7	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
8	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
9	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
10	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
11	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
12	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
13	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้
14	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
15	+1	+1	0	2	0.67	ใช้ได้
16	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
17	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้
18	0	+1	+1	2	0.67	ใช้ได้
19	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
20	0	+1	0	1	0.33	ใช้ไม่ได้
21	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
22	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
23	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
24	+1	+1	0	2	0.67	ใช้ได้

ตาราง 16 (ต่อ)

ข้อที่	ผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญคนที่			รวม	IOC	สรุปผล
	1	2	3			
25	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้
26	+1	+1	0	2	0.67	ใช้ได้
27	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
28	0	+1	+1	2	0.67	ใช้ได้
29	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
30	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
31	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
32	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
33	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
34	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
35	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
36	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
37	0	0	+1	1	0.33	ใช้ไม่ได้
38	+1	+1	0	2	0.67	ใช้ได้
39	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
40	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
รวม					34.67	
เฉลี่ย					0.87	

ตาราง 17 ค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ไฟฟ้ากระแส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ข้อที่	การวิเคราะห์		ผลการพิจารณา	
	p	r	แปลผลค่า p	แปลผลค่า r
1	0.40	0.53	ปานกลาง	ดี
2	0.47	0.53	ปานกลาง	ดี
3	0.60	0.67	ปานกลาง	ดีมาก
4	0.43	0.73	ปานกลาง	ดีมาก
5	0.50	0.33	ปานกลาง	พอใช้ได้
6	0.60	0.40	ปานกลาง	ดี
7	0.63	0.47	ค่อนข้างง่าย	ดี
8	0.60	0.77	ปานกลาง	ดีมาก
9	0.90	0.07	ง่ายมาก	ใช้ไม่ได้
10	0.40	0.67	ปานกลาง	ดีมาก
11	0.60	0.40	ปานกลาง	ดี
12	0.43	0.47	ปานกลาง	ดี
13	0.60	0.53	ปานกลาง	ดี
14	0.60	0.80	ปานกลาง	ดีมาก
15	0.50	0.33	ปานกลาง	ดี
16	0.67	0.53	ค่อนข้างง่าย	ดี
17	0.60	0.53	ปานกลาง	ดี
18	0.67	0.40	ค่อนข้างง่าย	ดี
19	0.50	0.60	ปานกลาง	ดี
20	0.63	0.20	ค่อนข้างง่าย	ใช้ไม่ได้
21	0.73	0.40	ค่อนข้างง่าย	ดี
22	0.23	0.33	ค่อนข้างยาก	ดี
23	0.37	0.20	ค่อนข้างยาก	พอใช้
24	0.67	0.13	ค่อนข้างง่าย	ใช้ไม่ได้

ตาราง 17 (ต่อ)

ข้อที่	การวิเคราะห์		ผลการพิจารณา	
	p	r	แปลผลค่า p	แปลผลค่า r
25	0.30	0.07	ค่อนข้างยาก	ใช้ไม่ได้
26	0.63	0.33	ค่อนข้างง่าย	ดี
27	0.57	0.33	ปานกลาง	ดี
28	0.53	0.40	ปานกลาง	ดี
29	0.67	0.53	ค่อนข้างง่าย	ดี
30	0.70	0.47	ค่อนข้างง่าย	ดี
31	0.67	0.27	ค่อนข้างง่าย	พอใช้
32	0.63	0.33	ค่อนข้างง่าย	ดี
33	0.67	0.67	ค่อนข้างง่าย	ดีมาก
34	0.83	0.33	ง่ายมาก	ดี
35	0.67	0.00	ค่อนข้างง่าย	ใช้ไม่ได้
36	0.70	0.47	ค่อนข้างง่าย	ดี
37	0.57	0.47	ปานกลาง	ดี
38	0.43	0.20	ปานกลาง	พอใช้
39	0.80	0.27	ค่อนข้างง่าย	พอใช้
40	0.63	0.73	ค่อนข้างง่าย	ดีมาก
ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ เท่ากับ 0.92				

จากตาราง 17 วิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ไฟฟ้ากระแส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้สูตร KR-20 เท่ากับ 0.92

ตาราง 18 ผลการประเมินดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา กับแผนการจัดการเรียนรู้ (IOC) เรื่อง ไฟฟ้ากระแส
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ข้อที่	ผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญคนที่			รวม	IOC	สรุปผล
	1	2	3			
1	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
2	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
3	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้
4	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
5	+1	+1	0	2	0.67	ใช้ได้
6	0	+1	+1	2	0.67	ใช้ได้
7	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
8	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
9	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้
10	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
11	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
12	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
13	0	+1	+1	2	0.67	ใช้ได้
14	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
15	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
16	+1	+1	0	2	0.67	ใช้ได้
17	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
18	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
19	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
20	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
21	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้
22	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้

ตาราง 18 (ต่อ)

ข้อที่	ผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญคนที่			รวม	IOC	สรุปผล
	1	2	3			
23	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
24	0	+1	+1	2	0.67	ใช้ได้
25	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
26	+1	+1	0	2	0.67	ใช้ได้
27	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
28	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้
29	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้
30	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
31	0	-1	+1	0	0.00	ใช้ไม่ได้
32	0	+1	+1	1	0.67	ใช้ได้
33	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
34	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
35	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
36	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
37	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
38	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
39	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
40	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
รวม					35.00	
เฉลี่ย					0.80	

ตาราง 19 ค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับของ
แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่อง ไฟฟ้ากระแส
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ข้อที่	การวิเคราะห์		ผลการพิจารณา	
	p	r	แปลผลค่า p	แปลผลค่า r
1	0.53	0.27	ปานกลาง	พอใช้ได้
2	0.70	0.60	ค่อนข้างง่าย	ดีมาก
3	0.77	0.33	ค่อนข้างง่าย	พอใช้ได้
4	0.40	0.13	ปานกลาง	ใช้ไม่ได้
5	0.53	0.13	ปานกลาง	ใช้ไม่ได้
6	0.60	0.40	ปานกลาง	ดี
7	0.50	0.60	ปานกลาง	ดี
8	0.70	0.33	ค่อนข้างง่าย	พอใช้ได้
9	0.63	0.60	ค่อนข้างง่าย	ดี
10	0.53	0.40	ปานกลาง	ดี
11	0.50	0.20	ปานกลาง	พอใช้ได้
12	0.57	0.20	ปานกลาง	พอใช้ได้
13	0.33	0.40	ค่อนข้างยาก	ดี
14	0.57	0.47	ปานกลาง	ดี
15	0.70	0.20	ค่อนข้างง่าย	พอใช้ได้
16	0.73	0.53	ค่อนข้างง่าย	ดี
17	0.50	0.33	ปานกลาง	พอใช้ได้
18	0.60	0.13	ปานกลาง	ใช้ไม่ได้
19	0.43	0.07	ปานกลาง	ใช้ไม่ได้
20	0.47	0.27	ปานกลาง	พอใช้ได้
21	0.70	0.20	ค่อนข้างง่าย	พอใช้ได้
22	0.60	0.27	ปานกลาง	พอใช้ได้

ตาราง 19 (ต่อ)

ข้อที่	การวิเคราะห์		ผลการพิจารณา	
	p	r	แปลผลค่า p	แปลผลค่า r
23	0.60	0.40	ปานกลาง	ดี
24	0.57	0.47	ปานกลาง	ดี
25	0.63	0.33	ค่อนข้างง่าย	พอใช้ได้
26	0.67	0.13	ค่อนข้างง่าย	ใช้ไม่ได้
27	0.60	0.13	ปานกลาง	ใช้ไม่ได้
28	0.60	0.27	ปานกลาง	พอใช้ได้
29	0.60	0.53	ปานกลาง	ดี
30	0.60	0.27	ปานกลาง	พอใช้ได้
31	0.63	0.33	ค่อนข้างง่าย	พอใช้ได้
32	0.57	0.73	ปานกลาง	ดีมาก
33	0.60	0.40	ปานกลาง	ดี
34	0.37	0.33	ค่อนข้างยาก	พอใช้ได้
35	0.53	0.27	ปานกลาง	พอใช้ได้
36	0.53	0.40	ปานกลาง	ดี
37	0.33	0.53	ค่อนข้างยาก	ดี
38	0.57	0.33	ปานกลาง	พอใช้ได้
39	0.67	0.40	ค่อนข้างง่าย	ดี
40	0.40	0.27	ปานกลาง	พอใช้ได้

ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา
เรื่อง ไฟฟ้ากระแส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เท่ากับ 0.87

ตาราง 20 ผลการประเมินดัชนีความสอดคล้องแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

รายการประเมิน	ความเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ/คนที่			รวม	IOC	สรุป
	1	2	3			
ด้านเนื้อหาสาระการเรียนรู้						
1. ได้รับความรู้เรื่อง ไฟฟ้ากระแส ที่มีความสอดคล้องกับมาตรฐาน การเรียนรู้และผลการเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
2. เนื้อหาในแต่ละเรื่องทำให้นักเรียน สามารถนำความรู้ไปใช้ใน การพัฒนาความสามารถในการ แก้ปัญหาได้	+1	+1	0	2	0.67	ใช้ได้
3. เนื้อหาวิชามีความชัดเจน น่าสนใจ และเข้าใจง่าย	+1	+1	0	2	0.67	ใช้ได้
4. เนื้อหาวิชาทำให้นักเรียนเกิด ความสามารถในการแก้ปัญหาและ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
5. เนื้อหาวิชาในแต่ละเรื่องมีความ เหมาะสมกับเวลาที่ใช้ในการเรียน	0	+1	+1	2	0.67	ใช้ได้
ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้						
6. สอดคล้องกับเนื้อหา ส่งเสริมการคิด และการแก้ปัญหา	0	+1	+1	2	0.67	ใช้ได้
7. น่าสนใจ สนุก และกระตุ้นให้ นักเรียนเกิดการเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
8. เน้นนักเรียนมีส่วนร่วม ได้ลงมือ ปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้

ตาราง 20 (ต่อ)

รายการประเมิน	ความเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ/คนที่			รวม	IOC	สรุป
	1	2	3			
9. ส่งเสริมการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
10. ใช้เทคโนโลยีหรือนวัตกรรมในการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสม	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
ด้านสื่อและอุปกรณ์การเรียนรู้						
11. สื่อและอุปกรณ์สอดคล้องกับเนื้อหาและกิจกรรม	+1	+1	0	2	0.67	ใช้ได้
12. สื่อและอุปกรณ์ส่งเสริมกระตุ้นความสนใจ	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
13. สื่อและอุปกรณ์เพียงพอต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
14. สื่อและอุปกรณ์เหมาะสมในการนำไปใช้ และช่วยให้นักเรียนสร้างความรู้ ความเข้าใจได้	+1	+1	0	2	0.67	ใช้ได้
15. สื่อและอุปกรณ์การจัดการเรียนรู้ทำให้นักเรียนนำวิธีการเรียนรู้ไปใช้ในวิชาอื่น ๆ ได้	0	+1	+1	2	0.67	ใช้ได้
ด้านการวัดและประเมินผล						
16. การวัดประเมินผลสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ ครอบคลุมทุกด้าน	0	+1	+1	2	0.67	ใช้ได้
17. มีการวัดและประเมินผลที่สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	+1	+1	0	2	0.67	ใช้ได้
18. สะท้อนผลการเรียนรู้ที่ได้จากการวัดผลการเรียนรู้หลังเรียน	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้

ตาราง 20 (ต่อ)

รายการประเมิน	ความเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ/คนที่			รวม	IOC	สรุป
	1	2	3			
ด้านการวัดและประเมินผล						
19. การวัดและประเมินผล มีความชัดเจนและยุติธรรม	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
20. ให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อนำไปสู่การพัฒนาตนเอง	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้

ภาคผนวก ค

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลหาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้
โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิด เรื่อง ไฟฟ้ากระแส ของ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
2. ผลการวิเคราะห์คะแนนองค์ประกอบความสามารถในการแก้ปัญหาของ
นักเรียนก่อนเรียน
3. ผลการวิเคราะห์คะแนนองค์ประกอบความสามารถในการแก้ปัญหาของ
นักเรียนหลังเรียน
4. ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียน
ก่อนเรียน และหลังเรียน
5. ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน
ก่อนเรียนและหลังเรียน
6. ผลการวิเคราะห์คะแนนความพึงพอใจ ของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบ
สะเต็มศึกษาร่วมแผนผังความคิด เรื่อง ไฟฟ้ากระแส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ตาราง 21 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลหาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้
 โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิด เรื่อง
 ไฟฟ้ากระแส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

เลขที่	คะแนนระหว่างเรียน (แผนการจัดการเรียนรู้ที่/คะแนน)					แบบ ทดสอบ ท้ายแผน	รวมคะแนน ระหว่าง เรียน	คะแนน หลังเรียน
	1	2	3	4	5			
	20	20	20	20	20			
1	16	15	18	14	17	74	154	48
2	17	14	15	16	15	78	155	48
3	16	13	17	18	15	82	161	54
4	17	15	16	17	16	83	164	47
5	16	14	17	18	15	85	165	54
6	18	17	18	17	15	87	172	57
7	15	15	17	16	15	84	162	49
8	17	16	15	16	16	84	164	48
9	18	15	16	17	15	79	160	48
10	15	16	18	16	16	77	158	48
11	16	14	16	16	16	75	153	51
12	16	17	15	16	17	80	161	50
13	18	15	17	15	15	81	161	47
14	16	17	16	16	16	84	165	52
15	15	16	14	15	17	80	157	49
16	18	17	18	18	19	88	178	55
17	16	14	15	17	17	82	161	50
18	15	15	17	16	16	83	162	47
19	15	16	14	15	16	79	155	51
20	16	14	16	16	17	82	161	50
21	18	15	15	15	15	83	161	50

ตาราง 22 ผลการวิเคราะห์คะแนนองค์ประกอบความสามารถในการแก้ปัญหาของ
นักเรียนก่อนเรียน

เลขที่	คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหา					คะแนนรวม
	การระบุปัญหา	การวิเคราะห์ปัญหา	การวางแผนการแก้ปัญหา	การดำเนินการแก้ปัญหา	การประเมินผล การแก้ปัญหา	
	(6 คะแนน)	(6 คะแนน)	(6 คะแนน)	(6 คะแนน)	(6 คะแนน)	
1	4	4	4	3	3	18
2	2	3	3	3	4	15
3	4	2	4	3	4	17
4	4	3	2	4	3	16
5	3	3	2	3	4	15
6	3	4	2	4	3	16
7	4	3	5	4	4	20
8	3	4	3	2	4	16
9	3	1	3	4	2	13
10	2	3	4	2	2	13
11	2	3	4	2	3	14
12	4	3	4	2	2	15
13	3	3	3	3	3	15
14	5	4	2	3	3	17
15	2	3	3	4	3	15
16	4	3	3	3	3	16
17	2	2	4	2	2	12
18	2	3	1	2	2	10
19	3	4	3	3	4	17
20	3	4	3	4	4	18

ตาราง 22 (ต่อ)

เลขที่	คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหา					คะแนนรวม
	การระบุปัญหา	การวิเคราะห์ปัญหา	การวางแผนการแก้ปัญหา	การดำเนินการแก้ปัญหา	การประเมินผล การแก้ปัญหา	
	(6 คะแนน)	(6 คะแนน)	(6 คะแนน)	(6 คะแนน)	(6 คะแนน)	
21	4	3	4	2	2	15
22	2	4	5	2	2	15
23	3	3	4	2	2	14
24	3	2	3	4	3	15
25	3	2	3	3	4	15
26	2	3	2	3	1	11
27	3	4	2	3	4	16
28	3	4	3	3	2	15
29	3	3	4	2	3	15
30	3	1	4	4	3	15
รวม	91	91	96	88	88	454
เฉลี่ย	3.03	3.03	3.20	2.93	2.93	15.13
S.D.	0.81	0.85	0.96	0.78	0.87	2.03
ร้อยละ						50.43

ตาราง 23 ผลการวิเคราะห์คะแนนองค์ประกอบความสามารถในการแก้ปัญหาของ
นักเรียนหลังเรียน

เลขที่	คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหา					คะแนน รวม
	การระบุปัญหา	การวิเคราะห์ปัญหา	การวางแผนการ แก้ปัญหา	การดำเนินการ แก้ปัญหา	การประเมินผล การแก้ปัญหา	
	(6 คะแนน)	(6 คะแนน)	(6 คะแนน)	(6 คะแนน)	(6 คะแนน)	
1	5	5	5	6	4	25
2	5	4	5	5	5	24
3	5	6	6	5	4	26
4	5	5	4	5	5	24
5	6	6	5	4	5	26
6	6	5	5	6	6	28
7	6	5	4	5	6	26
8	6	5	4	5	4	24
9	6	5	6	6	4	27
10	5	5	4	5	5	24
11	5	5	5	5	5	25
12	5	4	5	5	5	24
13	6	4	5	5	4	24
14	5	5	6	5	5	26
15	4	4	5	5	5	23
16	6	5	6	6	6	29
17	4	4	5	5	5	23
18	5	3	4	5	5	22
19	5	5	5	4	5	24
20	5	3	4	5	5	22

ตาราง 23 (ต่อ)

เลขที่	คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหา					คะแนนรวม
	การระบุปัญหา	การวิเคราะห์ปัญหา	การวางแผนการแก้ปัญหา	การดำเนินการแก้ปัญหา	การประเมินผล การแก้ปัญหา	
	(6 คะแนน)	(6 คะแนน)	(6 คะแนน)	(6 คะแนน)	(6 คะแนน)	(30 คะแนน)
21	6	5	5	5	5	26
22	4	5	5	6	5	25
23	4	5	5	6	6	26
24	3	6	6	4	5	24
25	5	5	4	6	5	25
26	6	6	6	3	5	26
27	6	6	4	5	5	26
28	5	5	6	6	4	26
29	5	5	4	6	5	25
30	4	4	5	5	6	24
รวม	153	145	148	154	149	749
เฉลี่ย	5.10	4.83	4.93	5.13	4.97	24.97
S.D.	0.80	0.79	0.74	0.73	0.61	1.59
ร้อยละ						83.23

ตาราง 24 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียน
ก่อนเรียน และหลังเรียน

เลขที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	D	D ²	t-test
	30 คะแนน	30 คะแนน			
1	18	25	7	49	t = 23.21
2	15	24	9	81	
3	17	26	9	81	
4	16	24	8	64	
5	15	26	11	121	
6	16	28	12	144	
7	20	26	6	36	
8	16	24	8	64	
9	13	27	14	196	
10	13	24	11	121	
11	14	25	11	121	
12	15	24	9	81	
13	15	24	9	81	
14	17	26	9	81	
15	15	23	8	64	
16	16	29	13	169	
17	12	23	11	121	
18	10	22	12	144	
19	17	24	7	49	
20	18	22	4	16	
21	15	26	11	121	
22	15	25	10	100	
23	14	26	12	144	
24	15	24	9	81	

ตาราง 24 (ต่อ)

เลขที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	D	D ²	t-test
	30 คะแนน	30 คะแนน			
25	15	25	10	100	
26	11	26	15	225	
27	16	26	10	100	
28	15	26	11	121	
29	15	25	10	100	
30	15	24	9	81	
รวม	454	749	295	3057	
เฉลี่ย	15.13	24.97			
S.D.	2.03	1.59			
ร้อยละ	50.43	83.23			

ตาราง 25 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน
ก่อนเรียนและหลังเรียน

เลขที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	D	D ²	t-test
	30 คะแนน	30 คะแนน			
1	12	23	11	121	t = 34.66
2	11	24	13	169	
3	13	24	11	121	
4	14	23	9	81	
5	15	28	13	169	
6	16	29	13	169	
7	15	23	8	64	
8	13	24	11	121	
9	14	21	7	49	
10	13	24	11	121	
11	12	26	14	196	
12	14	26	12	144	
13	14	23	9	81	
14	17	26	9	81	
15	15	26	11	121	
16	12	26	14	196	
17	13	27	14	196	
18	13	25	12	144	
19	15	27	12	144	
20	16	28	12	144	
21	12	24	12	144	
22	11	23	12	144	
23	12	22	10	100	
24	12	25	13	169	

ตาราง 25 (ต่อ)

เลขที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	D	D ²	t-test
	30 คะแนน	30 คะแนน			
25	15	26	11	121	
26	14	25	11	121	
27	13	23	10	100	
28	11	22	11	121	
29	13	25	12	144	
30	15	24	9	81	
รวม	405	742			
เฉลี่ย	13.50	24.73			
S.D.	1.59	1.95			
ร้อยละ	45.00	82.43			

ตาราง 26 ผลการวิเคราะห์คะแนนความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ร่วมกับแผนผังความคิด

เลขที่	ด้านเนื้อหาสาระ การเรียนรู้					ด้านการจัดกิจกรรม การเรียนรู้					ด้านสื่อและอุปกรณ์					ด้านการวัดและประเมินผล				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	5	5	5	5	4	5	4	5	4	4	5	5	5	5	4	5	5	5	4	5
2	4	4	4	4	5	5	5	5	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4	5
3	4	4	4	4	5	5	5	5	4	4	5	4	4	4	4	5	5	4	4	5
4	5	4	5	4	4	4	5	5	4	4	5	5	4	4	5	5	4	5	5	4
5	4	5	4	4	4	5	5	5	4	4	4	4	5	5	4	4	5	5	4	4
6	4	4	4	4	4	4	5	4	4	5	5	4	4	4	4	5	4	4	5	5
7	5	5	4	5	5	5	5	5	5	4	4	4	3	4	4	4	4	4	5	4
8	5	4	5	5	4	5	5	5	5	4	5	5	4	4	5	5	5	4	4	5
9	5	4	3	4	5	4	5	5	5	3	4	4	4	4	5	4	4	5	4	5
10	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
11	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5

ตาราง 26 (ต่อ)

เลขที่	ด้านเนื้อหาสาระ การเรียนรู้					ด้านการจัดกิจกรรม การเรียนรู้					ด้านสื่อและอุปกรณ์					ด้านการวัดและประเมินผล				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
12	5	5	4	5	5	5	5	5	5	4	4	4	5	5	4	4	5	5	5	4
13	4	5	4	4	4	5	5	5	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4
14	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	4	5	4	4	5
15	4	4	5	4	5	3	4	4	4	5	4	4	4	4	5	5	5	4	4	4
16	5	4	5	4	5	5	5	5	5	4	4	4	5	5	5	5	4	4	5	5
17	4	4	5	4	4	5	5	5	5	4	4	5	5	5	5	4	5	4	5	5
18	4	5	3	4	4	5	5	4	5	4	4	4	5	5	4	4	5	5	4	5
19	5	4	4	4	5	4	5	5	4	5	4	4	5	4	5	4	4	4	5	4
20	5	4	4	5	5	4	5	5	4	5	4	5	5	5	5	4	5	4	4	5
21	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
22	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	4	4	4

ตาราง 26 (ต่อ)

เลขที่	ด้านเนื้อหาสาระ การเรียนรู้					ด้านการจัดกิจกรรม การเรียนรู้					ด้านสื่อและอุปกรณ์					ด้านการวัดและประเมินผล				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
23	4	4	4	4	5	5	5	5	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4
24	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
25	4	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5
26	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
27	4	5	5	5	5	5	4	4	5	5	5	5	5	5	4	4	5	5	4	4
28	5	5	5	5	4	4	4	5	5	5	4	4	4	5	5	5	5	4	5	4
29	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
30	4	5	4	4	5	5	4	4	5	4	4	5	5	4	4	4	5	5	5	5
รวม	137	137	134	135	140	142	145	145	139	134	137	138	138	139	139	136	141	135	136	139
เฉลี่ย	4.57	4.57	4.47	4.50	4.67	4.73	4.83	4.83	4.63	4.47	4.57	4.60	4.60	4.63	4.63	4.53	4.70	4.50	4.53	4.63
S.D.	0.50	0.50	0.63	0.51	0.48	0.52	0.38	0.38	0.49	0.57	0.50	0.50	0.56	0.49	0.49	0.51	0.47	0.51	0.51	0.49

ภาคผนวก ง

ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ร่วมกับแผนผังความคิด
เรื่อง ไฟฟ้ากระแส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
หน่วยการเรียนรู้ที่ 14 ไฟฟ้ากระแส	เวลา 21 ชั่วโมง
เรื่อง กระแสไฟฟ้า	เวลา 3 ชั่วโมง
ผู้สอน นางสาวจิราภรณ์ บงศ์บุตร	วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

1. สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม/ผลการเรียนรู้

วิทยาศาสตร์เพิ่มเติม สาระฟิสิกส์

3. เข้าใจแรงไฟฟ้าและกฎของคูลอมบ์ สนามไฟฟ้า ศักย์ไฟฟ้า ความจุไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และกฎของโอห์ม วงจรไฟฟ้ากระแสตรง พลังงานไฟฟ้า และกำลังไฟฟ้า การเปลี่ยนพลังงานทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้า สนามแม่เหล็ก แรงแม่เหล็กที่กระทำกับประจุไฟฟ้า และกระแสไฟฟ้า การเหนี่ยวนำ แม่เหล็กไฟฟ้าและกฎของฟาราเดย์ ไฟฟ้ากระแสสลับ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า และการสื่อสาร รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ผลการเรียนรู้

ม.5/7 อธิบายการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนอิสระและกระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำ ความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำกับความเร็วลอยเลื่อนของอิเล็กตรอนอิสระ ความหนาแน่นของอิเล็กตรอนในลวดตัวนำ และพื้นที่หน้าตัดของลวดตัวนำ และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

กลุ่มสาระเทคโนโลยี

มาตรฐานการเรียนรู้ ว 4.2 เข้าใจ และใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงอย่างเป็นขั้นตอน และเป็นระบบใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ และการสื่อสารในการเรียนรู้ การทำงาน และการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ รู้เท่าทัน และมีจริยธรรม

ตัวชี้วัด ม.5/1 รวบรวมประเมินนำเสนอข้อมูล และสารสนเทศตามวัตถุประสงค์โดยใช้ ซอฟต์แวร์หรือบริการบนอินเทอร์เน็ตที่หลากหลายเพื่อแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

สาระสถิติและความน่าจะเป็น

1. เข้าใจหลักการนับเบื้องต้น ความน่าจะเป็น และนำไปใช้

ผลการเรียนรู้

ม.5/1 เข้าใจและใช้หลักการบวกและการคูณ การเรียงสับเปลี่ยน และการจัดหมู่ในการแก้ปัญหา

ม.5/2 หาความน่าจะเป็นและนำความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นไปใช้

2. สารการเรียนรู้

กระแสไฟฟ้า

3. สารสำคัญ

กระแสไฟฟ้าในตัวกลางใด ๆ เท่ากับประจุไฟฟ้าที่เคลื่อนผ่านพื้นที่หน้าตัดในหนึ่งหน่วยเวลา ซึ่งมีทิศเดียวกับการเคลื่อนที่ของประจุบวกในวงจร โดยเคลื่อนจากขั้วบวกไปยังขั้วลบ หรือเคลื่อนจากจุดที่มีศักย์ไฟฟ้าสูงไปจุดที่มีศักย์ไฟฟ้าต่ำ

ค่าของกระแสไฟฟ้าพิจารณาได้จากประจุไฟฟ้าที่ผ่านพื้นที่หน้าตัดของตัวนำในหนึ่งหน่วยเวลา เขียนเป็นสมการได้ดังนี้ $I = \frac{Q}{t}$

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

นักเรียนมีความรู้ ความสามารถในการในแต่ละด้าน ดังนี้

ความรู้ (Knowledge)

1. บอกทิศทางการไหลของกระแสไฟฟ้าในตัวนำได้
2. อธิบายการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนอิสระและกระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำได้
3. ระบุความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำได้

กับความเร็วลอยเลื่อนของอิเล็กตรอนอิสระ ความหนาแน่นของอิเล็กตรอนในลวดตัวนำ และพื้นที่หน้าตัดของลวดตัวนำ รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องได้

ทักษะ/กระบวนการ (Process)

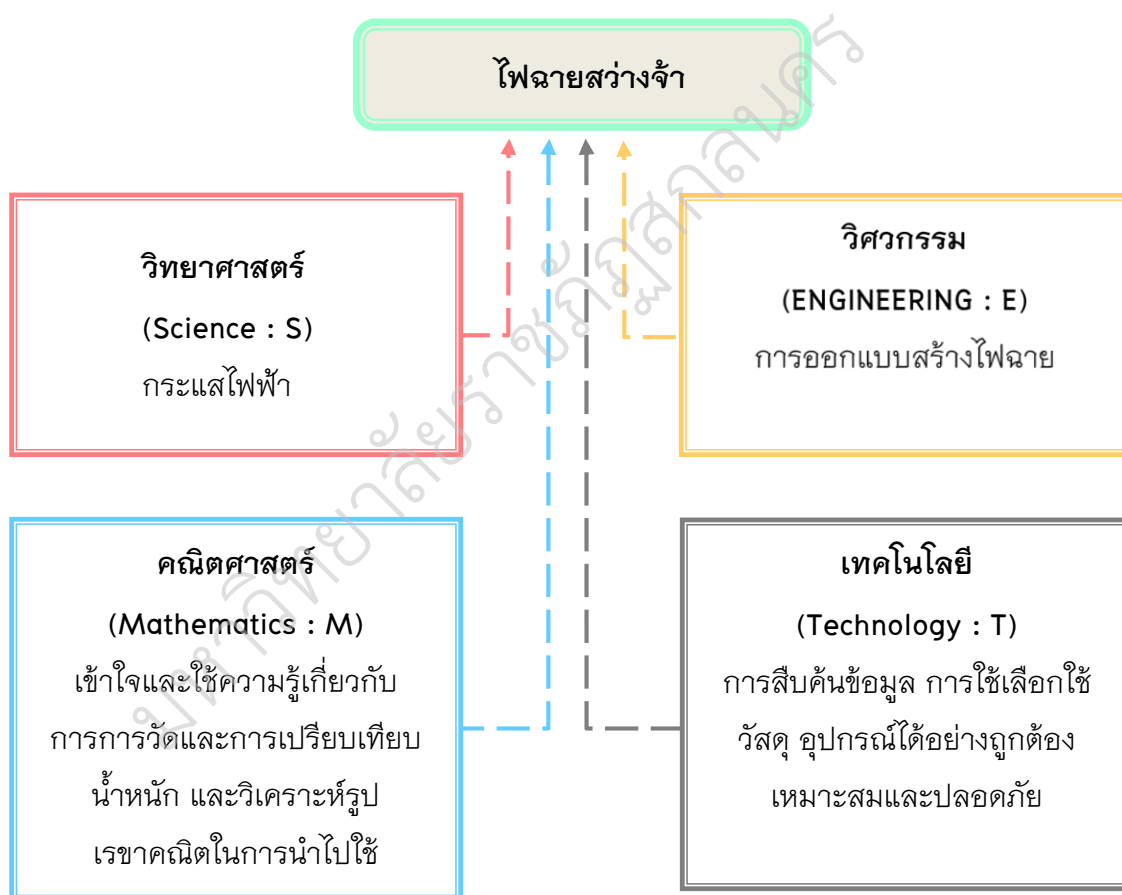
ความสามารถในการแก้ปัญหา ได้แก่ การระบุปัญหา การวิเคราะห์ปัญหา การวางแผนการแก้ปัญหา การดำเนินการแก้ปัญหา และการประเมินผลการแก้ปัญหา

คุณลักษณะอันพึงประสงค์และสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน (Attitude)

1. มีวินัย
2. ใฝ่เรียนรู้
3. อยู่อย่างพอเพียง
4. มุ่งมั่นในการทำงาน

5. มีจิตสาธารณะ
6. ความสามารถในการสื่อสาร
7. ความสามารถในการคิด
8. ความสามารถในการแก้ปัญหา
9. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต
10. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี

5. กรอบแนวคิดการจัดการเรียนรู้



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดการจัดการเรียนรู้

6. กิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา (STEM Education)

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา
โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิด
ให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน
เรื่อง กระแสไฟฟ้า

1. ชั้ระบุปัญหา (ชั่วโมงที่ 1)

1.1 ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยใช้สื่อต่าง ๆ เช่น ภาพนิ่ง หรือคลิปวิดีโอ
เพื่อแสดงให้เห็นความสำคัญของไฟฟ้าในชีวิตประจำวัน จากนั้นครูตั้งคำถามให้นักเรียนว่า
“ในชีวิตประจำวันนักเรียนเคยใช้อุปกรณ์ใดบ้างที่ให้ประโยชน์ด้านแสงสว่าง”

(แนวคำตอบ : ไฟฉาย โทรศัพท์ โทรทัศน์ คอมพิวเตอร์ เป็นต้น)

1.2 ครูเปิดวิดีโอเกี่ยวกับกิจกรรม “อิเล็กทรอนิกส์” เพื่อให้นักเรียนดู
การสาธิตการถ่ายโอนพลังงานไฟฟ้าจากประจุไฟฟ้าที่เคลื่อนที่ <https://www.youtube.com/watch?v=3AibKcs8sGs> (0.28 นาที) จากนั้นตั้งคำถามให้นักเรียนอภิปรายร่วมกันว่า

– ถ้าประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่จะเกิดอะไรขึ้น

(แนวคำตอบ: ประจุไฟฟ้าที่เคลื่อนที่สามารถนำพลังงานไปถ่ายโอน
ให้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าได้ ดังจะเห็นได้จากกิจกรรมหรือจากการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้าต่าง
ๆ ในชีวิตประจำวัน เช่น หลอดไฟ โทรศัพท์เคลื่อนที่ คอมพิวเตอร์ นาฬิกา)

– จากกิจกรรม “อิเล็กทรอนิกส์” นักเรียนคิดว่าหลอดนีออนสว่างได้
อย่างไร

(แนวคำตอบ : หลอดนีออนสว่างได้เพราะมีประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่จาก
ถาดอะลูมิเนียมไปยังหลอดไฟ ทำให้มีการถ่ายโอนพลังงานไฟฟ้า และเปลี่ยนพลังงาน
ไฟฟ้าเป็นพลังงานแสง)

– ประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่ได้ได้อย่างไร และมีความสัมพันธ์กับพลังงานไฟฟ้า
อย่างไร โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นอย่างอิสระ ไม่คาดหวังคำตอบที่
ถูกต้อง

1.3 ครูแบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 5-6 คน จากนั้นครู
กำหนด สถานการณ์ที่ 1 ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษารายละเอียดของสถานการณ์ ดังนี้

“แสงสว่างเป็นสิ่งที่จำเป็นต้องการดำเนินชีวิตของมนุษย์มาตั้งแต่ครั้งอดีต โดยเฉพาะในยามตะวันตกดินที่โลกตกอยู่ภายใต้ความมืด มีเพียงแค่แสงจันทร์และดวงดาวเท่านั้นที่คอยช่วยนำทาง ด้วยเหตุนี้มนุษย์จึงต้องคิดประดิษฐ์ไฟขึ้นมา เพื่อให้ความอบอุ่น ประกอบอาหาร และนำทางในยามค่ำคืน จากกองฟืนไฟก็กลายเป็นคบเพลิง แล้วในท้ายที่สุดก็มีพัฒนาการมาเป็นไฟฉายในมือเราในปัจจุบัน

“ถ้านักเรียนต้องการสร้างไฟฉายใช้เอง นักเรียนมีวิธีการอย่างไร เพื่อให้ไฟฉายที่เราสร้างขึ้นสามารถนำมาใช้ได้จริงในการทำกิจกรรม หรือสถานที่ต่าง ๆ เวลาที่อยู่ในความมืดเพื่อให้ได้ประโยชน์ทั้งด้านความสว่าง การกระจายแสง ค่าใช้จ่าย พกพาได้สะดวก ง่ายต่อการใช้งาน และมีประสิทธิภาพเท่ากับไฟฉายทั่วไป”

1.4 นักเรียนร่วมกันวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหา และระบุปัญหาที่พบจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ ลงในใบบันทึกกิจกรรมที่ 1 ฝึกความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่อง ความมืดแสนน่ากลัว

2. ขั้นรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

2.1 ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาค้นคว้าจากอินเทอร์เน็ตและใบความรู้เกี่ยวกับกระแสไฟฟ้า เพื่อนำความรู้ไปใช้ออกแบบไฟฉาย

2.2 ครูเปิดวิดีโอทัศน์เกี่ยวกับงานให้นักเรียนดูและศึกษาเพิ่มเติมจากใบความรู้ที่ 1 (<https://www.youtube.com/watch?v=povZH2jThzs> เวลา 0.25–8.30 นาที) จากนั้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มระดมความคิดเพื่อตอบคำถามในใบบันทึกกิจกรรมที่ 1 เรื่อง ความมืดแสนน่ากลัว

2.3 นักเรียน และครูร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับกระแสไฟฟ้า นักเรียนทำการวิเคราะห์ เพื่อให้นักเรียนมีความรู้ ความสามารถในการแก้ปัญหา

3. ขั้นออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (ชั่วโมงที่ 2)

3.1 ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มวิเคราะห์และทำความเข้าใจกับสถานการณ์ที่รวมถึงเงื่อนไขต่าง ๆ ในการสร้างไฟฉายที่สามารถนำมาใช้ได้จริงในการทำกิจกรรม หรือสถานที่ต่าง ๆ เวลาที่อยู่ในความมืดเพื่อให้ความสว่าง พกพาได้สะดวก และมีประสิทธิภาพเท่ากับไฟฉายทั่วไป โดยนำความรู้เรื่อง กระแสไฟฟ้า มาประยุกต์ใช้ในการสร้างไฟฉาย

3.2 ครูชี้แจงเกี่ยวกับวัสดุอุปกรณ์ที่กำหนดให้ต่อกลุ่ม

3.3 ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มระดมความคิดเพื่อออกแบบไฟฉาย โดยเขียนเป็นภาพ พร้อมทั้งระบายสีให้สวยงาม รวมถึงบอกขั้นตอนการสร้าง

3.4 กำหนดเงื่อนไขต้นทุนของวัสดุอุปกรณ์ไว้ ดังนี้

1. หลอด LED หัวกลมขนาด 3 มิลลิเมตร ราคา 2 บาท / หลอด
2. แผ่นวงจร ราคา 12 บาท / แผ่น

4. ขั้นวางแผน และดำเนินการแก้ปัญหา (ชั่วโมงที่ 3)

- 4.1 ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสร้างไฟฉาย ตามขั้นตอนที่ร่วมกันออกแบบและวางแผนไว้
- 4.2 นักเรียนเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ที่กำหนดให้ที่มีอยู่อย่างจำกัด เพื่อสร้างไฟฉาย

5. ขั้นทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ไขปัญหาคือชิ้นงาน

- 5.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอชิ้นงาน พร้อมอธิบายการออกแบบไฟฉาย
- 5.2 ครูให้นักเรียนร่วมกันสะท้อนผลของชิ้นงานที่แต่ละกลุ่มนำเสนอ เพื่อนำข้อเสนอแนะไปปรับปรุงชิ้นงานต่อไป
- 5.3 นักเรียนลงมือปรับปรุงแก้ไขชิ้นงาน

6. ขั้นนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

- 6.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอชิ้นงานที่ได้ปรับปรุงแล้ว และร่วมกันประเมินชิ้นงานของเพื่อนแต่ละกลุ่ม โดยใช้แบบประเมินชิ้นงาน และการนำเสนอโดยใช้แผนผังความคิดในการสรุปผล

- 6.2 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายจากประเด็นต่อไปนี้
 - นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในอนาคตได้อย่างไร

- 6.3 นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนเรื่อง กระแสไฟฟ้า

7. สื่อและแหล่งเรียนรู้

- 7.1 วีดิทัศน์ เรื่อง อิเล็กทรอนิกส์
- 7.2 ใบความรู้ที่ 1 เรื่อง กระแสไฟฟ้า
- 7.3 ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง ความมืดแสงน่ากลัว
- 7.4 กิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง ความมืดแสงน่ากลัว
- 7.5 แหล่งเรียนรู้

7.5.1 ห้องเรียน/ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

7.5.2 อินเทอร์เน็ต และเว็บไซต์ในการสืบค้นข้อมูลที่เกี่ยวข้อง

8. การวัดและประเมินผล

รายการวัด	วิธีวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
1. ด้านความรู้	- ตรวจแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน - ตรวจใบบันทึกกิจกรรม	- แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน - ใบบันทึกกิจกรรม	- ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 ขึ้นไป
2. ด้านทักษะกระบวนการ	- ตรวจแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา ก่อนเรียนและหลังเรียน - ตรวจชิ้นงาน	- แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา ก่อนเรียนและหลังเรียน - ตรวจชิ้นงาน	- ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 ขึ้นไป - ผ่านเกณฑ์ระดับคุณภาพดีขึ้นไป
3. ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ และสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน	- สังเกตความซื่อสัตย์สุจริต มีวินัย มุ่งมั่นในการทำงาน ใฝ่เรียนรู้ มีจิตสาธารณะ และสมรรถนะที่สำคัญ 5 ประการ	- แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์ และสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน	- ผ่านเกณฑ์ระดับคุณภาพดีขึ้นไป



ใบความรู้ เรื่อง ความสามารถในการแก้ปัญหา



ความสามารถในการแก้ปัญหา

หมายถึง ความสามารถของนักเรียนที่ควรจะเรียนรู้ ผูกฝน และพัฒนาให้เกิดขึ้นกับตัวนักเรียนในการจัดการกับปัญหาที่เกิดขึ้นได้อย่างมีระบบ เพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นหรือสถานการณ์ปัญหาที่สอดคล้อง เพราะการเรียนรู้แก้ปัญหาทางพิสัยจะช่วยให้นักเรียนมีแนวทางในการวิเคราะห์ปัญหา มีความมั่นใจในการแก้ปัญหาที่เผชิญทั้งภายในและภายนอกห้องเรียน โดยกระบวนการแก้ปัญหาประกอบด้วย 5 ขั้นตอน คือ

- 1. ขั้นระบุปัญหา** หมายถึง ขั้นการตั้งปัญหาหรือค้นหาปัญหาที่แท้จริงของเหตุการณ์นั้นคืออะไร
- 2. ขั้นวิเคราะห์ปัญหา** หมายถึง ขั้นในการพิจารณาว่ามีสิ่งใดบ้างที่เป็นสาเหตุสำคัญของปัญหาหรือสิ่งใดบ้างที่ไม่ใช่สาเหตุสำคัญของปัญหา
- 3. ขั้นการวางแผนการแก้ปัญหา** หมายถึง การกำหนดวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมวางแผนอย่างเป็นขั้นตอน โดยมีความสอดคล้องกับสาเหตุของปัญหา รวมถึงหลักการ กฎ และทฤษฎีที่ใช้สำหรับการแก้โจทย์ปัญหา
- 4. ขั้นการดำเนินการแก้ปัญหา** หมายถึง การลงมือปฏิบัติเพื่อแก้ปัญหาตามแบบแผน วิธีการแก้ปัญหา แสดงวิธีหาคำตอบ เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ตามที่ต้องการ
- 5. ขั้นประเมินผลการแก้ปัญหา** หมายถึง การนำผลลัพธ์ที่ได้จากการดำเนินการแก้ปัญหาเทียบกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ เพื่อตรวจคำตอบ หากมีข้อบกพร่อง ควรมีการปรับปรุงเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ถูกต้องและเหมาะสม



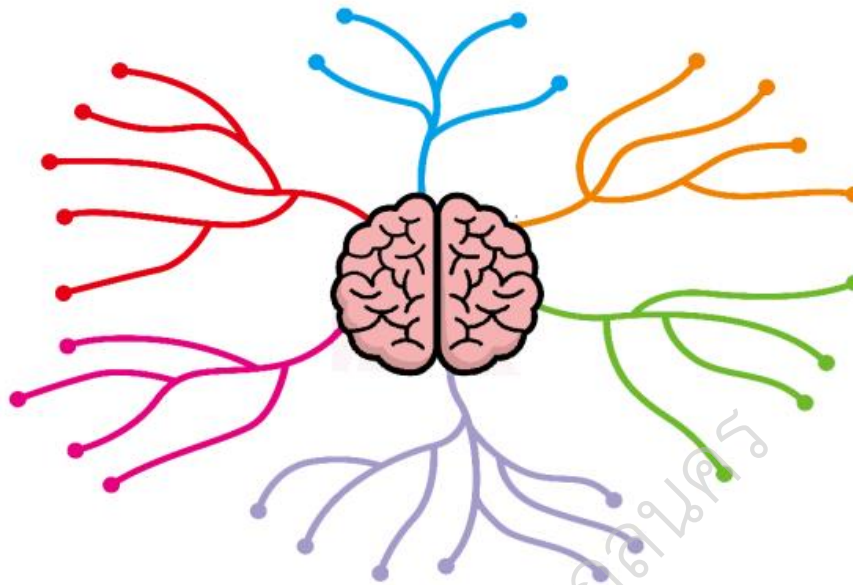
ใบความรู้ เรื่อง แผนผังความคิด

แผนผังความคิด คือ ไดอะแกรมที่แสดงให้เห็นถึงความเชื่อมโยงของมโนภาพที่สัมพันธ์กันรูปแบบหนึ่ง โดยปกติจะใช้รูปวงกลมแทนมโนทัศน์หรือความคิด และเส้นลูกศรแทนลักษณะ และทิศทางของความสัมพันธ์นั้น มีคำกำกับไว้ว่าวงกลมแทนมโนทัศน์ของอะไร เส้นลูกศรแทนความสัมพันธ์ในลักษณะและทิศทางใด ในบางครั้งมีการใช้การเน้นและแจกแจงเนื้อความด้วยสีและการวาดรูปประกอบ

ดังนั้น Mind Map เป็นเครื่องมือที่ช่วยในการจัดการระบบความคิดที่มีประสิทธิภาพสูงสุด เรียบง่าย ที่สุด มีรูปแบบ การจดบันทึกที่สร้างสรรค์ และมีประสิทธิภาพ เป็นการถ่ายทอดความคิด หรือข้อมูลต่าง ๆ ที่มีอยู่ในสมองลงกระดาษ โดยการใช้ภาพ สี เส้น และการโยงใย แทนการจดย่อแบบเดิมที่เป็นบรรทัด ๆ ใช้การสื่อความหมายด้วยข้อความและรูปภาพ เสริมสร้างทักษะในการวิเคราะห์และการสังเคราะห์ข้อมูล อันเป็นพื้นฐานในการเรียนรู้ ทำให้การเรียนรู้เป็นเรื่องที่สนุกสนานมีชีวิตชีวามากยิ่งขึ้น

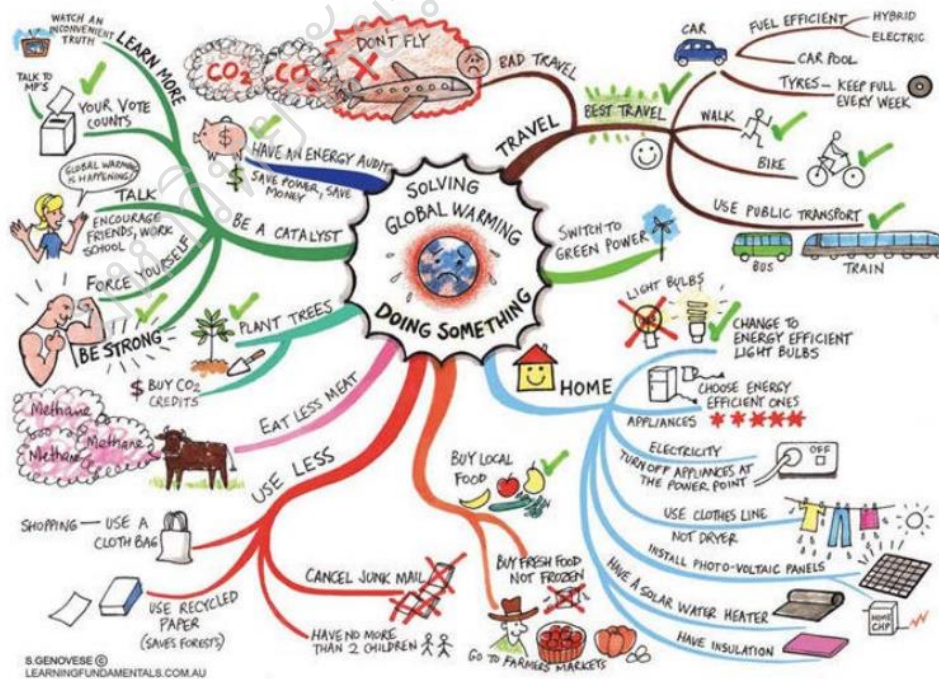
ขั้นตอนการสร้างแผนผังภาพความคิด

1. เขียนประเด็นหลักตรงกึ่งกลางหน้ากระดาษ
2. เขียนประเด็นรองที่สัมพันธ์ประเด็นหลักไปรอบ ๆ
3. เขียนประเด็นย่อยที่สัมพันธ์ประเด็นรองแตกออกไปรอบ ๆ เรื่อย ๆ
4. มีการใช้เส้น สี ภาพหรือสัญลักษณ์ ประกอบตกแต่งเพื่อสื่อความหมายเป็นตัวแทนความคิด ให้ ชัดเจนมากยิ่งขึ้น
5. เขียนคำสำคัญ (Key word) บนเส้นและเส้นต้องเชื่อมโยงกัน แสดงความคิดของหัวเรื่องสำคัญแต่ละเรื่องในข้อ 3 ออกเป็นกิ่ง ๆ หลายกิ่ง โดยเขียนคำหรือวลีบนเส้นที่แตกออกไป
6. ไม่มีการตีกรอบ ให้คิดได้ตามอิสระมากที่สุด
7. กระดาษที่ใช้ไม่มีเส้น หรือมีลาย ตกแต่ง Mind Mapping ที่เขียนด้วยความสนุกสนานตามใจชอบ



ภาพประกอบ 2 ตัวอย่างรูปแบบแผนผังความคิด

ที่มา : <http://designtechnology.ipst.ac.th/wp-content/uploads/sites/83/2019/01>



ภาพประกอบ 3 ตัวอย่างการทำแผนผังความคิด

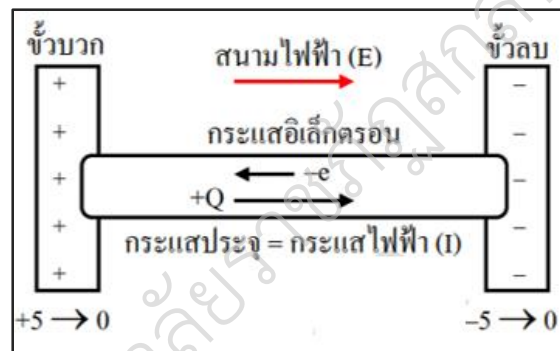
ที่มา : <http://designtechnology.ipst.ac.th/wp-content/uploads/sites/83/2019/01>

ใบความรู้ที่ 1 เรื่อง กระแสไฟฟ้า

1. กระแสไฟฟ้า

กระแสไฟฟ้าในตัวกลางใด ๆ เท่ากับประจุไฟฟ้าที่เคลื่อนผ่านพื้นที่หน้าตัดในหนึ่งหน่วยเวลา

ทิศของกระแสไฟฟ้า กระแสไฟฟ้ามีทิศเดียวกับการเคลื่อนที่ของประจุบวกในวงจร โดยเคลื่อนจากขั้วบวกไปยังขั้วลบ หรือ เคลื่อนจากจุดที่มีศักย์ไฟฟ้าสูงไปจุดที่มีศักย์ไฟฟ้าต่ำ



ภาพประกอบ 1 ทิศของกระแสไฟฟ้า

ที่มา : <https://03501vivat.files.wordpress.com/2017/02/>

สูตรที่ใช้ในการคำนวณ

$$I = \frac{Q}{t}$$

$$I = evAn$$

$$Q = Ne$$

เมื่อ Q = ประจุไฟฟ้าทั้งหมดที่ผ่านหน้าตัด (C)

e = ประจุ $e^- = -1.6 \times 10^{-19}$ C

t = เวลาที่ประจุไฟฟ้าทั้งหมดผ่าน (s)

v = อัตราเร็วลอยเลื่อนของอิเล็กตรอน (m/s)

I = กระแสไฟฟ้าที่ผ่านหน้าตัด (A)

A = พื้นที่หน้าตัด (m^2)

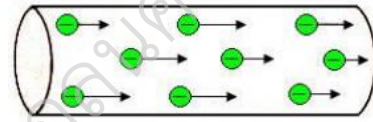
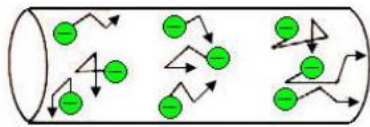
N = จำนวน e^-

n = จำนวนอิเล็กตรอนต่อหนึ่งหน่วยปริมาตร
ความหนาแน่นอิเล็กตรอน (อนุภาค/ m^3)

2. การนำไฟฟ้าของตัวกลางต่าง ๆ

2.1 การนำไฟฟ้าในโลหะ

เกิดจากการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนอิสระจากศักย์ไฟฟ้าต่ำไปยังศักย์ไฟฟ้าสูง จากขั้วลบไปขั้วบวก



การเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนอิสระ
เมื่อไม่มีความต่างศักย์ที่ปลายทั้งสองของตัวนำ

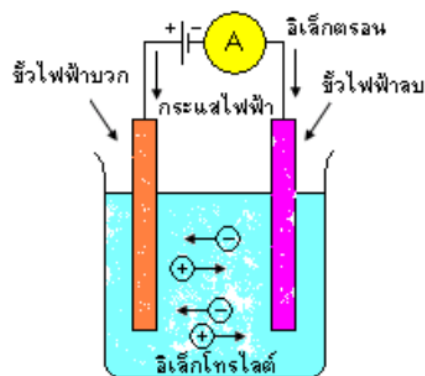
เมื่อมีความต่างศักย์ที่ปลายทั้งสอง
ของตัวนำ

ภาพประกอบ 2 การนำไฟฟ้าในโลหะ

ที่มา : <http://bit.ly/59i14a2>

2.2 การนำไฟฟ้าในสารละลายอิเล็กโทรไลต์

เกิดจากการเคลื่อนที่ของไอออนบวก และไอออนลบ

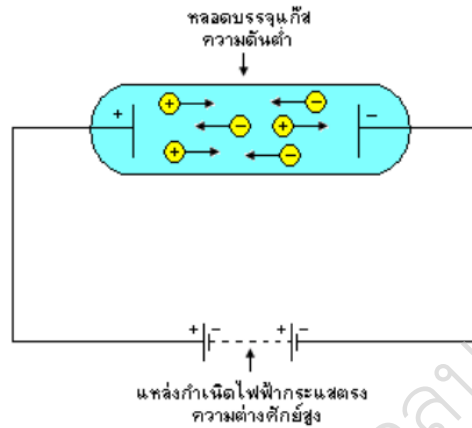


ภาพประกอบ 3 การนำไฟฟ้าในสารละลายอิเล็กโทรไลต์

ที่มา : <http://bit.ly/59i14a2>

2.3 การนำไฟฟ้าในหลอดบรรจุแก๊ส

เกิดจากการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนอิสระ (จากขั้วแคโทด) และไอออนบวก (ของแก๊ส)

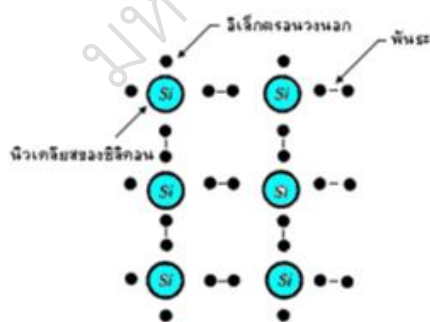


ภาพประกอบ 4 การนำไฟฟ้าในหลอดบรรจุแก๊ส

ที่มา : <http://bit.ly/59i14a2>

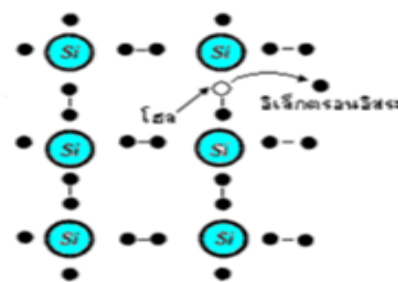
2.4 การนำไฟฟ้าของสารกึ่งตัวนำ

เกิดจากอิเล็กตรอนอิสระและโฮล (hole) เนื่องจากอิเล็กตรอนของสารกึ่งตัวนำมีพันธะโควาเลนต์จึงไม่มีอิเล็กตรอนอิสระ แต่เมื่อให้สนามไฟฟ้าที่มีค่ามากพอ ทำให้อิเล็กตรอนหลุดจากพันธะโควาเลนต์เป็นอิเล็กตรอนอิสระ และเกิดที่ว่างหรือโฮล (hole) เกิดขึ้น ทำให้สามารถนำไฟฟ้าได้



อิเล็กตรอนในซิลิคอน

ขณะไม่มีสนามไฟฟ้า



ขณะมีสนามไฟฟ้าที่มีค่ามากพอ

ภาพประกอบ 5 การนำไฟฟ้าของสารกึ่งตัวนำ

ที่มา : <http://bit.ly/59i14a2>

กิจกรรมสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิด
เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา
เรื่อง ความมืดแสงนรกแล้ว

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ความรู้ (Knowledge)

- 1.1 อธิบายกระแสไฟฟ้าในตัวนำ
- 1.2 อธิบายการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนอิสระและกระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำ
- 1.3 อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำกับความเร็วลอยเลื่อนของอิเล็กตรอนอิสระ ความหนาแน่นของอิเล็กตรอนในลวดตัวนำ และพื้นที่หน้าตัดของลวดตัวนำ รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

2. ทักษะ/กระบวนการ (Process)

- 2.1 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ การสังเกต การวัด การคำนวณ การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การลงความเห็นจากข้อมูล และการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป
- 2.2 ความสามารถในการแก้ปัญหา ได้แก่ ขั้นตอนเตรียมการ ขั้นตอนวิเคราะห์ปัญหา ขั้นตอนเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา ขั้นตอนตรวจสอบผล และขั้นตอนนำไปประยุกต์ใช้

3. คุณลักษณะอันพึงประสงค์และสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน (Attitude)

- 3.1 ซื่อสัตย์สุจริต
- 3.2 มีวินัย
- 3.3 ใฝ่เรียนรู้
- 3.4 มุ่งมั่นในการทำงาน
- 3.5 มีจิตสาธารณะ
- 3.6 ความสามารถในการสื่อสาร
- 3.7 ความสามารถในการคิด
- 3.8 ความสามารถในการแก้ปัญหา
- 3.9 ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต
- 3.10 ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี

วัสดุ-อุปกรณ์

ลำดับ	รายการ	จำนวนต่อกลุ่ม
1	หลอดLED ขนาดกำลังต่ำ หัวกลมขนาด 3 มิลลิเมตร	35 หลอด
2	ตัวต้านทาน ขนาด 1 โอห์ม	2 ตัว
3	แผงวงจร	1 แผ่น
4	แบตเตอรี่ลิเทียมขนาด 3.7 โวลต์	2 ก้อน
5	สวิตช์เปิด-ปิด	1 ตัว
6	ชุดหัวแร้งบัดกรี	1 ชุด
7	กรรไกร	1 เล่ม
8	คัตเตอร์	1 อัน
9	ชุดปืนกาว	1 ชุด
10	สายไฟแดง-ดำ	1 ชุด

ใบกิจกรรมที่ 1**เรื่อง ความมีดแล่นักลัว**

คำชี้แจง : ให้นักเรียนศึกษาและปฏิบัติตามขั้นตอนต่อไปนี้

1. นักเรียนทำแบบทดสอบ เรื่อง กระแสไฟฟ้า และทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาการเรียน
2. แบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 5-6 คน พร้อมทั้งแบ่งหน้าที่การทำงานในกลุ่ม
3. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันศึกษาและรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง หรือสืบค้นจากอินเทอร์เน็ต
4. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันศึกษาประเด็นปัญหาและเงื่อนไขที่กำหนด ในกิจกรรม สะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิด เรื่อง ความมีดแล่นักลัว
5. นักเรียนส่งตัวแทนกลุ่มขึ้นมานำเสนอผลงาน หรือชิ้นงานที่สร้างขึ้น พร้อมทั้งร่วมกันอภิปรายความรู้และเสนอแนะเพื่อปรับปรุงชิ้นงาน
6. นักเรียนทำแบบทดสอบ เรื่อง กระแสไฟฟ้า และทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาหลังเรียน

ใบบันทึกกิจกรรมที่ 1

เรื่อง ความมืดแสนน่ากลัว

คำชี้แจง : ให้นักเรียนระบุปัญหาจากสถานการณ์ดังต่อไปนี้

แสงสว่างเป็นสิ่งที่จำเป็นต้องการดำเนินชีวิตของมนุษย์มาตั้งแต่ครั้งอดีต โดยเฉพาะในยามตะวันตกดินที่โลกตกอยู่ภายใต้ความมืด มีเพียงแค่แสงจันทร์และดวงดาวเท่านั้นที่คอยช่วยนำทาง ด้วยเหตุนี้มนุษย์จึงต้องคิดประดิษฐ์ไฟขึ้นมาเพื่อให้ความอบอุ่น ประกอบอาหาร และนำทางในยามค่ำคืน จากกองฟืนไฟก็กลายเป็นคบเพลิง แล้วในท้ายที่สุดก็มีพัฒนาการมาเป็นไฟฉายในมือเราในปัจจุบัน

“ถ้านักเรียนต้องการสร้างไฟฉายใช้เอง นักเรียนมีวิธีการอย่างไร เพื่อให้ไฟฉายที่เราสร้างขึ้นสามารถนำมาใช้ได้จริงในการทำกิจกรรม หรือสถานที่ต่าง ๆ เวลาที่อยู่ในความมืดเพื่อให้ได้ประโยชน์ทั้งด้านความสว่าง การกระจายแสง ค่าใช้จ่าย พกพาได้สะดวก ง่ายต่อการใช้งาน และมีประสิทธิภาพเท่ากับไฟฉายทั่วไป”

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา

1.1 จากสถานการณ์ดังกล่าว อะไรคือประเด็นปัญหา (การระบุปัญหา)

(แนวคำตอบ : ความมืดส่งผลให้การดำเนินชีวิตเป็นไปอย่างลำบาก)

1.2 ระบุสาเหตุหรือปัจจัยที่ทำให้เกิดความมืดในปัจจุบัน (การวิเคราะห์ปัญหา)

(แนวคำตอบ : ไฟดับ เกิดจากไฟฟ้าลัดวงจรภายในบ้าน ภัยธรรมชาติ อุบัติเหตุ)

1.3 นักเรียนมีวิธีการอย่างไรเพื่อทำให้ความมืดไม่ใช่สิ่งที่น่ากลัว และสามารถใช้งานได้ง่ายและมีประสิทธิภาพ

(แนวคำตอบ : สร้างไฟฉายจากหลอดแอลอีดีขนาด 25 หรือ 35 หลอด หรือมีไฟฉายของตนเอง)

ชั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

2.1 กระแสไฟฟ้า หมายถึงอะไร

(แนวคำตอบ : กระแสไฟฟ้าในตัวกลางใด ๆ เท่ากับประจุไฟฟ้าที่เคลื่อนผ่านพื้นที่หน้าตัดในหนึ่งหน่วยเวลา)

2.2 จากความหมายของกระแสไฟฟ้าในข้อ 2.1 เขียนเป็นสมการได้อย่างไร

(แนวคำตอบ : $I = \frac{Q}{t}$)

2.3 ถ้ามี “อัตราเร็วลอยเลื่อนของอิเล็กตรอน” มาเกี่ยวข้อง นักเรียนสามารถหากระแสไฟฟ้าได้จากสมการใด

(แนวคำตอบ : $I = evAn$)

2.4 ทิศของกระแสไฟฟ้า เป็นอย่างไร จงอธิบาย

(แนวคำตอบ : กระแสไฟฟ้ามีทิศเดียวกับการเคลื่อนที่ของประจุบวกในวงจร โดยเคลื่อนจากขั้วบวกไปยังขั้วลบ หรือเคลื่อนจากจุดที่มีศักย์ไฟฟ้าสูงไปจุดที่มีศักย์ไฟฟ้าต่ำ)

2.5 ตัวต้านทานไฟฟ้ามีความต้านทาน 6 กิโลโอห์ม ต่อเข้ากับแบตเตอรี่ 12 โวลต์ ภายในเวลา 20 นาที จะมีประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่ผ่านพื้นที่หน้าตัดของตัวต้านทานนี้เท่าใด

(แนวคำตอบ : 2.4 คูลอมป์)

2.6 ลวดโลหะเส้นหนึ่งมีอิเล็กตรอนอิสระ 5×10^{28} อนุภาค/ลูกบาศก์เมตร และมีพื้นที่ภาคตัดขวาง 2 ตารางเซนติเมตร อิเล็กตรอนเคลื่อนที่ด้วยความเร็วลอยเลื่อน 0.2 มิลลิเมตร/วินาที จงหา

1. กระแสไฟฟ้าในลวดโลหะ

.....

.....

.....

(แนวคำตอบ : 320 แอมแปร์)

2. ปริมาณของประจุไฟฟ้าที่ผ่านลวดตัวนำในเวลา 1 นาที

.....

.....

(แนวคำตอบ : 19,200 คูลอมป์)

3. จำนวนของอิเล็กตรอนที่ผ่านในช่วงเวลา 1 นาที

.....

.....

.....

(แนวคำตอบ : 1.2×10^{23} คูลอมป์)

2.7 จงอธิบายการนำไฟฟ้าของตัวกลางต่าง ๆ ดังนี้

1. การนำไฟฟ้าในโลหะ

.....

.....

.....

(แนวคำตอบ : เกิดจากการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนอิสระจากศักย์ไฟฟ้าต่ำไปยังศักย์ไฟฟ้าสูง จากขั้วลบไปขั้วบวก)

2. การนำไฟฟ้าในสารละลายอิเล็กโทรไลต์

.....

.....

.....

(แนวคำตอบ : เกิดจากการเคลื่อนที่ของไอออนบวก และไอออนลบ)

3. การนำไฟฟ้าในหลอดบรรจุแก๊ส

(แนวคำตอบ : เกิดจากการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนอิสระ (จากขั้วแคโทด) และไอออนบวก (ของแก๊ส))

4. การนำไฟฟ้าของสารกึ่งตัวนำ

(แนวคำตอบ : เกิดจากอิเล็กตรอนอิสระ และโฮล (hole) เนื่องจากอิเล็กตรอนของสารกึ่งตัวนำมีพันธะโควาเลนต์จึงไม่มีอิเล็กตรอนอิสระ แต่เมื่อให้สนามไฟฟ้าที่มีค่ามากพอ จำให้อิเล็กตรอนหลุดจากพันธะโควาเลนต์เป็นอิเล็กตรอนอิสระ และเกิดที่ว่างหรือโฮล (hole) เกิดขึ้น ทำให้สามารถนำไฟฟ้าได้)

ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (ชั่วโมงที่ 2)

นักเรียนแต่ละกลุ่มวิเคราะห์และทำความเข้าใจกับสถานการณ์ที่ 1 รวมถึงเงื่อนไขต่าง ๆ ในการสร้างไฟฉาย จากนั้นทำการออกแบบ โดยเขียนเป็นภาพ พร้อมระบายสีให้สวยงาม



ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา

4.1 ขั้นตอนการสร้างไฟฉาย มีดังนี้ (ความสามารถในการแก้ปัญหา :
การวางแผนการแก้ปัญหา)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4.2 ผลการดำเนินการสร้างไฟฉาย (ความสามารถในการแก้ปัญหา :
การดำเนินการแก้ปัญหา)

.....

.....

.....

.....

ขั้นที่ 5 การทดสอบ ประเมินผลและปรับปรุง (การประเมินผลการแก้ปัญหา)

5.1 ทำการทดสอบการใช้งาน ความสว่าง และความคุ้มค่าระหว่างไฟฉายที่
นักเรียนสร้างขึ้น และไฟฉายทั่วไป

5.2 จงระบุปัญหาที่พบ หรือข้อผิดพลาด (ถ้ามี) และแนวทางการแก้ปัญหา
เพื่อปรับปรุงแก้ไขชิ้นงานให้ชิ้นงานมีประสิทธิภาพและสอดคล้องกับเป้าหมายที่ตั้งไว้

ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา ร่วมกับแผนผังความคิด

นักเรียนสามารถนำความรู้เรื่อง กระแสไฟฟ้า ไปใช้ประโยชน์ในอนาคตได้อย่างไร
โดยใช้แผนผังความคิดมาช่วยในการสรุป

มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี



แบบทดสอบก่อนเรียน-หลังเรียน

เรื่อง กระแสไฟฟ้า ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 10 ข้อ

คำชี้แจง : ให้นักเรียนทำเครื่องหมายกากบาท (X) ข้อที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว
ลงในกระดาษแบบทดสอบ

1. กระแสไฟฟ้า หมายถึงอะไร

- ก. ประจุไฟฟ้าที่ไหลจากขั้วลบไปยังขั้วบวก
- ข. ประจุไฟฟ้าที่เคลื่อนผ่านพื้นที่หน้าตัดในหนึ่งหน่วย
- ค. ประจุไฟฟ้าที่เคลื่อนผ่านพื้นที่หน้าตัดในหนึ่งหน่วยเวลา
- ง. ประจุไฟฟ้าที่ไหลจากศักย์ไฟฟ้าต่ำไปยังศักย์ไฟฟ้าสูง

2. ทิศของกระแสไฟฟ้าตามสากลนิยมคิดจากอะไร

- ก. ทิศที่โปรตอนเคลื่อนที่
- ข. ทิศที่อิเล็กตรอนเคลื่อนที่
- ค. ทิศที่ไอออนลบเคลื่อนที่หรือทิศตรงข้ามที่ไอออนบวกเคลื่อนที่
- ง. ทิศที่อนุภาคไฟฟ้าบวกเคลื่อนที่หรือทิศตรงกันข้ามกับทิศที่อนุภาคไฟฟ้าลบเคลื่อนที่

3. ข้อใดต่อไปนี้อีกกล่าวไม่ถูกต้องเกี่ยวกับการนำไฟฟ้าของตัวกลางต่าง ๆ

- ก. กระแสไฟฟ้าในสารละลายอิเล็กโทรไลต์เกิดจากการเคลื่อนที่ของไอออนบวกและไอออนลบ
- ข. กระแสไฟฟ้าในหลอดบรรจุแก๊สเกิดจากการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนอิสระและไอออนบวก
- ค. กระแสไฟฟ้าในสารกึ่งตัวนำเกิดจากการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนอิสระ
- ง. กระแสไฟฟ้าในโลหะเกิดจากการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนอิสระ

4. จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้

- 1) การนำไฟฟ้าในหลอดบรรจุแก๊ส เกิดจากการถ่ายเททั้งประจุไฟฟ้าบวกและประจุไฟฟ้าลบ
- 2) การนำไฟฟ้าในแท่งโลหะเกิดจากการถ่ายเทประจุไฟฟ้าลบ
- 3) การนำไฟฟ้าในอิเล็กโทรไลต์ เกิดจากการเคลื่อนที่ของประจุไฟฟ้าบวกอย่างเดียวเท่านั้น

คำตอบที่ถูกต้องคือ

ก. ข้อ 1) และ 2)

ข. ข้อ 2) และ 3)

ค. ข้อ 1) และ 3)

ง. ข้อ 1) เท่านั้น

5. ถ้าเพิ่มจำนวนถ่านไฟฉายเข้าไปในวงจรไฟฟ้ามากขึ้นเรื่อย ๆ กระแสไฟฟ้าที่วัดได้จะเป็นอย่างไร

ก. ค่ากระแสไฟฟ้าจะมีค่าลดลง

ข. ค่ากระแสไฟฟ้าในวงจรจะเพิ่มขึ้นแล้วลดลงเรื่อย ๆ

ค. จำนวนถ่านไฟฉายไม่มีผลต่อค่ากระแสไฟฟ้าในวงจร

ง. ค่ากระแสไฟฟ้าในวงจรจะมีค่าเพิ่มมากขึ้นตามจำนวนถ่านไฟฉาย

6. ลวดเส้นหนึ่งมีกระแสไหลผ่าน 4 แอมแปร์ จำนวนอิเล็กตรอนที่เคลื่อนที่ผ่านพื้นที่หน้าตัดไปในเวลา 30 วินาที มีจำนวนเท่าใด

ก. 7.5×10^{18} ตัว

ข. 7.5×10^{19} ตัว

ค. 7.5×10^{20} ตัว

ง. 7.5×10^{22} ตัว

7. ตัวนำมีพื้นที่ภาคตัดขวางเท่ากับ 3 ตารางเมตร ถ้ามีประจุไฟฟ้า +600 และ -200 คูลอมบ์ เคลื่อนที่ผ่านพื้นที่ในลักษณะสวนทางกันโดยใช้เวลา 4 วินาที แสดงว่ามีกระแสไฟฟ้าผ่านตัวนำเท่ากับเท่าใด

ก. 50 แอมแปร์

ข. 100 แอมแปร์

ค. 150 แอมแปร์

ง. 200 แอมแปร์

8. ลวดตัวนำเส้นหนึ่งมีกระแสไหลผ่าน 5 แอมแปร์ ในเวลา 2 นาที จะมีปริมาณประจุเคลื่อนที่ผ่านพื้นที่หน้าตัดไปเท่าใด

ก. 200 แอมแปร์

ข. 600 แอมแปร์

ค. 800 แอมแปร์

ง. 1,000 แอมแปร์

9. การต่อวงจรไฟฟ้าในบ้านส่วนใหญ่นิยมเป็นการต่อแบบใดมากที่สุด

ก. แบบผสม

ข. แบบอนุกรม

ค. แบบขนาน

ง. แบบรวม

10. ถ้าต้องการวัดความต่างศักย์ ต้องใช้เครื่องมือชนิดใดและต่อแบบใดจึงเหมาะสมที่สุด

ก. โวลต์มิเตอร์ ต่อขนาน

ข. แอมมิเตอร์ ต่อขนาน

ค. โวลต์มิเตอร์ ต่ออนุกรม

ง. แอมมิเตอร์ ต่ออนุกรม

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

แบบประเมินความสามารถในการแก้ปัญหา

คำชี้แจง : ให้ผู้สอนสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างเรียนแล้วทำเครื่องหมายถูก

(✓) ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

ชื่อสมาชิกในกลุ่มที่.....

1. ชั้น
2. ชั้น
3. ชั้น
4. ชั้น
5. ชั้น
6. ชั้น

ลำดับ	รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
		3	2	1
1	การระบุปัญหา			
2	การวิเคราะห์ปัญหา			
3	การวางแผนการแก้ปัญหา			
4	การดำเนินการแก้ปัญหา			
5	การประเมินผลการแก้ปัญหา			
คะแนนรวม				
ระดับคุณภาพ				

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นางสาวจิราภรณ์ บงศ์บุตร)

เกณฑ์การวัดและประเมินความสามารถในการแก้ปัญหา

คำชี้แจง : ให้ผู้สอนประเมินการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของนักเรียนในระหว่างเรียน แล้ว
ทำเครื่องหมายถูก (✓) ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

ความสามารถ ในการแก้ปัญหา	เกณฑ์การประเมิน		
	3	2	1
1. การระบุปัญหา	สามารถบอกปัญหาที่สำคัญที่สุดภายในขอบเขตข้อเท็จจริงจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ครบถ้วนสมบูรณ์	สามารถบอกปัญหาภายในขอบเขตของข้อเท็จจริงจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้แต่ไม่ครบถ้วน	สามารถบอกปัญหาภายในขอบเขตของข้อเท็จจริงได้แต่ไม่สอดคล้องกับสถานการณ์
2. การวิเคราะห์ปัญหา	สามารถบอกสาเหตุที่แท้จริงของปัญหาในสถานการณ์ได้และสอดคล้องกับสถานการณ์ครบถ้วนสมบูรณ์	สามารถบอกสาเหตุที่เป็นไปได้ในสถานการณ์และสอดคล้องกับสถานการณ์แต่ไม่ครบถ้วน	สามารถบอกสาเหตุที่แท้จริงหรือสาเหตุที่เป็นไปได้ของปัญหาในสถานการณ์ได้แต่ไม่สอดคล้องกับสถานการณ์
3. การวางแผนการแก้ปัญหา	สามารถเสนอแนวทางการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง ตรงตามลำดับขั้นตอนครบถ้วน	สามารถเสนอแนวทางการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง ตรงตามลำดับขั้นตอนไม่ครบถ้วน	สามารถเสนอแนวทางการแก้ปัญหาได้แต่ยังไม่ถูกต้อง และไม่ตรงตามลำดับขั้นตอนครบถ้วน
4. การดำเนินการแก้ปัญหา	สามารถดำเนินการแก้ปัญหาตามขั้นตอนที่กำหนดได้ถูกต้องและครบถ้วน	สามารถดำเนินการแก้ปัญหาตามขั้นตอนที่กำหนดได้บางส่วนและไม่ตรงประเด็น	สามารถดำเนินการแก้ปัญหาตามขั้นตอนที่กำหนดได้ไม่ถูกต้องและไม่ครบถ้วน
5. การประเมินผล การแก้ปัญหา	สามารถอธิบายผลที่เกิดขึ้นจากการกำหนดวิธีการเพื่อแก้ปัญหาได้สอดคล้องกับสาเหตุของปัญหา	สามารถอธิบายผลที่เกิดขึ้นจากการกำหนดวิธีการเพื่อแก้ปัญหาที่ระบุไว้แต่ไม่สอดคล้องกับสาเหตุของปัญหา	ไม่สามารถอธิบายผลที่เกิดขึ้นจากการกำหนดวิธีการเพื่อแก้ปัญหาให้สอดคล้องกับสาเหตุของปัญหา

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
13-15	ดีมาก
10-12	ดี
7-9	พอใช้
ต่ำกว่า 7	ปรับปรุง

มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์

แบบประเมินชิ้นงาน

คำชี้แจง : ให้ผู้สอนสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างเรียนแล้วทำเครื่องหมายถูก

(✓) ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

ชื่อสมาชิกในกลุ่มที่.....

1. ชั้น
2. ชั้น
3. ชั้น
4. ชั้น
5. ชั้น
6. ชั้น

รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
	3	2	1
1. รูปแบบชิ้นงานตรงตามที่ยกแบบไว้			
2. การนำไปใช้ประโยชน์			
3. มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์			
4. ความแข็งแรงของชิ้นงาน			
5. ทำงานเสร็จภายในเวลาที่กำหนด			
คะแนนรวม			
ระดับคุณภาพ			

ลงชื่อ ผู้ประเมิน

(นางสาวจิราภรณ์ บงศ์บุตร)

เกณฑ์การวัดและประเมินชิ้นงาน

รายการ ประเมิน	ระดับคะแนน		
	3	2	1
1. รูปแบบชิ้นงาน ตรงตามที่ ออกแบบไว้	รูปแบบมีความ ชัดเจน และสามารถ นำเหตุผลมา สนับสนุนในการ ออกแบบได้อย่าง ชัดเจน	รูปแบบมีความ ชัดเจนแต่ไม่ สามารถนำเหตุผล มาสนับสนุน ในการออกแบบได้ อย่างชัดเจน	รูปแบบไม่มีความ ชัดเจนและยังไม่ สามารถนำเหตุผลมา สนับสนุนใน การออกแบบได้อย่าง ชัดเจน
2. การนำไปใช้ ประโยชน์	ชิ้นงานที่ทำการผลิต ขึ้น สามารถใช้ใน ชีวิตประจำวันได้จริง และผ่านเกณฑ์ มาตรฐานชุมชน	ชิ้นงานที่ทำการ ผลิตขึ้น สามารถใช้ ในชีวิตประจำวันได้ แต่ไม่ผ่านเกณฑ์ มาตรฐานชุมชน	ชิ้นงานที่ทำการผลิต ขึ้น ไม่สามารถใช้ใน ชีวิตประจำวันได้และ ไม่ผ่านเกณฑ์ มาตรฐานชุมชน
3. มีความคิด ริเริ่มสร้างสรรค์	ใช้จินตนาการและ แนวคิดที่แปลกใหม่ ในการพัฒนาและ ปรับปรุงชิ้นงานให้ดี ยิ่งขึ้น	ใช้จินตนาการและ แนวคิดที่แปลกใหม่ แต่ไม่มีการพัฒนา ปรับปรุงชิ้นงานให้ดี ยิ่งขึ้น	ไม่มีจินตนาการและ แนวคิดที่แปลกใหม่ใน การพัฒนา ปรับปรุง ชิ้นงานให้ดียิ่งขึ้น
4. ความแข็งแรง ของชิ้นงาน	ชิ้นงานมีความ แข็งแรง ทนทาน และมีความสะอาด	ชิ้นงานมีความ แข็งแรง ทนทาน แต่ไม่มีความ สะอาด	ชิ้นงานไม่มีความ แข็งแรง ทนทาน และ ไม่มีความสะอาด
5. ทำงานเสร็จ ภายในเวลาที่ กำหนด	เสร็จตามเวลา ที่กำหนด	เสร็จช้ากว่าเวลาที่ กำหนด 5 นาที	เสร็จช้ากว่าเวลาที่ กำหนด 10 นาที

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
11-15	ดี
6-10	พอใช้
1-5	ปรับปรุง

มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์

แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์

คำชี้แจง : ให้ผู้สอนสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างเรียนและนอกเวลาเรียน

แล้วทำเครื่องหมายถูก (✓) ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

ข้อการประเมิน	รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
		3	2	1
1. มีวินัย รับผิดชอบ	1.1 ปฏิบัติตามข้อตกลง กฎเกณฑ์ ระเบียบ ข้อบังคับของ ห้องเรียน			
	1.2 มีความตรงต่อเวลาในการปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ			
	1.3 มีความรับผิดชอบต่อหน้าที่ ที่ได้รับมอบหมาย			
2. ใฝ่เรียนรู้	2.1 เข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ต่าง ๆ			
	2.2 ศึกษาค้นคว้า หาความรู้จากหนังสือ เอกสาร สื่อ เทคโนโลยีต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม			
	2.3 บันทึกความรู้ วิเคราะห์ตรวจสอบสิ่งที่เรียนรู้ สรุปเป็น องค์ความรู้ได้			
	2.4 แลกเปลี่ยนความรู้ด้วยวิธีการต่าง ๆ และนำไปใช้ ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน			
3. อยู่อย่าง พอเพียง	3.1 ใช้ทรัพย์สินและสิ่งของของโรงเรียนอย่างประหยัด			
	3.2 ใช้อุปกรณ์การเรียนอย่างประหยัด			
	3.3 ใช้จ่ายอย่างประหยัด รู้คุณค่าการออมเงิน			
4. มุ่งมั่นใน การทำงาน	4.1 มีความตั้งใจ พยายามในการทำงานที่ได้รับมอบหมาย			
	4.2 มีความอดทน ไม่ท้อแท้ต่ออุปสรรคเพื่อให้งานสำเร็จ			
5. มีจิตสาธารณะ	5.1 รู้จักช่วยเหลือเพื่อนในกลุ่มทำงาน			
	5.2 รู้จักการดูแลรักษาทรัพย์สินสมบัติ สิ่งแวดล้อม ของห้องเรียนและโรงเรียน			
รวม				
ระดับคุณภาพ				

ลงชื่อ ผู้ประเมิน

(นางสาวจิราภรณ์ บงศ์บุตร)

เกณฑ์การให้คะแนน

- ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมอย่างสม่ำเสมอ ให้ 3 คะแนน
- ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมบ่อยครั้ง ให้ 2 คะแนน
- ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมบางครั้ง ให้ 1 คะแนน

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
33-42	ดีมาก
23-32	ดี
13-22	พอใช้
ต่ำกว่า 23	ปรับปรุง

แบบประเมินสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

คำชี้แจง : ให้ผู้ประเมินสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน แล้วทำเครื่องหมาย (✓) ให้ตรงกับระดับคุณภาพ

สมรรถนะที่สำคัญ	รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
		3	2	1
1. ความสามารถในการสื่อสาร	1.1 มีความสามารถในการนำเสนอผลงาน			
	1.2 มีความสามารถในการถ่ายทอดความรู้ ความคิด ความเข้าใจของตนเอง โดยใช้ภาษาอย่างเหมาะสม			
	1.3 ใช้วิธีการสื่อสารที่เหมาะสม			
	1.4 วิเคราะห์แสดงความคิดเห็นอย่างมีเหตุผล			
	1.5 เขียนบันทึกเหตุการณ์ประจำวัน แล้วเล่าให้เพื่อนฟังได้			
2. ความสามารถในการคิด	2.1 มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์			
	2.2 มีทักษะในการคิดนอกกรอบอย่างสร้างสรรค์			
	2.3 สามารถคิดอย่างมีวิจารณญาณ			
	2.4 มีความสามารถในการคิดอย่างมีระบบ			
	2.5 ตัดสินใจแก้ปัญหาเกี่ยวกับตนเองได้			
3. ความสามารถในการแก้ปัญหา	3.1 สามารถแก้ปัญหาและอุปสรรคต่าง ๆ ที่เผชิญได้			
	3.2 ใช้เหตุผลในการแก้ปัญหา			
	3.3 เข้าใจความสัมพันธ์และการเปลี่ยนแปลงในสังคม			
	3.4 แสวงหาความรู้ ประยุกต์ความรู้มาใช้ในการป้องกันและแก้ไขปัญหา			
	3.5 สามารถตัดสินใจได้เหมาะสมตามวัย			
4. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต	4.1 เรียนรู้ด้วยตนเองได้เหมาะสมตามวัย			
	4.2 สามารถทำงานกลุ่มร่วมกับผู้อื่นได้			
	4.3 นำความรู้ที่ได้ไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน			
	4.4 จัดการปัญหาและความขัดแย้งได้เหมาะสม			
	4.5 หลีกเลี่ยงพฤติกรรมไม่พึงประสงค์ที่ส่งผล กระทบ ต่อตนเอง			

ตาราง (ต่อ)

สมรรถนะ ที่สำคัญ	รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
		3	2	1
5. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี	5.1 เลือกและใช้เทคโนโลยีได้เหมาะสมตามวัย			
	5.2 มีทักษะกระบวนการทางเทคโนโลยี			
	5.3 สามารถนำเทคโนโลยีไปใช้พัฒนาตนเอง			
	5.4 ใช้เทคโนโลยีในการแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์			
	5.5 มีคุณธรรม จริยธรรมในการใช้เทคโนโลยี			
รวม				
ระดับคุณภาพ				

ลงชื่อ ผู้ประเมิน
(นางสาวจิราภรณ์ บงศ์บุตร)

เกณฑ์การให้คะแนน

- ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมอย่างสม่ำเสมอ ให้ 3 คะแนน
- ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมบ่อยครั้ง ให้ 2 คะแนน
- ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมบางครั้ง ให้ 1 คะแนน

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
66-75	ดีมาก
56-65	ดี
46-55	พอใช้
ต่ำกว่า 46	ปรับปรุง

แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง ไฟฟ้ากระแส

คำชี้แจง : ให้นักเรียนโดยการอ่านสถานการณ์ แล้วทำเครื่องหมายกากบาท (X)

เลือกคำตอบที่ถูกที่สุดเพียงคำตอบเดียว ข้อที่ 1-5

สถานการณ์ที่ 1 ลวดโลหะเส้นหนึ่งมีอิเล็กตรอน 5×10^{30} อนุภาค/ลูกบาศก์เมตร และพื้นที่ภาคตัดขวาง 3 ตารางมิลลิเมตร อิเล็กตรอนเคลื่อนที่ด้วยความเร็วลอยเลื่อน 2×10^{-4} เมตรต่อวินาที กระแสไฟฟ้าในลวดโลหะเป็นเท่าใด

ขั้นที่ 1 การระบุปัญหา

1. การระบุปัญหาจากสถานการณ์ที่ 1 ตรงตามข้อใด

- ก. จำนวนอิเล็กตรอนมีค่าเท่าใด
- ข. ความเร็วในลวดโลหะเป็นเท่าใด
- ค. ลวดโลหะมีความต่างศักย์เท่าใด
- ง. กระแสไฟฟ้าในลวดโลหะมีค่าเท่าใด

ขั้นที่ 2 การวิเคราะห์ปัญหา

2. ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับปัญหาจากสถานการณ์ที่ 1 มีอะไรบ้าง

- ก. จำนวนอิเล็กตรอน
- ข. พื้นที่หน้าตัด
- ค. พื้นที่หน้าตัด และความเร็วลอยเลื่อน
- ง. จำนวนอิเล็กตรอน พื้นที่หน้าตัด และความเร็วลอยเลื่อน

ขั้นที่ 3 การวางแผนแก้ปัญหา

3. ข้อใดเป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่ 1 เพื่อนำมากำหนดวิธีการแก้ปัญหา

- ก. คำนวณหาค่ากระแสไฟฟ้า
- ข. ใช้สมการกระแสไฟฟ้า $I = Q/t$ ในการคำนวณ
- ค. ใช้สมการกระแสไฟฟ้า $I = nevA$ ในการคำนวณ
- ง. ใช้สมการความต้านทานไฟฟ้า $I = nevA$ ในการคำนวณ

ขั้นที่ 4 การดำเนินการตามแผนที่วางไว้

4. การแสดงวิธีการการหาคำตอบ เพื่อดำเนินการแก้ปัญหา ตรงตามข้อใด

ก. $I = nevA = (5 \times 10^{30})(1.6 \times 10^{-31})(2 \times 10^{-4})(3) = 48 \times 10^7$ แอมแปร์

ข. $I = nevA = (5 \times 10^{30})(1.6 \times 10^{-31})(2 \times 10^{-4})(3 \times 10^{-6}) = 480$ แอมแปร์

ค. $I = nevA = (5 \times 10^{30})(1.6 \times 10^{-31})(2 \times 10^{-4})(3 \times 10^{-3}) = 48 \times 10^4$ แอมแปร์

ง. ไม่มีข้อถูกต้อง

ขั้นที่ 5 การตรวจสอบผลลัพธ์

5. เมื่อได้ผลลัพธ์จากการดำเนินการแก้ปัญหา มีการตรวจสอบผลลัพธ์อย่างไร

ก. แทนค่ากระแสไฟฟ้า พื้นที่หน้าตัด และความเร็วลอยเลื่อน

ข. แทนค่าจำนวนอิเล็กตรอน พื้นที่หน้าตัด และความเร็วลอยเลื่อน

ค. แทนค่าจำนวนอิเล็กตรอน พื้นที่หน้าตัด เพื่อกำหนดหาค่าความเร็วลอยเลื่อน เพื่อกำหนดหาจำนวนอิเล็กตรอน

ง. แทนค่าจำนวนอิเล็กตรอน พื้นที่หน้าตัด และความเร็วลอยเลื่อน เพื่อกำหนดหากระแสไฟฟ้าในลวดโลหะ

เฉลย

1. ง 2. ง 3. ค 4. ข 5. ง

9. กิจกรรมเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

สรุปผลการจัดการเรียนรู้

1. นักเรียนจำนวน.....คน

ผ่านจุดประสงค์การเรียนรู้.....คน คิดเป็นร้อยละ.....

ไม่ผ่านจุดประสงค์.....คน คิดเป็นร้อยละ.....

ได้แก่

1.

2.

ปัญหา/อุปสรรค/แนวทางแก้ไข

.....

.....

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ..... ผู้สอน

(นางสาวจิราภรณ์ บงศ์บุตร)

มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี

ความเห็นของหัวหน้าสถานศึกษา/ผู้ที่ได้รับมอบหมาย

ได้ทำการตรวจแผนการจัดการเรียนรู้ของ.....
แล้วมีความคิดเห็นดังนี้

1. เป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่

☐ ดีมาก	☐ ดี
☐ พอใช้	☐ ควรปรับปรุง

2. การจัดกิจกรรมได้นำเอากระบวนการเรียนรู้

- ☐ เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญมาใช้ในการสอนได้อย่างเหมาะสม
- ☐ ยังไม่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญควรปรับปรุงพัฒนาต่อไป

3. เป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่

- ☐ นำไปใช้ได้จริง
- ☐ ควรปรับปรุงก่อนนำไปใช้

4. ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ครูพี่เลี้ยง
(.....)
ตำแหน่ง.....

5. ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้บริหารสถานศึกษา
(.....)
ตำแหน่ง.....

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
 หน่วยการเรียนรู้ที่ 14 ไฟฟ้ากระแส เวลา 21 ชั่วโมง
 เรื่อง พลังงานไฟฟ้าจากพลังงานทดแทนและเทคโนโลยีด้านพลังงาน เวลา 4 ชั่วโมง
 ผู้สอน นางสาวจิราภรณ์ บงศ์บุตร วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

1. สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม/ผลการเรียนรู้

วิทยาศาสตร์เพิ่มเติม สาระฟิสิกส์

3. เข้าใจแรงไฟฟ้าและกฎของคูลอมบ์ สนามไฟฟ้า ศักย์ไฟฟ้า ความจุไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และกฎของโอห์ม วงจรไฟฟ้ากระแสตรง พลังงานไฟฟ้า และกำลังไฟฟ้า การเปลี่ยนพลังงานทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้า สนามแม่เหล็ก แรงแม่เหล็กที่กระทำกับประจุไฟฟ้า และกระแสไฟฟ้า การเหนี่ยวนำ แม่เหล็กไฟฟ้าและกฎของฟาราเดย์ ไฟฟ้ากระแสสลับ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า และการสื่อสาร รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ผลการเรียนรู้

ม.5/15 อธิบายการเปลี่ยนพลังงานทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้า รวมทั้งสืบค้นและอภิปรายเกี่ยวกับเทคโนโลยีที่นำมาแก้ปัญหาหรือตอบสนองความต้องการทางด้านพลังงาน โดยเน้นด้านประสิทธิภาพและความคุ้มค่าด้านค่าใช้จ่าย

กลุ่มสาระเทคโนโลยี

มาตรฐานการเรียนรู้ ว 4.2 เข้าใจ และใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงอย่างเป็นขั้นตอน และเป็นระบบใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ และการสื่อสารในการเรียนรู้ การทำงาน และการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ รู้เท่าทัน และมีจริยธรรม

ตัวชี้วัด ม.5/1 รวบรวมประเมินนำเสนอข้อมูล และสารสนเทศตามวัตถุประสงค์โดยใช้ ซอฟต์แวร์หรือบริการบนอินเทอร์เน็ตที่หลากหลายเพื่อแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

สาระสถิติและความน่าจะเป็น

1. เข้าใจหลักการนับเบื้องต้น ความน่าจะเป็น และนำไปใช้

ผลการเรียนรู้

ม.5/1 เข้าใจและใช้หลักการบวกและการคูณ การเรียงลำดับเปลี่ยน และการจัดหมู่ในการแก้ปัญหา

ม.5/2 หาความน่าจะเป็นและนำความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นไปใช้

2. สารการเรียนรู้

พลังงานไฟฟ้าจากพลังงานทดแทนและเทคโนโลยีด้านพลังงาน

3. สารสำคัญ

พลังงานที่นำมาใช้ทดแทนแหล่งพลังงานหลัก เรียกว่า พลังงานทดแทน เช่น พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานชีวมวล พลังงานลม พลังงานน้ำ และพลังงานนิวเคลียร์ นอกจากนี้เครื่องกำเนิดไฟฟ้ายังใช้พลังงานทดแทนบางชนิดเปลี่ยนเป็นพลังงานไฟฟ้า

แบตเตอรี่ วัสดุฉนวนความร้อน เครื่องใช้ไฟฟ้าประหยัดพลังงาน เซลล์เชื้อเพลิง เป็นตัวอย่างของเทคโนโลยีด้านพลังงานที่นำมาใช้แก้ปัญหาหรือตอบสนองความต้องการ ทางด้านพลังงาน การพิจารณา เลือกเทคโนโลยีมาช่วยแก้ปัญหาพลังงาน ไม่เพียงควร คำนึงถึงประสิทธิภาพในการใช้งานเท่านั้น แต่ควรคำนึงถึงความคุ้มค่าด้านค่าใช้จ่าย ขนาดที่เหมาะสม และความจำเป็นต่อการใช้งานจริง ๆ

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

นักเรียนมีความรู้ ความสามารถในการในแต่ละด้าน ดังนี้

ความรู้ (Knowledge)

1. อธิบายการเปลี่ยนพลังงานทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้า
2. อธิบายประสิทธิภาพของพลังงานทดแทน
3. ประเมินความคุ้มค่าด้านค่าใช้จ่ายของพลังงานทดแทน

ทักษะ/กระบวนการ (Process)

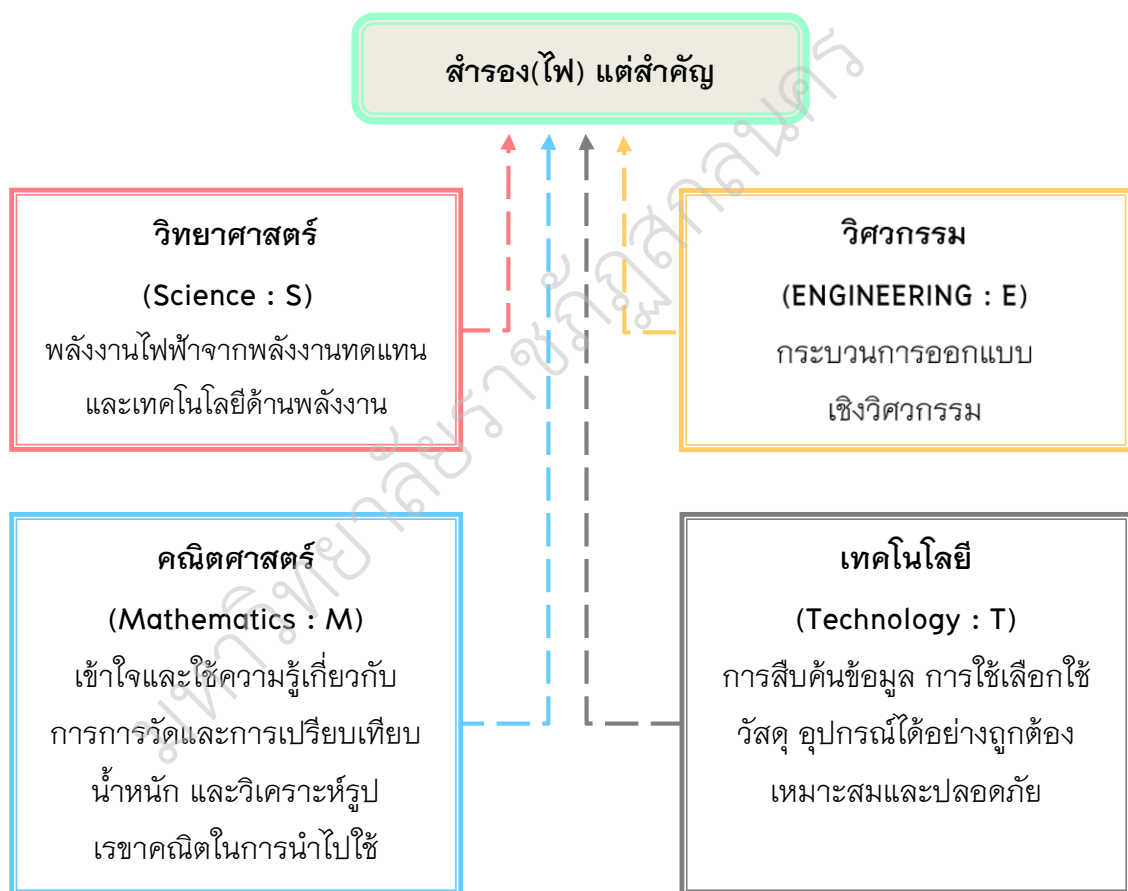
ความสามารถในการแก้ปัญหา ได้แก่ การระบุปัญหา การวิเคราะห์ปัญหา การวางแผนการแก้ปัญหา การดำเนินการแก้ปัญหา และการประเมินผลการแก้ปัญหา

คุณลักษณะอันพึงประสงค์และสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน (Attitude)

1. มีวินัย
2. ใฝ่เรียนรู้
3. อยู่อย่างพอเพียง
4. มุ่งมั่นในการทำงาน

5. มีจิตสาธารณะ
6. ความสามารถในการสื่อสาร
7. ความสามารถในการคิด
8. ความสามารถในการแก้ปัญหา
9. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต
10. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี

5. กรอบแนวคิดการจัดการเรียนรู้



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

6. กิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา (STEM Education)

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา
โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิด

ให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน
เรื่อง พลังงานไฟฟ้าจากพลังงานทดแทนและเทคโนโลยีด้านพลังงาน

1. ชื่นระบุปัญหา (ชั่วโมงที่ 1)

1.1 ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยให้นักเรียนพิจารณาภาพหรือดูวิดีโอที่บันทึกการทำ
กิจกรรมต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันที่ใช้พลังงานไฟฟ้า แล้วให้ระบุแหล่งพลังงานในการผลิต
ไฟฟ้าที่ใช้กับกิจกรรมที่ครูให้ชมในข้างต้น จากนั้นให้นักเรียนอภิปรายร่วมกันว่า

- แหล่งพลังงานหลักของประเทศไทยที่ใช้ผลิตไฟฟ้าคือแหล่งพลังงานชนิดใด (แนวคำตอบ : ซากดึกดำบรรพ์ เช่น ก๊าซธรรมชาติ ถ่านหิน และน้ำมัน)
- ในอนาคตจะมีแหล่งพลังงานนั้นใช้เพียงพอหรือไม่ และถ้าไม่เพียงพอ
นักเรียนจะมีแนวทางแก้ปัญหาอย่างไร (แนวคำตอบ : ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นอย่างอิสระ ไม่คาดหวังคำตอบที่ถูกต้อง)

1.2 ครูเปิดวิดีโอที่เกี่ยวกับการนำพลังงานชนิดต่าง ๆ มาเปลี่ยนเป็น
พลังงานไฟฟ้า เช่น การใช้เซลล์สุริยะเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานไฟฟ้า
การเปลี่ยนพลังงานชีวมวลเป็นพลังงานไฟฟ้าของโรงไฟฟ้าพลังงานชีวมวล หรือการใช้
กังหันลมเปลี่ยนพลังงานลมเป็นพลังงานไฟฟ้า พร้อมตั้งคำถามให้นักเรียนอภิปรายว่า

- พลังงานเหล่านี้สามารถนำมาใช้ทดแทนแหล่งพลังงานหลักที่ใช้อยู่
อย่างเชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ได้หรือไม่ อย่างไร (แนวคำตอบ : ครูเปิดโอกาสให้นักเรียน
แสดงความคิดเห็นอย่างอิสระ ไม่คาดหวังคำตอบที่ถูกต้อง)

จนได้ข้อสรุปเกี่ยวกับความหมายของพลังงานทดแทน และศักยภาพของ
ประเทศไทยในการใช้พลังงานแสงอาทิตย์และ พลังงานชีวมวลเป็นพลังงานทดแทน ตาม
รายละเอียดในใบความรู้ที่ 5 จากนั้นตั้งคำถามให้นักเรียนอภิปรายร่วมกันว่า

- การนำพลังงานทดแทนเหล่านี้มาเปลี่ยนเป็นพลังงานไฟฟ้ามีหลักการ
อย่างไร (แนวคำตอบ : ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นอย่างอิสระ ไม่คาดหวัง
คำตอบที่ถูกต้อง)

1.3 ครูแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 5-6 คน

1.4 ครูให้สถานการณ์ว่า “พลังงานไฟฟ้าเป็นสิ่งที่จำเป็นต่อการดำเนินชีวิตของมนุษย์เป็นอย่างมากไม่ว่าจะทำกิจกรรมต่าง ๆ เราต้องอาศัยพลังงานไฟฟ้าเป็นหลัก ถ้านักเรียนต้องการสร้างแบตเตอรี่ใช้เอง นักเรียนมีวิธีการอย่างไร เพื่อให้แบตเตอรี่ที่เราสร้างขึ้นสามารถนำมาใช้ได้จริงในชีวิตประจำวัน เช่น ในเวลาฉุกเฉิน (ไฟดับ) ไปในสถานที่ที่ไม่มีไฟฟ้า เพื่อสำรองไฟใช้ชั่วคราว แก้ปัญหาแบตเตอรี่หมดเวลาอยู่นอกบ้าน เวลาเราออกไปแคมป์ในป่า สามารถชาร์จโทรศัพท์ได้ และอื่น ๆ โดยมีค่าใช้จ่ายที่คุ้มค่า พกพาสะดวก ง่ายต่อการใช้งาน และมีประสิทธิภาพเท่ากับแบตเตอรี่ทั่วไป” ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษารายละเอียดของสถานการณ์ ดังนี้

1.5 นักเรียนร่วมกันวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหา และระบุปัญหาที่พบจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ ลงในใบบันทึกกิจกรรมที่ 1 เรื่อง สำรอง (ไฟ) แต่สำคัญ ซึ่งในการแก้ไขสถานการณ์ที่กำหนด ครูวางเงื่อนไข คือ วัสดุ อุปกรณ์ที่ใช้ในการทำแบตเตอรี่ที่สามารถใช้แทนแบตเตอรี่ที่มีทั่วไปตามท้องตลาดได้ ต้องได้มาตรฐาน ราคาถูก และสามารถใช้งานได้จริง

2. ขั้นรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

2.1 แต่ละกลุ่มร่วมกันระดมความคิดและรวบรวมข้อมูลในการสร้างอุปกรณ์ที่สามารถใช้งานแทนไฟฟ้าในบ้านจาก หนังสือเรียนฟิสิกส์ เล่ม 4 ม. 5 และใบความรู้ที่ 1 พลังงานไฟฟ้าจากพลังงานทดแทนและเทคโนโลยีด้านพลังงาน

2.2 นักเรียนศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมจากแหล่งเรียนรู้ต่างๆ และร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับพลังงานไฟฟ้าจากพลังงานทดแทนและเทคโนโลยีด้านพลังงาน ที่นักเรียนทำการวิเคราะห์ เพื่อให้นักเรียนมีความรู้ ความสามารถในการแก้ปัญหา

2.3 ให้นักเรียนทำใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง สำรอง (ไฟ) แต่สำคัญ

3. ขั้นออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (ชั่วโมงที่ 2)

3.1 ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มวิเคราะห์และทำความเข้าใจกับสถานการณ์ที่ 1 รวมถึงเงื่อนไขต่าง ๆ ในการทำแบตเตอรี่ที่สามารถนำมาใช้ได้จริงในเวลาฉุกเฉิน เช่น ไฟดับ ไปในสถานที่ที่ไม่มีไฟฟ้า เพื่อสำรองไฟใช้ชั่วคราว สามารถพกพาได้สะดวก และมีประสิทธิภาพเท่ากับแบตเตอรี่ทั่วไป โดยนำความรู้เรื่อง พลังงานไฟฟ้าจากพลังงานทดแทนและเทคโนโลยีด้านพลังงาน มาประยุกต์ใช้ในการสร้างไฟฉาย

3.2 ครูชี้แจงเกี่ยวกับวัสดุอุปกรณ์ที่กำหนดให้ต่อกลุ่ม

3.3 ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มระดมความคิดเพื่อออกแบบแบตเตอรี่ โดยเขียนเป็นภาพ พร้อมทั้งระบายสีให้สวยงาม รวมถึงบอกขั้นตอนการสร้าง

3.4 กำหนดเงื่อนไขต้นทุนของวัสดุอุปกรณ์ไว้ ดังนี้

1. สวิตช์ปิด-เปิด	10 บาท/อัน
2. DC Jack ตัวผู้	10 บาท/อัน
3. DC Jack ตัวเมีย	10 บาท/อัน
4. สายไฟดำ-แดง	3 บาท/เมตร
5. วงจรชาร์จถ่าน 18650 เต็มตัด Micro USB	20 บาท/แผง
6. รางถ่าน	45 บาท/ราง
7. Power Dc-Dc Step-Up Boost โมดูลแปลงไฟ	30 บาท/แผง
8. โวลต์ดิจิตอล	120 บาท/อัน

4. ขั้ววางแผน และดำเนินการแก้ปัญหา (ชั่วโมงที่ 3)

4.1 ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันวางแผนแก้ปัญหาในกิจกรรมระดมสมองกับแผนผังความคิด เรื่อง ลำโพง(ไฟ) แต่สำคัญ

4.2 นักเรียนเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ที่กำหนดให้ที่มีอยู่อย่างจำกัด เพื่อสร้างแบตเตอรี่

5. ขั้นทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ไขปัญหาหรือชิ้นงาน

5.1 ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอชิ้นงาน พร้อมอธิบายการออกแบบและส่วนประกอบต่าง ๆ แบตเตอรี่

5.2 ครูให้นักเรียนร่วมกันสะท้อนผลของชิ้นงานที่แต่ละกลุ่มนำเสนอเพื่อนำข้อเสนอแนะไปปรับปรุงชิ้นงานต่อไป

5.3 นักเรียนลงมือปรับปรุงแก้ไขชิ้นงาน

6. ขั้นนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

6.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอชิ้นงานที่ได้ปรับปรุงแล้ว และร่วมกันประเมินชิ้นงานของเพื่อนแต่ละกลุ่ม โดยใช้แบบประเมินชิ้นงาน และการนำเสนอโดยใช้แผนผังความคิดในการสรุปผล

6.2 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายจากประเด็นต่อไปนี้

- นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในอนาคตได้อย่างไร

6.3 นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนเรื่อง พลังงานไฟฟ้าจากพลังงานทดแทนและเทคโนโลยีด้านพลังงาน

7. สื่อและแหล่งเรียนรู้

7.1 ใบความรู้ที่ 1 เรื่อง พลังงานไฟฟ้าจากพลังงานทดแทนและเทคโนโลยี
ด้านพลังงาน

7.2 หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ฟิสิกส์ เล่ม 4

7.3 ใบบันทึกกิจกรรมที่ 1 เรื่อง สำรอง(ไฟ) แต่สำคัญ

7.4 กิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง สำรอง(ไฟ) แต่สำคัญ

7.5 แหล่งเรียนรู้

7.5.1 ห้องเรียน/ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

7.5.2 อินเทอร์เน็ต และเว็บไซต์ในการสืบค้นข้อมูลที่เกี่ยวข้อง

8. การวัดและประเมินผล

รายการวัด	วิธีวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
1. ด้านความรู้	- ตรวจแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน - ตรวจใบบันทึกกิจกรรม	- แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน - ใบบันทึกกิจกรรม	- ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 ขึ้นไป
2. ด้านทักษะกระบวนการ	- ตรวจแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา ก่อนเรียนและหลังเรียน - ตรวจชิ้นงาน	- แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา ก่อนเรียนและหลังเรียน - ตรวจชิ้นงาน	- ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 ขึ้นไป - ผ่านเกณฑ์ระดับคุณภาพดีขึ้นไป
3. ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์และสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน (A)	- สังเกตความซื่อสัตย์สุจริต มีวินัย มุ่งมั่นในการทำงาน ใฝ่เรียนรู้ มีจิตสาธารณะ และสมรรถนะที่สำคัญ 5 ประการ	- แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์และสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน	- ผ่านเกณฑ์ระดับคุณภาพดีขึ้นไป



ใบความรู้ เรื่อง ความสามารถในการแก้ปัญหา



ความสามารถในการแก้ปัญหา

หมายถึง ความสามารถของนักเรียนที่ควรจะเรียนรู้ ผูกพัน และพัฒนาให้เกิดขึ้นกับตัวนักเรียนในการจัดการกับปัญหาที่เกิดขึ้นได้อย่างมีระบบ เพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นหรือสถานการณ์ปัญหาที่สอดคล้อง เพราะการเรียนรู้แก้ปัญหาทางพิสัยจะช่วยให้นักเรียนมีแนวทางในการวิเคราะห์ปัญหา มีความมั่นใจในการแก้ปัญหาที่เผชิญทั้งภายในและภายนอกห้องเรียน โดยกระบวนการแก้ปัญหา ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน คือ

- 1. ขั้นระบุปัญหา** หมายถึง ขั้นการตั้งปัญหาหรือค้นหาปัญหาที่แท้จริงของเหตุการณ์นั้นคืออะไร
- 2. ขั้นวิเคราะห์ปัญหา** หมายถึง ขั้นในการพิจารณาว่ามีสิ่งใดบ้างที่เป็นสาเหตุสำคัญของปัญหาหรือสิ่งใดบ้างที่ไม่ใช่สาเหตุสำคัญของปัญหา
- 3. ขั้นการวางแผนการแก้ปัญหา** หมายถึง การกำหนดวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมวางแผนอย่างเป็นขั้นตอน โดยมีความสอดคล้องกับสาเหตุของปัญหา รวมถึงหลักการ กฎ และทฤษฎีที่ใช้สำหรับการแก้โจทย์ปัญหา
- 4. ขั้นการดำเนินการแก้ปัญหา** หมายถึง การลงมือปฏิบัติเพื่อแก้ปัญหาตามแบบแผน วิธีการแก้ปัญหา แสดงวิธีหาคำตอบ เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ตามที่ต้องการ
- 5. ขั้นประเมินผลการแก้ปัญหา** หมายถึง การนำผลลัพธ์ที่ได้จากการดำเนินการแก้ปัญหาเทียบกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ เพื่อตรวจคำตอบ หากมีข้อบกพร่อง ควรมีการปรับปรุงเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ถูกต้องและเหมาะสม



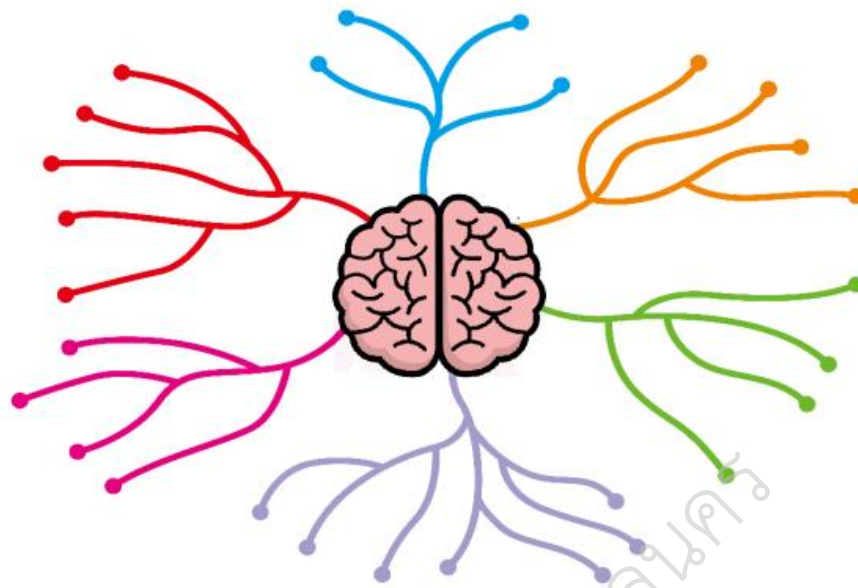
ใบความรู้ เรื่อง แผนผังความคิด

แผนผังความคิด คือ ไดอะแกรมที่แสดงให้เห็นถึงความเชื่อมโยงของมโนภาพที่สัมพันธ์กันรูปแบบหนึ่ง โดยปกติจะใช้รูปวงกลมแทนมโนทัศน์หรือความคิด และเส้นลูกศรแทนลักษณะ และทิศทางของความสัมพันธ์นั้น มีคำกำกับไว้ว่าวงกลมแทนมโนภาพของอะไร เส้นลูกศรแทนความสัมพันธ์ในลักษณะและทิศทางใด ในบางครั้งมีการใช้การเน้นและแจกแจงเนื้อความด้วยสีและการวาดรูปประกอบ

ดังนั้น Mind Map เป็นเครื่องมือที่ช่วยในการจัดการระบบ ความคิดที่มีประสิทธิภาพสูงสุด เรียบง่าย ที่สุด มีรูปแบบ การจดบันทึกที่สร้างสรรค์ และมีประสิทธิภาพ เป็นการถ่ายทอดความคิด หรือข้อมูลต่าง ๆ ที่มีอยู่ในสมองลงกระดาษ โดยการใช้ภาพ สี เส้น และการโยงใย แทนการจดย่อแบบเดิมที่เป็นบรรทัด ๆ ใช้การสื่อความหมายด้วยข้อความและรูปภาพ เสริมสร้างทักษะในการวิเคราะห์และการสังเคราะห์ข้อมูล อันเป็นพื้นฐานในการเรียนรู้ ทำให้การเรียนรู้เป็นเรื่องที่สนุกสนานมีชีวิตชีวายิ่งขึ้น

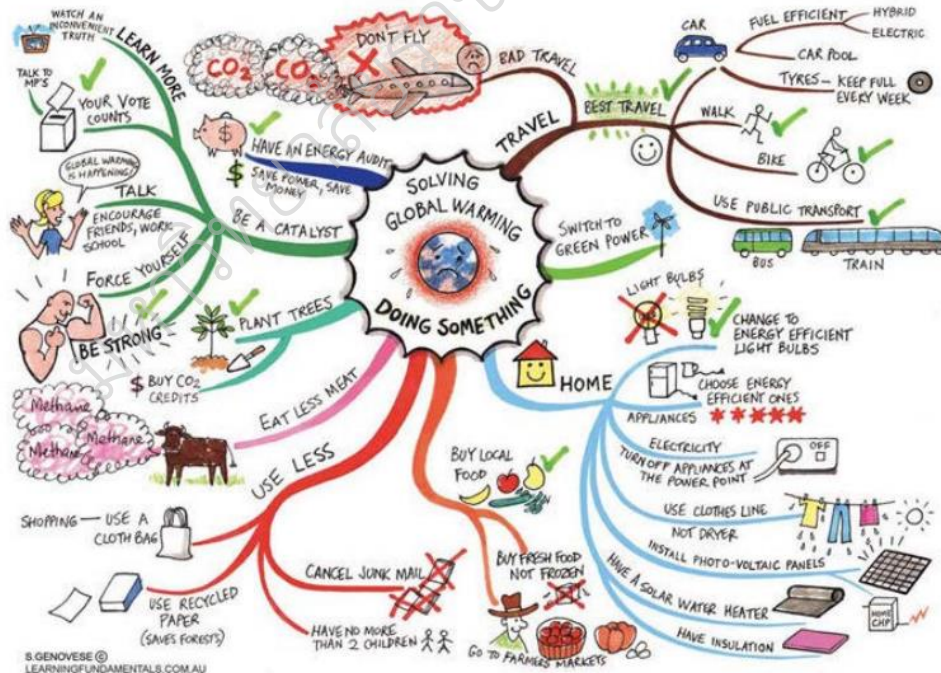
ขั้นตอนการสร้างแผนผังภาพความคิด

1. เขียนประเด็นหลักตรงกึ่งกลางหน้ากระดาษ
2. เขียนประเด็นรองที่สัมพันธ์ประเด็นหลักไปรอบ ๆ
3. เขียนประเด็นย่อยที่สัมพันธ์ประเด็นรองแตกออกไปรอบ ๆ เรื่อย ๆ
4. มีการใช้เส้น สี ภาพหรือสัญลักษณ์ ประกอบตกแต่งเพื่อสื่อความหมายเป็นตัวแทนความคิด ให้ ชัดเจนมากยิ่งขึ้น
5. เขียนคำสำคัญ (Key word) บนเส้นและเส้นต้องเชื่อมโยงกัน แตกความคิดของหัวเรื่องสำคัญแต่ละเรื่องในข้อ 3 ออกเป็นกิ่ง ๆ หลายกิ่ง โดยเขียนคำหรือวลีบนเส้นที่แตกออกไป
6. ไม่มีการตีกรอบ ให้คิดได้ตามอิสระมากที่สุด
7. กระดาษที่ใช้ไม่มีเส้น หรือมีลาย ตกแต่ง Mind Mapping ที่เขียนด้วยความสนุกสนานตามใจชอบ



ภาพประกอบ 2 ตัวอย่างรูปแบบแผนผังความคิด

ที่มา : <http://designtechnology.ipst.ac.th/wp-content/uploads/sites/83/2019/01>



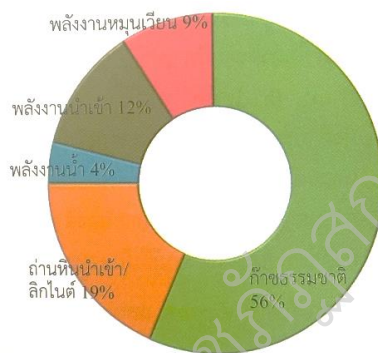
ภาพประกอบ 3 ตัวอย่างการทำแผนผังความคิด

ที่มา : <http://designtechnology.ipst.ac.th/wp-content/uploads/sites/83/2019/01>

ใบความรู้ที่ 1

เรื่อง พลังงานไฟฟ้าจากพลังงานทดแทนและเทคโนโลยีด้านพลังงาน

พลังงานไฟฟ้าเป็นปัจจัยพื้นฐานสำคัญในการพัฒนาคุณภาพชีวิต ขับเคลื่อนเศรษฐกิจ และพัฒนาประเทศในด้านต่าง ๆ แต่แหล่งพลังงานที่นำมาผลิตไฟฟ้าที่ประเทศไทยใช้อยู่ในปัจจุบันส่วนใหญ่มาจากเชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ (fossil fuel) เช่น ก๊าซธรรมชาติ ถ่านหิน และ น้ำมัน ซึ่งมีอยู่อย่างจำกัด



ภาพประกอบ 1 แผนภูมิวงกลมแสดงสัดส่วนของที่มาของไฟฟ้าที่ใช้ในประเทศไทยระหว่างเดือนมกราคม - เมษายน พ.ศ. 2561 (ที่มา: กระทรวงพลังงาน)

ในอนาคตเมื่อความต้องการพลังงานไฟฟ้าในการดำรงชีวิตและขับเคลื่อนประเทศมีมากขึ้น ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าของประเทศจะยิ่งเพิ่มสูงขึ้น และถ้าแหล่งพลังงานหลักของประเทศไทยยังคงเป็นเชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ประเทศจะต้องเผชิญกับปัญหาการขาดแคลนพลังงานอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้

แนวทางหนึ่งในการแก้ปัญหาและตอบสนองความต้องการด้านพลังงานไฟฟ้าในอนาคตคือ การนำความรู้ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์มาประยุกต์ใช้ในการเปลี่ยนพลังงานอื่น ๆ ให้อยู่ในรูปของพลังงานไฟฟ้าเพื่อทดแทนการใช้เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ หรือ การพัฒนาเทคโนโลยีต่าง ๆ ที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของการใช้พลังงาน

1. พลังงานทดแทน พลังงานที่นำมาใช้ทดแทนแหล่งพลังงานหลักของประเทศ เรียกว่า พลังงานทดแทน (alternative energy) ซึ่งประเทศไทยมีศักยภาพด้านการนำพลังงานแสงอาทิตย์และพลังงานชีวมวลมาเป็นพลังงานทดแทน นอกจากนั้น ในบางพื้นที่ของประเทศ ยังมีความเหมาะสมในการนำพลังงานลม พลังงานน้ำ และพลังงานความร้อนใต้พิภพ มาใช้เป็นพลังงานทดแทนได้อีกด้วย

1.1 พลังงานแสงอาทิตย์ (solar energy) มาเปลี่ยนเป็นพลังงานไฟฟ้านั้นมีหลากหลายวิธี โดยวิธีที่นิยมที่สุดคือ การใช้อุปกรณ์ที่เรียกว่า เซลล์สุริยะ หรือ เซลล์แสงอาทิตย์ (solar cell) หรือในทางวิทยาศาสตร์ มีชื่อเรียกว่า เซลล์โฟโตโวลตาอิก (photovoltaic cell หรือ PV cell) เซลล์สุริยะมีหลายชนิด แต่ละชนิดมีประสิทธิภาพและเหมาะสมกับการใช้งานแตกต่างกัน โดยเซลล์สุริยะที่เป็นที่นิยมใช้มากที่สุดคือ เซลล์สุริยะชนิดผลึกซิลิคอน (crystalline silicon solar cell) ซึ่งมีลักษณะเป็นแผ่นแข็งและบาง สีน้ำเงินเข้ม ดังภาพประกอบ 2 เซลล์สุริยะชนิดนี้มีความคงทนต่อสภาพแวดล้อม ราคาต่ำกว่าชนิดอื่น และมีประสิทธิภาพประมาณ 139 – 20% ซึ่งค่อนข้างสูงเมื่อเทียบกับเซลล์สุริยะชนิดอื่น ๆ



ภาพประกอบ 2 แผงเซลล์สุริยะ

ที่มา : <https://www.epco.co.th/departementofenergybusiness.php>

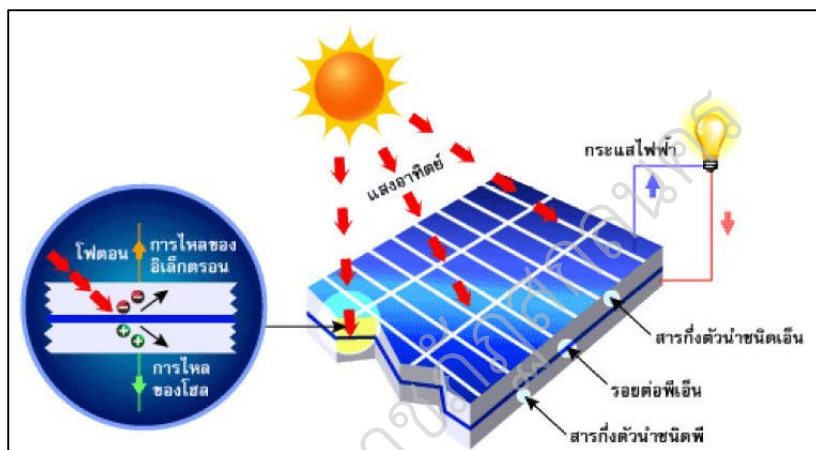
(สืบค้นวันที่ 11 มิถุนายน 2565)

สิ่งที่ควรรู้!!!

ประสิทธิภาพของเซลล์สุริยะ (solar cell efficiency) หมายถึง อัตราส่วนระหว่างพลังงานไฟฟ้าที่ได้จากเซลล์สุริยะกับพลังงานแสงอาทิตย์ทั้งหมดที่ตกกระทบเซลล์สุริยะ ซึ่งโดยส่วนใหญ่จะระบุเป็นเปอร์เซ็นต์ เขียนเป็นความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ได้ว่า

$$\text{ประสิทธิภาพของเซลล์สุริยะ} = \frac{\text{พลังงานไฟฟ้าที่ได้จากเซลล์สุริยะ}}{\text{พลังงานแสงอาทิตย์ทั้งหมดที่ตกกระทบเซลล์สุริยะ}} \times 100\%$$

เซลล์สุริยะที่ใช้ทั่วไปทำจากสารกึ่งตัวนำ (semiconductor) ที่แตกต่างกันสองชนิด เมื่อแสงอาทิตย์ตกกระทบเซลล์สุริยะ พลังงานจากแสงอาทิตย์จะถ่ายโอนพลังงานให้กับอิเล็กตรอนบางตัวในเซลล์สุริยะ ทำให้อิเล็กตรอนมีพลังงานมากพอและประทุติดเป็นอิเล็กตรอนอิสระ และถ้ามีการต่อเซลล์สุริยะกับวงจรไฟฟ้า จะทำให้อิเล็กตรอนอิสระดังกล่าวเคลื่อนที่ไปตามสายไฟ ส่งผลให้เกิดกระแสไฟฟ้าและการถ่ายโอนพลังงานไฟฟ้าให้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าในวงจร ช่วยให้เครื่องใช้ไฟฟ้าทำงานได้ ดังภาพประกอบ 3



ภาพประกอบ 3 แสดงการทำงานของเซลล์สุริยะ

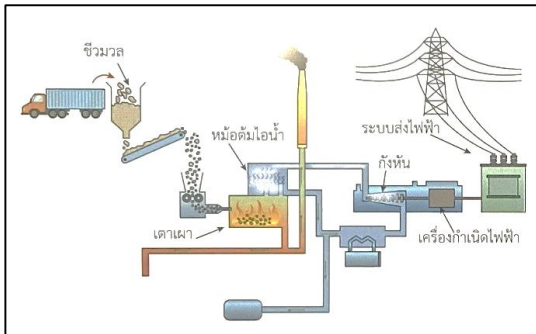
ที่มา : <https://www.epco.co.th/departementofenergybusiness.php>

(สืบค้นวันที่ 11 มิถุนายน 2565)

1.2 พลังงานชีวมวล (biomass energy) เป็นพลังงานที่ได้จากส่วนต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิต แนวทางการนำพลังงานชีวมวลมาเปลี่ยนเป็นพลังงานไฟฟ้ามี 2 แนวทางหลัก ได้แก่

1) การนำชีวมวลมาเป็นเชื้อเพลิง โดยตรง โดยอาจนำชีวมวลไปผ่านกระบวนการบางอย่าง เช่น การกำจัดความชื้น การอัดแท่ง โดยการเผาไหม้ชีวมวลโดยตรง จะทำให้ได้พลังงานความร้อนสำหรับมาใช้น้ำให้เดือดเพื่อนำไอน้ำไปหมุนเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ดังแผนภาพแสดงขั้นตอนการเปลี่ยนชีวมวลเป็นพลังงานไฟฟ้าในรูป และตัวอย่างโรงไฟฟ้าพลังงานชีวมวลในภาพประกอบ 4

ชีวมวล หมายถึง สารอินทรีย์ที่ได้จากสิ่งมีชีวิต ซึ่งมีองค์ประกอบพื้นฐานเป็น คาร์บอนและไฮโดรเจน ยกตัวอย่างเช่น กิ่งไม้ มูลสัตว์ เศษอาหาร หรือน้ำเสียจากฟาร์ม

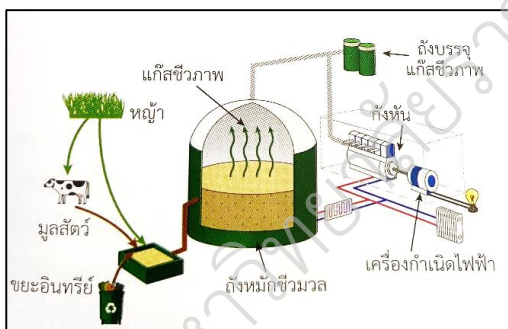


ภาพประกอบ 4 ขั้นตอนการเปลี่ยนชีวมวลเป็นพลังงานไฟฟ้าในรูป (ซ้าย)

และตัวอย่างโรงไฟฟ้าพลังงานชีวมวล (ขวา)

ที่มา : หนังสือเรียนวิชาฟิสิกส์ เล่ม 4 (หน้า 239)

2) การนำชีวมวลมาหมักจนได้แก๊สชีวภาพ เช่น การหมักมูลสัตว์ ขยะ หรือน้ำเสียจากฟาร์ม จนได้แก๊สที่นำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับการหมุนเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ดังขั้นตอน และตัวอย่างบ่อหมักแก๊สชีวภาพ ดังภาพประกอบ 5

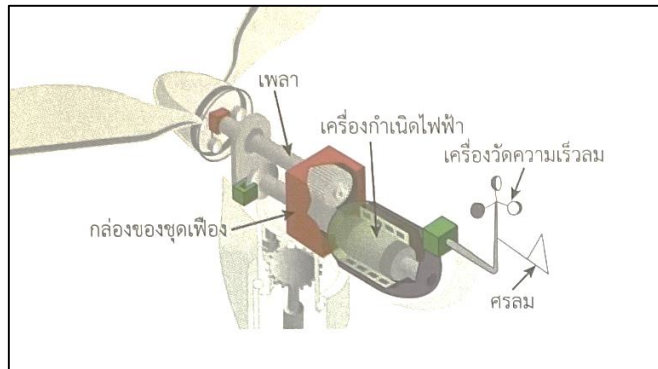


ภาพประกอบ 5 ขั้นตอนการนำชีวมวลมาหมักจนได้แก๊สชีวภาพสำหรับนำไปผลิต

กระแสไฟฟ้า (ซ้าย) และบ่อหมักแก๊สชีวภาพ (ขวา)

ที่มา : หนังสือเรียนวิชาฟิสิกส์ เล่ม 4 (หน้า 239)

1.3 พลังงานลม (wind energy) เป็นพลังงานที่มาจากการเคลื่อนที่ของอากาศ ซึ่งเกิดจากความแตกต่างทางสภาพอากาศที่บริเวณต่าง ๆ อากาศที่กำลังเคลื่อนที่ จะมีพลังงานจลน์ และเมื่อไปปะทะกับวัตถุใด ๆ จะมีการถ่ายโอนพลังงานให้กับวัตถุนั้น การผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานลมเป็นการนำกังหันที่มีแกนเชื่อมต่อกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าไปติดตั้งในบริเวณที่มีลมแรงเพียงพอและสม่ำเสมอ เมื่อลมเคลื่อนที่มาปะทะกังหัน จะทำให้กังหันและเครื่องกำเนิดไฟฟ้าหมุน เกิดการเปลี่ยนพลังงานจลน์เป็นพลังงานไฟฟ้าในที่สุด



ภาพประกอบ 6 ส่วนประกอบหลักของกังหันลมผลิตไฟฟ้า

ที่มา : หนังสือเรียนวิชาฟิสิกส์ เล่ม 4 (หน้า 240)

1.4 พลังงานน้ำ (hydropower) เป็นพลังงานที่เริ่มจากพลังงานศักย์ของมวลน้ำที่สะสมอยู่ใ้ระดับสูงกว่าพื้นที่ด้านล่าง และเมื่อปล่อยให้น้ำไหลจากที่สูงลงสู่ที่ต่ำ พลังงานศักย์จะเปลี่ยนเป็นพลังงานจลน์ โดยพลังงานจลน์ที่มาจากการเคลื่อนที่ของมวลน้ำสามารถนำไปหมุนเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ทำให้มีการเปลี่ยนพลังงานจลน์เป็นพลังงานไฟฟ้า



ภาพประกอบ 7 โรงไฟฟ้าพลังงานน้ำขนาดเล็ก

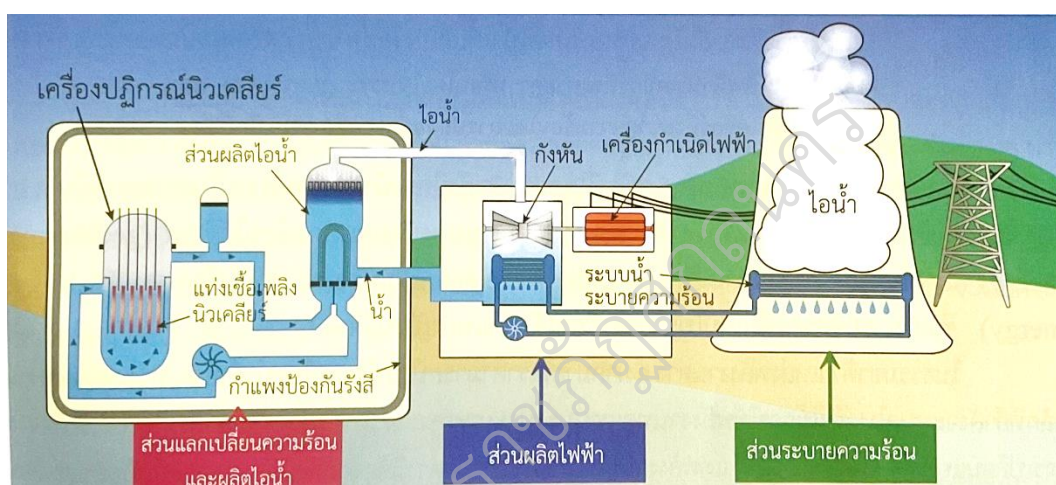
ที่มา : หนังสือเรียนวิชาฟิสิกส์ เล่ม 4 (หน้า 240)

1.5 พลังงานนิวเคลียร์ (nuclear power) เป็นพลังงานที่สะสมอยู่ในนิวเคลียสของอะตอม การทำให้อะตอมปลดปล่อยพลังงานนิวเคลียร์ออกมาภายนอกต้องทำให้นิวเคลียสของอะตอมเกิดการเปลี่ยนแปลงที่เรียกว่า **ปฏิกิริยานิวเคลียร์ (nuclear reaction)** จากนั้นพลังงานนิวเคลียร์ที่ได้สามารถนำไปเปลี่ยนเป็นพลังงานไฟฟ้า โดยอาศัยอุปกรณ์สำคัญเรียกว่า **เครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ (nuclear reactor)** ซึ่งทำหน้าที่สร้างและควบคุมปฏิกิริยานิวเคลียร์ที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง หรือ **ปฏิกิริยาลูกโซ่**

(chain reaction) ให้เกิดขึ้นในอัตราที่เหมาะสม เพื่อให้มีการปลดปล่อยพลังงานนิวเคลียร์ออกมาในปริมาณที่พอเหมาะสำหรับการนำไปใช้ในขั้นตอนผลิตไฟฟ้า ในโรงไฟฟ้า

นิวเคลียร์ มีส่วนประกอบ 3 ส่วนหลัก ได้แก่

1. ส่วนแลกเปลี่ยนความร้อนและผลิตไอน้ำ
2. ส่วนผลิตไฟฟ้า และ
3. ส่วนระบายความร้อน



ภาพประกอบ 8 แผนภาพแสดงส่วนประกอบหลักของโรงไฟฟ้านิวเคลียร์

ที่มา : หนังสือเรียนวิชาฟิสิกส์ เล่ม 4 (หน้า 241)

ในส่วนที่ 1 พลังงานนิวเคลียร์ที่ได้จากเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์จะถูกถ่ายโอนในรูปของพลังงานความร้อนให้กับน้ำ ทำให้น้ำมีอุณหภูมิสูงขึ้นจนกระทั่งกลายเป็นไอน้ำที่มีแรงดันสูงมาก จากนั้นไอน้ำจะถูกส่งต่อไปยังส่วนที่ 2 ส่วนผลิตไฟฟ้า ซึ่งในส่วนนี้ ไอน้ำ จะถูกควบคุมให้เคลื่อนที่ไปปะทะกับกังหันขนาดใหญ่ที่มีเพลลาเชื่อมต่อกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า แรงดันจากไอน้ำส่งผลให้กังหันหมุนและทำให้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าหมุนไปด้วย เกิดการเปลี่ยนพลังงานกลเป็นพลังงานไฟฟ้าสำหรับส่งไประบบจ่ายพลังงานไฟฟ้า ส่วนไอน้ำที่ใช้ในการหมุนกังหัน จะถูกส่งไปยังส่วนที่ 3 เพื่อระบายออกสู่สิ่งแวดล้อม โดยอาจเป็นลักษณะของการระบายผ่านหอคอยระบายความร้อน หรือระบายสู่แหล่งน้ำในบริเวณใกล้เคียงกับโรงไฟฟ้า ทั้งนี้ เนื่องจากน้ำที่ใช้ในการระบายความร้อนมีระบบที่แยกออกจากระบบของน้ำที่ใช้รับการถ่ายโอนความร้อนจากพลังงานนิวเคลียร์ ไอน้ำและน้ำที่ระบายออกสู่สิ่งแวดล้อมจึงไม่มีสารกัมมันตรังสีปนเปื้อน

2. เทคโนโลยีด้านพลังงาน

นอกจากการนำความรู้ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์มาประยุกต์ใช้ในการเปลี่ยนพลังงานต่าง ๆ ในธรรมชาติให้อยู่ในรูปแบบที่เหมาะสมกับการนำไปใช้ประโยชน์แล้ว ความรู้ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ยังได้นำมาประยุกต์ใช้ในการออกแบบและสร้างชิ้นงาน วัสดุ อุปกรณ์ หรือ กระบวนการต่าง ๆ ที่ช่วยให้มีการเพิ่มประสิทธิภาพของการใช้พลังงาน หรือสามารถนำพลังงานที่ปล่อยทิ้งกลับมาใช้ประโยชน์อีกด้วย ซึ่งมีส่วนช่วยในการแก้ปัญหาและตอบสนองความต้องการด้านพลังงานได้อีกทางหนึ่ง

ตัวอย่างเทคโนโลยีด้านพลังงานที่มีบทบาทสำคัญกับการดำเนินชีวิตในปัจจุบัน เช่น แบตเตอรี่ เทคโนโลยีประหยัดพลังงานในอาคารและที่พักอาศัย และเซลล์เชื้อเพลิง

2.1 แบตเตอรี่

ปัจจุบันนี้แบตเตอรี่มีความสำคัญและเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของเรา มากขึ้น เช่น แบตเตอรี่สำรอง หรือ power bank ที่หลายคนใช้ไปกับโทรศัพท์เคลื่อนที่ แบตเตอรี่สำหรับรถยนต์ไฮบริด (hybrid car) หรือรถยนต์ไฟฟ้า (electric car) ที่ใช้แบตเตอรี่ ในการช่วยขับเคลื่อน แบตเตอรี่ที่ใช้กันมีอยู่หลายชนิด ซึ่งอาจแบ่งได้เป็น 2 ชนิดใหญ่ ได้แก่ ชนิดที่ไม่สามารถประจุหรือชาร์จได้ เรียกว่า แบตเตอรี่แบบปฐมภูมิ (primary batter) และ ชนิดที่สามารถประจุหรือชาร์จเพื่อนำกลับมาใช้ซ้ำได้หลายครั้ง เรียกว่า แบตเตอรี่แบบทุติยภูมิ (secondary battery) ถึงแม้แบตเตอรี่แต่ละรูปแบบได้รับการออกแบบมาให้ใช้กับงานที่แตกต่างกัน แต่หลักการพื้นฐานของแบตเตอรี่ทุกรูปแบบเหมือนกันคือ เปลี่ยนพลังงานเคมี เป็นพลังงานไฟฟ้า

พัฒนาการทางเทคโนโลยีเกี่ยวกับแบตเตอรี่ส่งผลให้การดำรงชีวิตของผู้คน สะดวกสบายขึ้น แบตเตอรี่ที่มีขนาดเล็ก เบา และมีความจุมาก ช่วยให้การติดต่อสื่อสาร และการใช้งานแอปพลิเคชันต่าง ๆ ทำได้สะดวกสบายด้วยช่วงเวลาที่ยาวนาน การประยุกต์ใช้งานแบตเตอรี่มากักเก็บพลังงานแสงอาทิตย์ หรือ พลังงานลม ทำให้การใช้พลังงานทดแทนมีประสิทธิภาพและแก้ปัญหาด้านสิ่งแวดล้อม แบตเตอรี่จึงเป็นเทคโนโลยีด้านพลังงานที่สำคัญของโลกอนาคต การเรียนรู้แนวทางการใช้แบตเตอรี่ที่ถูกต้อง ปลอดภัย และเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม จึงเป็นเรื่องสำคัญสำหรับทุกคน

2.2 เทคโนโลยีด้านพลังงานในอาคารและที่พักอาศัย

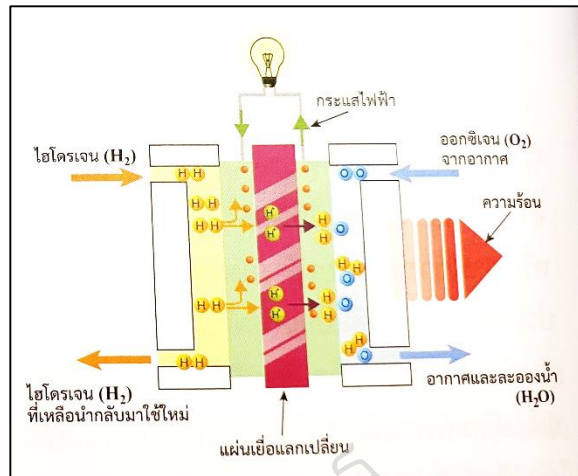
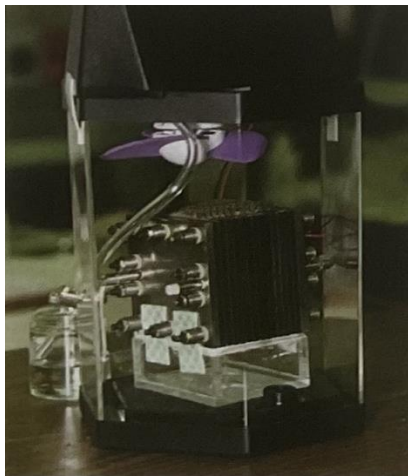
การนำเทคโนโลยีด้านพลังงานชนิดต่าง ๆ มาใช้ในอาคารและที่พักอาศัย สามารถช่วยให้การใช้พลังงานมีประสิทธิภาพ และลดค่าใช้จ่าย ยกตัวอย่าง เช่น การใช้เทคโนโลยีวัสดุในการลดการถ่ายโอนความร้อนจากภายนอก เช่น การใช้วัสดุที่เป็นฉนวนความร้อนหรือวัสดุที่ไม่เก็บสะสมความร้อนสร้างผนังหรือปูที่ผ้าเพดาน การใช้กระจกเขียวตัดแสงสำหรับช่วยดูดซับความร้อน ดังภาพประกอบ 6 ก. และ ข. หรือการใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าประหยัดพลังงาน ซึ่งเป็นเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ใช้พลังงานน้อยกว่าเครื่องใช้ไฟฟ้าแบบธรรมดา และทำงานได้ดีไม่แตกต่างกัน เช่น หลอดแอลอีดี เครื่องปรับอากาศแบบอินเวอร์เตอร์ ตู้เย็นแบบอินเวอร์เตอร์ โดยเครื่องไฟฟ้าแบบประหยัดพลังงานที่มีประสิทธิภาพในระดับดีมากจะมีเลข 5 ระบุบนฉลากของกระทรวงพลังงานที่ติดไว้บนเครื่องใช้ไฟฟ้า ดังภาพประกอบ ค.



ภาพประกอบ 6 ก. การใช้ผนังสองชั้นเป็นฉนวนความร้อน ข. การใช้กระจกเขียวตัดแสง และ ค. เครื่องใช้ไฟฟ้าประหยัดพลังงาน

ที่มา : หนังสือเรียนวิชาฟิสิกส์ เล่ม 4 (หน้า 244)

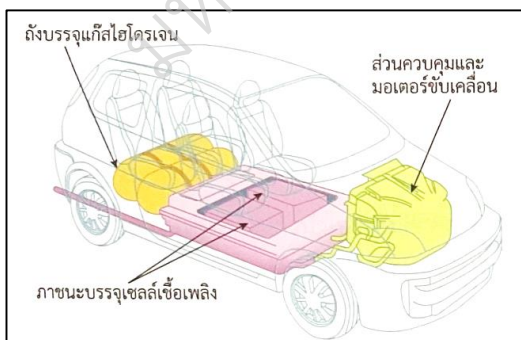
3. เซลล์เชื้อเพลิง (fuel cell) เป็นอุปกรณ์ที่เปลี่ยนพลังงานเคมีเป็นพลังงานไฟฟ้าคล้ายแบตเตอรี่ แต่มีวิธีการและสารที่ใช้ในการทำปฏิกิริยาเคมีแตกต่างกัน การทำงานของเซลล์เชื้อเพลิงต้องมีการจ่ายไฮโดรเจนเข้าไปทำปฏิกิริยากับออกซิเจน (ที่ได้จากอากาศ) ตลอดเวลา ซึ่งแตกต่างจากแบตเตอรี่ที่มีสารเคมีพร้อมทำปฏิกิริยาอยู่ภายในแล้ว



ภาพประกอบ 7 เซลล์เชื้อเพลิงสาธิต (ซ้าย) และการทำงานของเซลล์เชื้อเพลิง (ขวา)
ที่มา : หนังสือเรียนวิชาฟิสิกส์ เล่ม 4 (หน้า 244)

การทำปฏิกิริยาเคมีในเซลล์เชื้อเพลิงนอกจากจะให้พลังงานไฟฟ้าที่นำไปใช้ประโยชน์ได้แล้ว ยังมีการปล่อยความร้อนและน้ำออกสู่สิ่งแวดล้อม ซึ่งไม่เป็นมลพิษ โดยเซลล์เชื้อเพลิงที่ให้พลังงานไฟฟ้ามากพอสำหรับขับเคลื่อนรถยนต์ทั่วไปมีขนาดไม่ใหญ่มาก มีน้ำหนักเบา และไม่ทำให้เกิดเสียงดัง อีกทั้งมีประสิทธิภาพในการเปลี่ยนพลังงานเคมีเป็นพลังงานไฟฟ้าได้สูงถึง 75% หรือประมาณสองเท่าของเครื่องยนต์ที่ใช้ในรถยนต์ทั่วไป จึงได้มีการพยายามนำเซลล์เชื้อเพลิงมาเป็นแหล่งพลังงานสำหรับขับเคลื่อนยานพาหนะ ดัง

ภาพประกอบ 8



ภาพประกอบ 8 ส่วนประกอบหลักของรถยนต์ที่ขับเคลื่อนด้วยพลังงานจากเซลล์เชื้อเพลิง (ซ้าย) ต้นแบบรถไฟในประเทศเยอรมนีที่ขับเคลื่อนด้วยพลังงานจากเซลล์เชื้อเพลิง (ขวา)

ที่มา : หนังสือเรียนวิชาฟิสิกส์ เล่ม 4 (หน้า 245)

ใบกิจกรรมที่ 1

เรื่อง พลังงานไฟฟ้าจากพลังงานทดแทนและเทคโนโลยีด้านพลังงาน

คำชี้แจง : ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ อธิบายพอสังเขป

1. การที่บ้านหลังหนึ่งจะเปลี่ยนมาใช้พลังงานจากเซลล์สุริยะเพียงอย่างเดียว มีความคุ้มค่าด้านค่าใช้จ่ายหรือไม่อย่างไร

.....

.....

.....

2. เซลล์สุริยะเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานไฟฟ้าได้อย่างไร

.....

.....

.....

3. การนำพลังงานน้ำมาเปลี่ยนเป็นพลังงานไฟฟ้า มีลำดับการเปลี่ยนพลังงานอย่างไร

.....

.....

.....

4. โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ใช้พลังงานนิวเคลียร์ไปผลิตไฟฟ้าได้อย่างไร

.....

.....

.....

5. แบตเตอรี่เปลี่ยนพลังงานชนิดใดเป็นพลังงานไฟฟ้า

.....

.....

.....

6. เซลล์เชื้อเพลิงใช้อะไรเป็นเชื้อเพลิง และได้ผลผลิตคืออะไร

.....

.....

.....

เฉลยใบกิจกรรมที่ 1

เรื่อง พลังงานไฟฟ้าจากพลังงานทดแทนและเทคโนโลยีด้านพลังงาน

1. แนวคำตอบ ความคุ้มค่าขึ้นอยู่กับระยะเวลาการใช้งาน ถ้าเป็นการใช้งานในระยะเวลาสั้น จะไม่คุ้มค่า เนื่องจากมีค่าใช้จ่ายในการติดตั้งเซลล์สุริยะสูง แต่จะคุ้มค่าเมื่อใช้งานเป็นระยะเวลานานมากพอ และต้องคำนึงว่าระหว่างใช้งาน ระบบเซลล์สุริยะยังมีค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา

2. แนวคำตอบ เมื่อแสงอาทิตย์ตกกระทบเซลล์สุริยะ พลังงานจากแสงอาทิตย์จะถ่ายโอนพลังงานให้กับอิเล็กตรอนบางตัวในเซลล์สุริยะ ทำให้อิเล็กตรอนมีพลังงานมากพอและประพุดิตนเป็นอิเล็กตรอนอิสระ และถ้ามีการต่อเซลล์สุริยะกับวงจรไฟฟ้า จะทำให้อิเล็กตรอนอิสระดังกล่าวเคลื่อนที่ไปตามสายไฟ ส่งผลให้เกิดกระแสไฟฟ้าและการถ่ายโอนพลังงานไฟฟ้าให้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าในวงจร ช่วยให้เครื่องใช้ไฟฟ้าทำงานได้

3. แนวคำตอบ เริ่มจากพลังงานศักย์ของมวลน้ำที่สะสมอยู่ในระดับสูงกว่าพื้นที่ด้านล่าง เปลี่ยนเป็นพลังงานจลน์เมื่อถูกปล่อยให้น้ำไหลจากที่สูงลงสู่ที่ต่ำ จากนั้นพลังงานจลน์เปลี่ยนเป็นพลังงานไฟฟ้าเมื่อมวลน้ำเคลื่อนที่ไปหมุนเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

4. แนวคำตอบ โรงไฟฟ้านิวเคลียร์นำพลังงานนิวเคลียร์ที่ได้จากเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ในรูปของพลังงานความร้อนไปถ่ายโอนให้กับน้ำ ทำให้น้ำมีอุณหภูมิสูงขึ้นจนกระทั่งกลายเป็นไอน้ำที่มีแรงดันสูงมาก ซึ่งไอน้ำที่ได้จะถูกส่งต่อไปหมุนกังหันขนาดใหญ่ที่มีเพลลาเชื่อมต่อกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ทำให้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าหมุนเกิดการเปลี่ยนพลังงานกลเป็นพลังงานไฟฟ้า

5. แนวคำตอบ พลังงานเคมี

6. แนวคำตอบ เซลล์เชื้อเพลิงใช้ออกซิเจนกับไฮโดรเจนเป็นเชื้อเพลิง และได้ผลผลิตเป็นพลังงานไฟฟ้า ความร้อนและน้ำ

**กิจกรรมสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิด
เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา
เรื่อง สำรอง(ไฟ) แต่สำคัญ**

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ความรู้ (Knowledge)

- 1.1 อธิบายการเปลี่ยนพลังงานทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้า
- 1.2 อธิบายประสิทธิภาพของพลังงานทดแทน
- 1.3 ประเมินความคุ้มค่าด้านค่าใช้จ่ายของพลังงานทดแทน

2. ทักษะ/กระบวนการ (Process)

ความสามารถในการแก้ปัญหา ได้แก่ ความสามารถในการแก้ปัญหา ได้แก่ การระบุปัญหา การวิเคราะห์ปัญหา การวางแผนการแก้ปัญหา การดำเนินการแก้ปัญหา และการประเมินผลการแก้ปัญหา

3. คุณลักษณะอันพึงประสงค์และสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน (Attitude)

- 3.1 ซื่อสัตย์สุจริต
- 3.2 มีวินัย
- 3.3 ใฝ่เรียนรู้
- 3.4 มุ่งมั่นในการทำงาน
- 3.5 มีจิตสาธารณะ
- 3.6 ความสามารถในการสื่อสาร
- 3.7 ความสามารถในการคิด
- 3.8 ความสามารถในการแก้ปัญหา
- 3.9 ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต
- 3.10 ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี

วัสดุ-อุปกรณ์

ลำดับ	รายการ	จำนวนต่อกลุ่ม
1	สวิตช์ปิด-เปิด	2 อัน
2	DC Jack ตัวผู้	1 ตัว
3	DC Jack ตัวเมีย	1 ตัว
4	สายไฟดำ-แดง	2 เส้น
5	วงจรชาร์จถ่าน 18650 เต็มตัด Micro USB	1 แผง
6	รางถ่าน 18650	1 อัน
7	Power Dc-Dc Step-Up Boost โมดูลแปลงไฟ	1 แผง
8	โวลต์ดิจิตอล	1 อัน
9	กรรไกร	1 เล่ม
10	คัตเตอร์	1 อัน
11	ปืนกาว	1 ชุด
16	ชุดบัดกรี	1 ชุด

ใบบันทึกกิจกรรมสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิด
เรื่อง สำรอง(ไฟ) แต่สำคัญ

คำชี้แจง : ให้นักเรียนศึกษาและปฏิบัติตามขั้นตอนต่อไปนี้

1. นักเรียนทำแบบทดสอบ เรื่อง พลังงานไฟฟ้าจากพลังงานทดแทนและเทคโนโลยีด้านพลังงาน และทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาก่อนเรียน
2. แบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 5-6 คน พร้อมทั้งแบ่งหน้าที่การทำงานในกลุ่ม
3. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันศึกษาและรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง หรือสืบค้นจากอินเทอร์เน็ต
4. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันศึกษาประเด็นปัญหาและเงื่อนไขที่กำหนด ในกิจกรรมสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิด เรื่อง สำรอง(ไฟ) แต่สำคัญ
5. นักเรียนส่งตัวแทนกลุ่มขึ้นมานำเสนอผลงาน หรือชิ้นงานที่สร้างขึ้น พร้อมทั้งร่วมกันอภิปรายความรู้และเสนอแนะเพื่อปรับปรุงชิ้นงาน
6. นักเรียนทำแบบทดสอบ เรื่อง พลังงานไฟฟ้าจากพลังงานทดแทนและเทคโนโลยีด้านพลังงาน และทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาหลังเรียน

ใบบันทึกกิจกรรม
เรื่อง สำรอง(ไฟ) แต่สำคัญ

คำชี้แจง : ให้นักเรียนระบุปัญหาจากสถานการณ์ดังต่อไปนี้

พลังงานไฟฟ้าเป็นสิ่งที่จำเป็นต่อการดำเนินชีวิตของมนุษย์เป็นอย่างมากไม่ว่าจะทำกิจกรรมต่าง ๆ เราต้องอาศัยพลังงานไฟฟ้าเป็นหลัก ถ้านักเรียนต้องการสร้างแบตเตอรี่ใช้เอง นักเรียนมีวิธีการอย่างไร เพื่อให้แบตเตอรี่ที่เราสร้างขึ้นสามารถนำมาใช้ได้จริงในชีวิตประจำวัน เช่น ในเวลาฉุกเฉิน (ไฟดับ) ไปในสถานที่ที่ไม่มีไฟฟ้าเพื่อสำรองไฟใช้ชั่วคราว แก้ปัญหาแบตเตอรี่หมดเวลาอยู่นอกบ้าน เวลาเราออกไปแคมป์ในป่า สามารถชาร์จโทรศัพท์ได้ และอื่น ๆ โดยมีค่าใช้จ่ายที่คุ้มค่า พกพาสะดวก ง่ายต่อการใช้งาน และมีประสิทธิภาพเท่ากับแบตเตอรี่ทั่วไป”

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา

จากสถานการณ์ดังกล่าว อะไรคือประเด็นปัญหาที่สำคัญ

.....

.....

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

ให้นักเรียนศึกษารายละเอียดวัสดุ อุปกรณ์ที่ใช้ในการทำงานแบตเตอรี่ และขั้นตอนในการทำแบตเตอรี่ พร้อมทั้งบอกเหตุผลในการเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ของแต่ละขั้นตอนในการสร้างแบตเตอรี่

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ชั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา

นักเรียนแต่ละกลุ่มวิเคราะห์และทำความเข้าใจกับสถานการณ์ที่ 1 รวมถึงเงื่อนไขต่าง ๆ ในการสร้างแบบตล่อม จากนั้นทำการออกแบบ โดยเขียนเป็นภาพพร้อมบรรยายลีให้สวยงาม



ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา

4.1 ขั้นตอนการสร้างแบบสำรวจ (ความสามารถในการแก้ปัญหา :
การวางแผนการแก้ปัญหา)

Blank handwriting practice lines.

4.2 ผลการดำเนินการสร้างแบบสำรวจ (ความสามารถในการแก้ปัญหา :
การดำเนินการแก้ปัญหา)

.....

.....

.....

ขั้นที่ 5 การทดสอบ ประเมินผลและปรับปรุง (การประเมินผลการแก้ปัญหา)

5.1 ทำการทดสอบการใช้งาน และความคุ้มค่าระหว่างแบบสำรวจที่นักเรียน
สร้างขึ้น และแบบสำรวจทั่วไป

5.2 จงระบุข้อดี ข้อบกพร่อง หรือข้อผิดพลาด (ถ้ามี) และแนวทางการ
แก้ปัญหา เพื่อปรับปรุงแก้ไขชิ้นงานให้ชิ้นงานมีประสิทธิภาพและสอดคล้องกับเป้าหมาย
ที่ตั้งไว้

ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา ร่วมกับแผนผังความคิด

6.1 ให้นักเรียนระบุความรู้ในสาขาวิชาต่าง ๆ ในการสร้างชิ้นงานลงในกรอบ
ต่อไปนี้

Sciece : S	Technology : T
Engineering : E	Mathematic : M

6.2 นักเรียนสามารถนำความรู้เรื่อง พลังงานไฟฟ้าจากพลังงานทดแทนและ
เทคโนโลยีด้านพลังงานไปใช้ประโยชน์ในอนาคตได้อย่างไร โดยใช้แผนผังความคิดมาช่วย
ในการสรุป

แบบทดสอบก่อนเรียน-หลังเรียน

เรื่อง พลังงานไฟฟ้าจากพลังงานทดแทนและเทคโนโลยีด้านพลังงาน

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 10 ข้อ

คำชี้แจง : ให้นักเรียนทำเครื่องหมายกากบาท (X) ข้อที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว
ลงในกระดาษแบบทดสอบ

1. ข้อใดคือความหมายของพลังงานทดแทน (ความรู้ความจำ)

- ก. พลังงานที่ได้จากฟอสซิล
- ข. พลังงานที่มนุษย์คิดค้นขึ้น
- ค. น้ำมันเชื้อเพลิงที่ได้จากปิโตรเลียม
- ง. พลังงานที่นำมาใช้แทนพลังงานจากน้ำมันเชื้อเพลิงที่ได้จากฟอสซิล

2. ข้อใดคือพลังงานทดแทนประเภทสิ้นเปลือง (ความรู้ความจำ)

- ก. พลังงานน้ำ พลังงานลม
- ข. ถ่านหิน หินน้ำมัน ทรายน้ำมัน
- ค. หินน้ำมัน พลังงานลม พลังงานไฮโดรเจน
- ง. ทรายน้ำมัน พลังงานชีวมวล พลังงานความร้อนใต้พิภพ

3. เครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์มีหน้าที่หลักคืออะไร (ความเข้าใจ)

- ก. สร้างปฏิกิริยานิวเคลียร์ที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง
- ข. ควบคุมปฏิกิริยานิวเคลียร์ที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง
- ค. สร้างและควบคุมปฏิกิริยานิวเคลียร์ที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง
- ง. สร้างและควบคุมปฏิกิริยานิวเคลียร์ที่เกิดขึ้นอย่างไม่ต่อเนื่อง

4. หน่วยงานใดที่มีหน้าที่ในการพัฒนาพลังงานลมในประเทศไทย

- ก. การไฟฟ้านครหลวง
- ข. การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค
- ค. กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน
- ง. การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย

5. ประสิทธิภาพของเซลล์สุริยะสามารถหาได้จากอัตราส่วนระหว่างปริมาณใด (ความเข้าใจ)

- ก. อัตราส่วนระหว่างพลังงานชีวมวลที่ตกกระทบเซลล์สุริยะทั้งหมดกับพลังงานไฟฟ้าที่ได้จากเซลล์สุริยะ

ข. อัตราส่วนระหว่างพลังงานแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบเซลล์สุริยะทั้งหมดกับพลังงานไฟฟ้าที่ได้จากเซลล์สุริยะ

ค. อัตราส่วนระหว่างพลังงานไฟฟ้าที่ได้จากเซลล์สุริยะกับพลังงานแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบเซลล์สุริยะทั้งหมด

ง. อัตราส่วนระหว่างพลังงานชีวมวลที่ได้จากเซลล์สุริยะกับพลังงานแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบเซลล์สุริยะทั้งหมด

6. พลังงานที่เกิดขึ้นในปฏิกิริยานิวเคลียร์เปลี่ยนมาจากอะไร (วิเคราะห์)

ก. มวลพร่อง

ข. มวลพลังงาน

ค. มวลสารตั้งต้น

ง. มวลผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้น

7. ปัญหาที่เกิดจากพลังงานทดแทนต่อสิ่งแวดล้อมมากที่สุด คือข้อใด (การประเมินค่า)

ก. ต้นทุนในการผลิตสูง

ข. อาจเกิดมลพิษทางอากาศ

ค. อาจได้รับการต่อต้านจากชุมชน

ง. จำเป็นต้องใช้พื้นที่กว้างสำหรับก่อสร้างในพื้นที่

8. การเปลี่ยนรูปพลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานไฟฟ้า ต้องอาศัยอุปกรณ์ใดในการเปลี่ยนรูปพลังงาน (การประเมินค่า)

ก. ไดนาโม

ข. กังหันลม

ค. อินเวอร์เตอร์

ง. เซลล์โฟโตโวลตาอิก

9. เราสามารถใช้ประโยชน์จากพลังงานแสงอาทิตย์ได้อย่างไร (สร้างสรรค์)

ก. นำมาตากผ้า ตากอาหาร

ข. นำมาผลิตเป็นกระแสไฟฟ้า

ค. นำมาใช้เป็นพลังงานความร้อนสำหรับทำน้ำอุ่น น้ำร้อน

ง. ถูกทุกข้อที่กล่าวมา

10. เทคโนโลยีด้านพลังงานทดแทนนำมาใช้ประโยชน์ได้อย่างไร (สร้างสรรค์)

ก. การผลิตกระแสไฟฟ้าจากถ่านหิน

ข. เครื่องปรับอากาศแบบอินเวอร์เตอร์

ค. การผลิตกระแสไฟฟ้าจากก๊าซธรรมชาติ

ง. การผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังงานชีวมวล

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

แบบประเมินความสามารถในการแก้ปัญหา

คำชี้แจง : ให้ผู้สอนสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างเรียนแล้วทำเครื่องหมายถูก

(✓) ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

ชื่อสมาชิกในกลุ่มที่.....

1. ชั้น
2. ชั้น
3. ชั้น
4. ชั้น
5. ชั้น
6. ชั้น

ลำดับ	รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
		3	2	1
1	การระบุปัญหา			
2	การวิเคราะห์ปัญหา			
3	การวางแผนการแก้ปัญหา			
4	การดำเนินการแก้ปัญหา			
5	การประเมินผลการแก้ปัญหา			
คะแนนรวม				
ระดับคุณภาพ				

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นางสาวจิราภรณ์ บงศ์บุตร)

เกณฑ์การวัดและประเมินความสามารถในการแก้ปัญหา

คำชี้แจง : ให้ผู้สอนประเมินการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของนักเรียนในระหว่างเรียน แล้ว
ทำเครื่องหมายถูก (✓) ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

ความสามารถ ในการแก้ปัญหา	เกณฑ์การประเมิน		
	3	2	1
1. การระบุปัญหา	สามารถบอกปัญหาที่สำคัญที่สุดภายในขอบเขตข้อเท็จจริงจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ครบถ้วนสมบูรณ์	สามารถบอกปัญหาภายในขอบเขตของข้อเท็จจริงจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้แต่ไม่ครบถ้วน	สามารถบอกปัญหาภายในขอบเขตของข้อเท็จจริงได้แต่ไม่สอดคล้องกับสถานการณ์
2. การวิเคราะห์ปัญหา	สามารถบอกสาเหตุที่แท้จริงของปัญหาในสถานการณ์ได้และสอดคล้องกับสถานการณ์ครบถ้วนสมบูรณ์	สามารถบอกสาเหตุที่เป็นไปได้ในสถานการณ์และสอดคล้องกับสถานการณ์แต่ไม่ครบถ้วน	สามารถบอกสาเหตุที่แท้จริงหรือสาเหตุที่เป็นไปได้ของปัญหาในสถานการณ์ได้แต่ไม่สอดคล้องกับสถานการณ์
3. การวางแผนการแก้ปัญหา	สามารถเสนอแนวทางการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง ตรงตามลำดับขั้นตอนครบถ้วน	สามารถเสนอแนวทางการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง ตรงตามลำดับขั้นตอนไม่ครบถ้วน	สามารถเสนอแนวทางการแก้ปัญหาได้แต่ยังไม่ถูกต้อง และไม่ตรงตามลำดับขั้นตอนครบถ้วน
4. การดำเนินการแก้ปัญหา	สามารถดำเนินการแก้ปัญหาตามขั้นตอนที่กำหนดได้ถูกต้องและครบถ้วน	สามารถดำเนินการแก้ปัญหาตามขั้นตอนที่กำหนดได้บางส่วนและไม่ตรงประเด็น	สามารถดำเนินการแก้ปัญหาตามขั้นตอนที่กำหนดได้ไม่ถูกต้องและไม่ครบถ้วน
5. การประเมินผล การแก้ปัญหา	สามารถอธิบายผลที่เกิดขึ้นจากการกำหนดวิธีการเพื่อแก้ปัญหาได้สอดคล้องกับสาเหตุของปัญหา	สามารถอธิบายผลที่เกิดขึ้นจากการกำหนดวิธีการเพื่อแก้ปัญหาที่ระบุไว้แต่ไม่สอดคล้องกับสาเหตุของปัญหา	ไม่สามารถอธิบายผลที่เกิดขึ้นจากการกำหนดวิธีการเพื่อแก้ปัญหาให้สอดคล้องกับสาเหตุของปัญหา

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
13-15	ดีมาก
10-12	ดี
7-9	พอใช้
ต่ำกว่า 7	ปรับปรุง

มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์

แบบประเมินชิ้นงาน

คำชี้แจง : ให้ผู้สอนสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างเรียนแล้วทำเครื่องหมายถูก

(✓) ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

ชื่อสมาชิกในกลุ่มที่.....

1. ชั้น
2. ชั้น
3. ชั้น
4. ชั้น
5. ชั้น
6. ชั้น

รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
	3	2	1
1. รูปแบบชิ้นงานตรงตามที่ยกแบบไว้			
2. การนำไปใช้ประโยชน์			
3. มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์			
4. ความแข็งแรงของชิ้นงาน			
5. ทำงานเสร็จภายในเวลาที่กำหนด			
คะแนนรวม			
ระดับคุณภาพ			

ลงชื่อ ผู้ประเมิน

(นางสาวจิราภรณ์ บงศ์บุตร)

เกณฑ์การวัดและประเมินชิ้นงาน

รายการ ประเมิน	ระดับคะแนน		
	3	2	1
1. รูปแบบชิ้นงาน ตรงตามที่ ออกแบบไว้	รูปแบบมีความ ชัดเจน และสามารถ นำเหตุผลมา สนับสนุนในการ ออกแบบได้อย่าง ชัดเจน	รูปแบบมีความ ชัดเจนแต่ไม่ สามารถนำเหตุผล มาสนับสนุน ในการออกแบบได้ อย่างชัดเจน	รูปแบบไม่มีความ ชัดเจนและยังไม่ สามารถนำเหตุผลมา สนับสนุนใน การออกแบบได้อย่าง ชัดเจน
2. การนำไปใช้ ประโยชน์	ชิ้นงานที่ทำการผลิต ขึ้น สามารถใช้ใน ชีวิตประจำวันได้จริง และผ่านเกณฑ์ มาตรฐานชุมชน	ชิ้นงานที่ทำการ ผลิตขึ้น สามารถใช้ ในชีวิตประจำวันได้ แต่ไม่ผ่านเกณฑ์ มาตรฐานชุมชน	ชิ้นงานที่ทำการผลิต ขึ้น ไม่สามารถใช้ใน ชีวิตประจำวันได้และ ไม่ผ่านเกณฑ์ มาตรฐานชุมชน
3. มีความคิด ริเริ่มสร้างสรรค์	ใช้จินตนาการและ แนวคิดที่แปลกใหม่ ในการพัฒนาและ ปรับปรุงชิ้นงานให้ดี ยิ่งขึ้น	ใช้จินตนาการและ แนวคิดที่แปลกใหม่ แต่ไม่มีการพัฒนา ปรับปรุงชิ้นงานให้ดี ยิ่งขึ้น	ไม่มีจินตนาการและ แนวคิดที่แปลกใหม่ใน การพัฒนา ปรับปรุง ชิ้นงานให้ดียิ่งขึ้น
4. ความแข็งแรง ของชิ้นงาน	ชิ้นงานมีความ แข็งแรง ทนทาน และมีความสะอาด	ชิ้นงานมีความ แข็งแรง ทนทาน แต่ไม่มีความ สะอาด	ชิ้นงานไม่มีความ แข็งแรง ทนทาน และ ไม่มีความสะอาด
5. ทำงานเสร็จ ภายในเวลาที่ กำหนด	เสร็จตามเวลา ที่กำหนด	เสร็จช้ากว่าเวลาที่ กำหนด 5 นาที	เสร็จช้ากว่าเวลาที่ กำหนด 10 นาที

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
11-15	ดี
6-10	พอใช้
1-5	ปรับปรุง

มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์

แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์

คำชี้แจง : ให้ผู้สอนสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างเรียนและนอกเวลาเรียน
แล้วทำเครื่องหมายถูก (✓) ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

ข้อการประเมิน	รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
		3	2	1
1. มีวินัย รับผิดชอบ	1.1 ปฏิบัติตามข้อตกลง กฎเกณฑ์ ระเบียบ ข้อบังคับของ ห้องเรียน			
	1.2 มีความตรงต่อเวลาในการปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ			
	1.3 มีความรับผิดชอบต่อหน้าที่ ที่ได้รับมอบหมาย			
2. ใฝ่เรียนรู้	2.1 เข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ต่าง ๆ			
	2.2 ศึกษาค้นคว้า หาความรู้จากหนังสือ เอกสาร สื่อ เทคโนโลยีต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม			
	2.3 บันทึกความรู้ วิเคราะห์ตรวจสอบสิ่งที่เรียนรู้ สรุปเป็น องค์ความรู้ได้			
	2.4 แลกเปลี่ยนความรู้ด้วยวิธีการต่าง ๆ และนำไปใช้ ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน			
3. อยู่อย่าง พอเพียง	3.1 ใช้ทรัพย์สินและสิ่งของของโรงเรียนอย่างประหยัด			
	3.2 ใช้อุปกรณ์การเรียนอย่างประหยัด			
	3.3 ใช้จ่ายอย่างประหยัด รู้คุณค่าการออมเงิน			
4. มุ่งมั่นใน การทำงาน	4.1 มีความตั้งใจ พยายามในการทำงานที่ได้รับมอบหมาย			
	4.2 มีความอดทน ไม่ท้อแท้ต่ออุปสรรคเพื่อให้งานสำเร็จ			
5. มีจิตสาธารณะ	5.1 รู้จักช่วยเหลือเพื่อนในกลุ่มทำงาน			
	5.2 รู้จักการดูแลรักษาทรัพย์สินสมบัติ สิ่งแวดล้อม ของห้องเรียนและโรงเรียน			
รวม				
ระดับคุณภาพ				

ลงชื่อ ผู้ประเมิน

(นางสาวจิราภรณ์ บงศ์บุตร)

เกณฑ์การให้คะแนน

- ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมสม่ำเสมอ ให้ 3 คะแนน
- ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมบ่อยครั้ง ให้ 2 คะแนน
- ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมสม่ำเสมอบางครั้ง ให้ 1 คะแนน

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
33-42	ดีมาก
23-32	ดี
13-22	พอใช้
ต่ำกว่า 13	ปรับปรุง

แบบประเมินสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

คำชี้แจง : ให้ผู้ประเมินสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน แล้วทำเครื่องหมาย (✓) ให้ตรงกับระดับคุณภาพ

สมรรถนะที่สำคัญ	รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
		3	2	1
1. ความสามารถในการสื่อสาร	1.1 มีความสามารถในการนำเสนอผลงาน			
	1.2 มีความสามารถในการถ่ายทอดความรู้ ความคิด ความเข้าใจของตนเอง โดยใช้ภาษาอย่างเหมาะสม			
	1.3 ใช้วิธีการสื่อสารที่เหมาะสม			
	1.4 วิเคราะห์แสดงความคิดเห็นอย่างมีเหตุผล			
	1.5 เขียนบันทึกเหตุการณ์ประจำวัน แล้วเล่าให้เพื่อนฟังได้			
2. ความสามารถในการคิด	2.1 มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์			
	2.2 มีทักษะในการคิดนอกกรอบอย่างสร้างสรรค์			
	2.3 สามารถคิดอย่างมีวิจารณญาณ			
	2.4 มีความสามารถในการคิดอย่างมีระบบ			
	2.5 ตัดสินใจแก้ปัญหาเกี่ยวกับตนเองได้			
3. ความสามารถในการแก้ปัญหา	3.1 สามารถแก้ปัญหาและอุปสรรคต่าง ๆ ที่เผชิญได้			
	3.2 ใช้เหตุผลในการแก้ปัญหา			
	3.3 เข้าใจความสัมพันธ์และการเปลี่ยนแปลงในสังคม			
	3.4 แสวงหาความรู้ ประยุกต์ความรู้มาใช้ในการป้องกันและแก้ไขปัญหา			
	3.5 สามารถตัดสินใจได้เหมาะสมตามวัย			
4. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต	4.1 เรียนรู้ด้วยตนเองได้เหมาะสมตามวัย			
	4.2 สามารถทำงานกลุ่มร่วมกับผู้อื่นได้			
	4.3 นำความรู้ที่ได้ไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน			
	4.4 จัดการปัญหาและความขัดแย้งได้เหมาะสม			
	4.5 หลีกเลี่ยงพฤติกรรมไม่พึงประสงค์ที่ส่งผล กระทบต่อตนเอง			

ตาราง (ต่อ)

สมรรถนะ ที่สำคัญ	รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
		3	2	1
5. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี	5.1 เลือกและใช้เทคโนโลยีได้เหมาะสมตามวัย			
	5.2 มีทักษะกระบวนการทางเทคโนโลยี			
	5.3 สามารถนำเทคโนโลยีไปใช้พัฒนาตนเอง			
	5.4 ใช้เทคโนโลยีในการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์			
	5.5 มีคุณธรรม จริยธรรมในการใช้เทคโนโลยี			
รวม				
ระดับคุณภาพ				

ลงชื่อ ผู้ประเมิน
(นางสาวจิราภรณ์ บงศ์บุตร)

เกณฑ์การให้คะแนน

- ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมสม่ำเสมอ ให้ 3 คะแนน
- ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมบ่อยครั้ง ให้ 2 คะแนน
- ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมสม่ำเสมอบางครั้ง ให้ 1 คะแนน

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
66-75	ดีมาก
56-65	ดี
46-55	พอใช้
ต่ำกว่า 46	ปรับปรุง

แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

เรื่อง พลังงานไฟฟ้าจากพลังงานทดแทนและเทคโนโลยีด้านพลังงาน

คำชี้แจง : ให้นักเรียนโดยการอ่านสถานการณ์ แล้วทำเครื่องหมายกากบาท (X) เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว ข้อที่ 1-5

สถานการณ์ที่ 5 บ้านหลังหนึ่งใช้ไฟฟ้ากับหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ชนิดมีบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ในตัว จำนวน 2 ดวง (18W X 2) เป็นเวลา 6 ชั่วโมงต่อวัน, โตรัทศน์ 21 นิ้ว (120 W) ประมาณ 3 ชั่วโมงต่อวัน บ้านหลังนี้ต้องใช้ขนาดของเซลล์แสงอาทิตย์เท่าใด

ขั้นที่ 1 การระบุปัญหา

1. การระบุปัญหาจากสถานการณ์ที่ 5 ตรงตามข้อใด
 - ก. จำนวนอิเล็กทรอนิกส์
 - ข. พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ไป
 - ค. ขนาดของเซลล์แสงอาทิตย์
 - ง. กระแสไฟฟ้าในเซลล์แสงอาทิตย์

ขั้นที่ 2 การวิเคราะห์ปัญหา

2. ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับปัญหาจากสถานการณ์ที่ 1 มีอะไรบ้าง
 - ก. เวลาที่ใช้ไฟฟ้าของโตรัทศน์ 21 นิ้ว
 - ข. เวลาที่ใช้ไฟฟ้าของหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์
 - ค. เวลาที่ใช้ไฟฟ้าของหลอดไฟ และโตรัทศน์ 21 นิ้ว
 - ง. เวลาที่ใช้ไฟฟ้าของหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ชนิดมีบัลลาสต์

อิเล็กทรอนิกส์ในตัว และโตรัทศน์ 21 นิ้ว

ขั้นที่ 3 การวางแผนแก้ปัญหา

3. ข้อใดเป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่ 1 เพื่อนำมากำหนดวิธีการแก้ปัญหา

- ก. ใช้สมการ $Q = Ne$ ในการคำนวณหาจำนวนอิเล็กทรอนิกส์
- ข. ใช้สมการพลังงานไฟฟ้า $W = ItV$ ในการคำนวณ
- ค. ใช้สมการขนาดของแผง = $\frac{5 \text{ ชั่วโมง (ปริมาณแสงอาทิตย์ที่นำจะได้ใน 1 วัน)}}{\text{ค่าการใช้พลังงาน}}$

ในการคำนวณ

$$\text{ง. ใช้สมการขนาดของแผง} = \frac{\text{ค่าการใช้พลังงาน}}{5 \text{ ชั่วโมง (ปริมาณแสงอาทิตย์ที่น้ำจะได้ใน 1 วัน)}}$$

ในการคำนวณ

ขั้นที่ 4 การดำเนินการตามแผนที่วางไว้

4. การแสดงวิธีการการหาคำตอบ เพื่อดำเนินการแก้ปัญหา ตรงตามข้อใด

$$\begin{aligned} \text{ก. ขนาดของแผง} &= \frac{5 \text{ ชั่วโมง (ปริมาณแสงอาทิตย์ที่น้ำจะได้ใน 1 วัน)}}{\text{ค่าการใช้พลังงาน}} \\ &= \frac{(18 \times 2) \times 6 \text{ hr} + (120 \times 3 \text{ hr})}{5 \text{ ชั่วโมง}} = 115.2 \text{ โวลต์} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ข. ขนาดของแผง} &= \frac{5 \text{ ชั่วโมง (ปริมาณแสงอาทิตย์ที่น้ำจะได้ใน 1 วัน)}}{\text{ค่าการใช้พลังงาน}} \\ &= \frac{(18 \times 2) \times 6 \text{ hr} + (120 \times 3 \text{ hr})}{5 \text{ ชั่วโมง}} = 115.2 \text{ วัตต์} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ค. ขนาดของแผง} &= \frac{\text{ค่าการใช้พลังงาน}}{5 \text{ ชั่วโมง (ปริมาณแสงอาทิตย์ที่น้ำจะได้ใน 1 วัน)}} \\ &= \frac{(18 \times 2) \times 6 \text{ hr} + (120 \times 3 \text{ hr})}{5 \text{ ชั่วโมง}} = 115.2 \text{ วัตต์} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ง. ขนาดของแผง} &= \frac{\text{ค่าการใช้พลังงาน}}{5 \text{ ชั่วโมง (ปริมาณแสงอาทิตย์ที่น้ำจะได้ใน 1 วัน)}} \\ &= \frac{(18 \times 2) \times 6 \text{ hr} + (120 \times 3 \text{ hr})}{5 \text{ ชั่วโมง}} = 115.2 \text{ โวลต์} \end{aligned}$$

ขั้นที่ 5 การตรวจสอบผลลัพธ์

5. เมื่อได้ผลลัพธ์จากการดำเนินการแก้ปัญหา มีการตรวจสอบผลลัพธ์อย่างไร

ก. แทนค่าการใช้พลังงาน และปริมาณแสงอาทิตย์

ข. แทนค่าจำนวนอิเล็กทรอนิกส์ ค่าการใช้พลังงาน และปริมาณแสงอาทิตย์

ค. แทนค่าการใช้พลังงาน และปริมาณแสงอาทิตย์ เพื่อดำเนินการหาขนาด

ของแผง

ง. แทนค่าการใช้พลังงานไฟฟ้า และปริมาณแสงอาทิตย์ เพื่อดำเนินการหา

ขนาดของแผง

เฉลย : 1. ค 2. ง 3. ง 4. ค 5. ค

10. กิจกรรมเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

สรุปผลการจัดการเรียนรู้

1. นักเรียนจำนวน.....คน

ผ่านจุดประสงค์การเรียนรู้.....คน คิดเป็นร้อยละ.....

ไม่ผ่านจุดประสงค์.....คน คิดเป็นร้อยละ.....

ได้แก่

1.

2.

ปัญหา/อุปสรรค/แนวทางแก้ไข

.....

.....

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ..... ผู้สอน

(นางสาวจิราภรณ์ บงศ์บุตร)

มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี

ความเห็นของหัวหน้าสถานศึกษา/ผู้ที่ได้รับมอบหมาย

ได้ทำการตรวจแผนการจัดการเรียนรู้ของ.....
แล้วมีความคิดเห็นดังนี้

1. เป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่

☐ ดีมาก	☐ ดี
☐ พอใช้	☐ ควรปรับปรุง

2. การจัดกิจกรรมได้นำเอากระบวนการเรียนรู้

- ☐ เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญมาใช้ในการสอนได้อย่างเหมาะสม
- ☐ ยังไม่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญควรปรับปรุงพัฒนาต่อไป

3. เป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่

- ☐ นำไปใช้ได้จริง
- ☐ ควรปรับปรุงก่อนนำไปใช้

4. ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ครูพี่เลี้ยง

(.....)

ตำแหน่ง.....

5. ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้บริหารสถานศึกษา

(.....)

ตำแหน่ง.....

ภาคผนวก จ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่อง ไฟฟ้ากระแส
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ไฟฟ้ากระแส
3. แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบ
สะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง
ไฟฟ้ากระแส

แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา
เรื่อง ไฟฟ้ากระแส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 โรงเรียนโพนงามศึกษา
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รายวิชาฟิสิกส์ 3 (ว31203)

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบชุดนี้เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก ให้นักเรียนทำเครื่องหมายกากบาท (X) ตัวเลือกที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียวลงในกระดาษคำตอบ
2. กำหนดสถานการณ์ให้นักเรียนตอบคำถามในขอบเขตข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับเรื่อง ไฟฟ้ากระแส จำนวน 3 สถานการณ์ โดยแต่ละสถานการณ์มีข้อความคำถาม 5 ข้อ รวมแบบทดสอบมีจำนวนทั้งหมด 15 ข้อ ใช้เวลาในการทำแบบทดสอบ 1 ชั่วโมง รวม 30 คะแนน

สถานการณ์ที่ 1

โทรศัพท์เคลื่อนที่รุ่นหนึ่งสามารถใช้งานเป็นเวลา 6 ชั่วโมง เมื่อมีกระแสไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ผ่าน 200 มิลลิแอมแปร์ จงคำนวณประจุไฟฟ้าที่เคลื่อนที่ผ่านโทรศัพท์เครื่องนี้ในช่วงเวลาดังกล่าว

ขั้นที่ 1 การระบุปัญหา

1. การระบุปัญหาจากสถานการณ์ที่ 1 ตรงตามข้อใด
 - ก. กระแสไฟฟ้าที่ผ่านโทรศัพท์
 - ข. ประจุไฟฟ้าที่เคลื่อนที่ผ่านโทรศัพท์
 - ค. ความต่างศักย์ของโทรศัพท์เคลื่อนที่
 - ง. ช่วงเวลาที่ประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่ผ่านโทรศัพท์

ขั้นที่ 2 การวิเคราะห์ปัญหา

2. ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับปัญหาจากสถานการณ์ที่ 1 มีอะไรบ้าง

ก. เวลา	ข. กระแสไฟฟ้า
ค. เวลา และกระแสไฟฟ้า	ง. เวลา ประจุไฟฟ้า และกระแสไฟฟ้า

ขั้นที่ 3 การวางแผนการแก้ปัญหา

3. ข้อใดเป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่ 1 เพื่อนำมากำหนดวิธีการแก้ปัญหา

- ก. วัดกระแสไฟฟ้าที่ผ่านโทรัตพ์
- ข. ใช้สมการ $Q = I\Delta t$ ในการคำนวณ
- ค. ใช้สมการ $V = IR$ ในการคำนวณ
- ง. ใช้สมการ $I = \frac{Q_1 + Q_2}{t}$ ในการคำนวณ

ขั้นที่ 4 การดำเนินการแก้ปัญหา

4. การแสดงวิธีการการหาคำตอบ เพื่อดำเนินการแก้ปัญหา ตรงตามข้อใด

- ก. $Q = It = (200 \times 10^{-3})(6) = 1.2 \text{ C}$
- ข. $V = IR = (200 \times 10^{-3})(6) = 1.2 \text{ V}$
- ค. $I = \frac{Q_1 + Q_2}{t} = \frac{200 + 600}{2.16 \times 10^4} = 3.7 \times 10^{-2} \text{ A}$
- ง. $Q = It = (200 \times 10^{-3})(2.16 \times 10^4) = 4320 \text{ C}$

ขั้นที่ 5 การประเมินผลการแก้ปัญหา (การตรวจสอบผลลัพธ์)

5. เมื่อได้ผลลัพธ์จากการดำเนินการแก้ปัญหา มีการตรวจสอบผลลัพธ์อย่างไร

- ก. แทนค่าประจุไฟฟ้า และเวลา เพื่อดำเนินการหากระแสไฟฟ้า
- ข. แทนค่ากระแสไฟฟ้า และความต่างศักย์ เพื่อดำเนินการหาประจุไฟฟ้า
- ค. แทนค่าประจุไฟฟ้า และกระแสไฟฟ้า เพื่อดำเนินการหาความต่างศักย์
- ง. แทนค่าความต่างศักย์ และความต้านทาน เพื่อดำเนินการหากระแสไฟฟ้า

สถานการณ์ที่ 2

ลวดโลหะเส้นหนึ่งมีพื้นที่ภาคตัดขวาง ลวดโลหะเส้นหนึ่งมีพื้นที่ภาคตัดขวาง 1 ตารางมิลลิเมตร ถ้ามีกระแสไฟฟ้าจำนวนหนึ่งไหลผ่านลวดนี้ในเวลา 4 วินาที โดยขนาดความเร็วลอยเลื่อนของอิเล็กตรอนเท่ากับ 0.02 เซนติเมตรต่อวินาที จงหาปริมาณประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่ผ่านลวดเส้นนี้ในเวลาดังกล่าว (กำหนดให้ความหนาแน่นอิเล็กตรอนอิสระของโลหะชนิดนี้เท่ากับ 1.0×10^{29} ต่อลูกบาศก์เมตรและประจุไฟฟ้าของอิเล็กตรอนอิสระเท่ากับ 1.6×10^{-19} คูลอมป์)

ขั้นที่ 1 การระบุปัญหา

6. การระบุปัญหาจากสถานการณ์ที่ 2 ตรงตามข้อใด
- กระแสไฟฟ้า
 - พื้นที่ภาคตัดขวาง
 - ความเร็วลอยเลื่อนของอิเล็กตรอน
 - ปริมาณประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่ผ่านลวดโลหะ

ขั้นที่ 2 การวิเคราะห์ปัญหา

7. ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับปัญหาจากสถานการณ์ที่ 2 มีอะไรบ้าง
- เวลา
 - พื้นที่ภาคตัดขวาง
 - ปริมาณประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่ผ่านลวดโลหะ
 - พื้นที่ภาคตัดขวาง เวลา และความเร็วลอยเลื่อน

ขั้นที่ 3 การวางแผนการแก้ปัญหา

8. ข้อใดเป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่ 2 เพื่อนำมากำหนดวิธีการแก้ปัญหา

ก. $Q = Ne$ ข. $I = \frac{Q}{t}$ ค. $I = nevA$ ง. $Q = nevAt$

ขั้นที่ 4 การดำเนินการแก้ปัญหา

9. การแสดงวิธีการหาคำตอบ เพื่อดำเนินการแก้ปัญหา ตรงตามข้อใด
- $Q = nevAt = (1 \times 10^{29})(1.6 \times 10^{-19})(0.02 \times 10^{-2})(1 \times 10^{-6})(4) = 12.8 \text{ C}$
 - $E_k = mg = (150)(10) = 1,500 \text{ J}$
 - $E_k = \frac{1}{2}mv = \frac{1}{2}(1500)(60) = 45 \text{ kJ}$
 - $I = nevA = (1 \times 10^{29})(1.6 \times 10^{-19})(0.02 \times 10^{-2})(1 \times 10^{-6})(4) = 2.8 \text{ A}$

ขั้นที่ 5 การประเมินผลการแก้ปัญหา (การตรวจสอบผลลัพธ์)

10. เมื่อได้ผลลัพธ์จากการดำเนินการแก้ปัญหา มีการตรวจสอบผลลัพธ์อย่างไร
- แทนค่าพื้นที่ภาคตัดขวาง และเวลา เพื่อหาความเร็วลอยเลื่อน
 - แทนค่าพื้นที่ภาคตัดขวาง และเวลา เพื่อหาปริมาณประจุไฟฟ้า
 - แทนค่าพื้นที่ภาคตัดขวาง และความเร็วลอยเลื่อน เพื่อหาเวลา
 - แทนค่าปริมาณประจุไฟฟ้า พื้นที่ภาคตัดขวาง และเวลา เพื่อหาความเร็วลอยเลื่อน

สถานการณ์ที่ 3

เมื่อนำเซลล์ไฟฟ้า แอมมิเตอร์ และลวดความต้านทานมาต่อกันแบบอนุกรม แล้ว จึงใช้โวลต์มิเตอร์ต่อแบบขนานกับลวดความต้านทานนั้น อ่านค่าที่ได้จาก แอมป์มิเตอร์ 0.2 แอมแปร์ โวลต์มิเตอร์อ่านได้ 5 โวลต์ จงหาความต้านทานของลวดความต้านทาน

ขั้นที่ 1 การระบุปัญหา

11. การระบุปัญหาจากสถานการณ์ที่ 3 ตรงตามข้อใด

ก. ความต้านทาน	ข. โวลต์มิเตอร์
ค. แอมป์มิเตอร์	ง. เซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม

ขั้นที่ 2 การวิเคราะห์ปัญหา

12. ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับปัญหาจากสถานการณ์ที่ 3 มีอะไรบ้าง

- | |
|---|
| ก. กระแสไฟฟ้า |
| ข. ความต่างศักย์ |
| ค. กระแสไฟฟ้า และความต่างศักย์ |
| ง. กระแสไฟฟ้า ความต่างศักย์ และแอมป์มิเตอร์ |

ขั้นที่ 3 การวางแผนการแก้ปัญหา

13. ข้อใดเป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่ 3 เพื่อนำมา กำหนดวิธีการแก้ปัญหา

ก. $R = \frac{V}{I}$

ข. $V = IR$

ค. $R_{eq} = R_1 + R_2 + \dots + R_n$

ง. $V_{รวม} = V_1 + V_2 + \dots + V_n$

ขั้นที่ 4 การดำเนินการแก้ปัญหา

14. การแสดงวิธีการหาคำตอบ เพื่อดำเนินการแก้ปัญหา ตรงตามข้อใด

ก. $V = IR = (0.2)(5) = 1V$

ข. $R = \frac{V}{I} = \frac{5}{0.2} = 25\Omega$

ค. $R_{eq} = R_1 + R_2 = 0.2 + 5 = 5.2\Omega$

ง. $V_{รวม} = V_1 + V_2 = 20 + 5 = 25V$

ขั้นที่ 5 การประเมินผลการแก้ปัญหา (การตรวจสอบผลลัพธ์)

15. เมื่อได้ผลลัพธ์จากการดำเนินการแก้ปัญหา มีการตรวจสอบผลลัพธ์อย่างไร
- แทนค่ากระแสไฟฟ้า เพื่อหาความต่างศักย์
 - แทนค่ากระแสไฟฟ้า และความต่างศักย์ เพื่อหาความต้านทาน
 - แทนค่ากระแสไฟฟ้า และความต้านทาน เพื่อหาความต่างศักย์
 - ถูกทั้งข้อ ก และ ข

สถานการณ์ที่ 4

เตารีดไฟฟ้าอันหนึ่งใช้กำลังไฟฟ้า 1,100 วัตต์ เมื่อต่อเข้ากับความต่างศักย์ 220 โวลต์ จะมีกระแสไฟฟ้าผ่านเท่าไร

ขั้นที่ 1 การระบุปัญหา

16. การระบุปัญหาจากสถานการณ์ที่ 4 ตรงตามข้อใด
- กำลังไฟฟ้า
 - กระแสไฟฟ้า
 - ความต่างศักย์
 - ความต้านทาน

ขั้นที่ 2 การวิเคราะห์ปัญหา

17. ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับปัญหาจากสถานการณ์ที่ 4 มีอะไรบ้าง
- กำลังไฟฟ้า
 - ความต่างศักย์
 - กำลังไฟฟ้า ความต่างศักย์
 - กำลังไฟฟ้า ความต่างศักย์ และกระแสไฟฟ้า

ขั้นที่ 3 การวางแผนการแก้ปัญหา

18. ข้อใดเป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่ 4 เพื่อนำมา
กำหนดวิธีการแก้ปัญหา

ก. $P = VI$

ข. $V = IR$

ค. $I = \frac{P}{V}$

ง. $R = \frac{V}{I}$

ขั้นที่ 4 การดำเนินการแก้ปัญหา

19. การแสดงวิธีการการหาคำตอบ เพื่อดำเนินการแก้ปัญหา ตรงตามข้อใด

$$\text{ก. } I = \frac{P}{V} = \frac{1100}{220} = 5 \text{ A}$$

$$\text{ข. } V = IR = (1100)(0.2) = 220 \text{ V}$$

$$\text{ค. } P = VI = (1100)(220) = 2.42 \times 10^5 \text{ W}$$

$$\text{ง. } R = \frac{V}{I} = \frac{220}{1100} = 0.2 \text{ } \Omega$$

ขั้นที่ 5 การประเมินผลการแก้ปัญหา (การตรวจสอบผลลัพธ์)

20. เมื่อได้ผลลัพธ์จากการดำเนินการแก้ปัญหา มีการตรวจสอบผลลัพธ์อย่างไร

- ก. แทนค่ากำลังไฟฟ้า และความต่างศักย์ เพื่อหากระแสไฟฟ้า
- ข. แทนค่ากำลังไฟฟ้า และกระแสไฟฟ้า เพื่อหาความต้านทาน
- ค. แทนค่า ความต่างศักย์ และกระแสไฟฟ้า เพื่อหากำลังไฟฟ้า
- ง. แทนค่ากำลังไฟฟ้า และความต่างศักย์ เพื่อหาความต้านทาน

สถานการณ์ที่ 5

วัตต์กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านเครื่องปรับอากาศเครื่องหนึ่งได้ 10 แอมแปร์ เมื่อเครื่องปรับอากาศต่อกับความต่างศักย์ 220 โวลต์ เครื่องปรับอากาศนี้ใช้กำลังไฟฟ้าเท่าไร

ขั้นที่ 1 การระบุปัญหา

21. การระบุปัญหาจากสถานการณ์ที่ 5 ตรงตามข้อใด

- ก. กำลังไฟฟ้า
- ข. กระแสไฟฟ้า
- ค. ความต่างศักย์
- ง. พลังงานไฟฟ้า

ขั้นที่ 2 การวิเคราะห์ปัญหา

22. ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับปัญหาจากสถานการณ์ที่ 3 มีอะไรบ้าง

- ก. ความต่างศักย์
- ข. กำลังไฟฟ้า และความต่างศักย์
- ค. กระแสไฟฟ้า และความต่างศักย์
- ง. กระแสไฟฟ้า ความต่างศักย์ และกำลังไฟฟ้า

ขั้นที่ 3 การวางแผนการแก้ปัญหา

23. ข้อใดเป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่ 5 เพื่อนำมา
กำหนดวิธีการแก้ปัญหา

ก. $P = VI$

ข. $V = IR$

ค. $I = \frac{P}{V}$

ง. $R = \frac{V}{I}$

ขั้นที่ 4 การดำเนินการแก้ปัญหา

24. การแสดงวิธีการการหาคำตอบ เพื่อดำเนินการแก้ปัญหา ตรงตามข้อใด

ก. $I = \frac{P}{V} = \frac{10}{220} = 45 \times 10^{-3} \text{ A}$

ข. $V = IR = (0.1)(220) = 22 \text{ V}$

ค. $P = VI = (220)(10) = 2,200 \text{ watt}$

ง. $R = \frac{V}{I} = \frac{220}{10} = 22 \Omega$

ขั้นที่ 5 การประเมินผลการแก้ปัญหา (การตรวจสอบผลลัพธ์)

25. เมื่อได้ผลลัพธ์จากการดำเนินการแก้ปัญหา มีการตรวจสอบผลลัพธ์อย่างไร

ก. แทนค่าความต่างศักย์ และกระแสไฟฟ้า เพื่อหากำลังไฟฟ้า

ข. แทนค่าความต่างศักย์ และกำลังไฟฟ้า เพื่อหาความต้านทาน

ค. แทนค่าความต่างศักย์ และกระแสไฟฟ้า เพื่อหาความต้านทาน

ง. แทนค่าความต่างศักย์ ความต้านทาน และกระแสไฟฟ้า เพื่อหากำลังไฟฟ้า

สถานการณ์ที่ 6

แบตเตอรี่อีเอ็มเอฟ 6 โวลต์ มีความต้านทานภายใน 0.10 โอห์ม ต่ออยู่กับ
ตัวต้านทานที่มีความต้านทาน 2.9 โอห์ม จงหากระแสไฟฟ้าในวงจร

ขั้นที่ 1 การระบุปัญหา

26. การระบุปัญหาจากสถานการณ์ที่ 6 ตรงตามข้อใด

ก. กำลังไฟฟ้าในวงจร

ข. กระแสไฟฟ้าในวงจร

ค. ความต่างศักย์ไฟฟ้า

ง. ความต้านทานไฟฟ้า

ขั้นที่ 2 การวิเคราะห์ปัญหา

27. ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับปัญหาจากสถานการณ์ที่ 6 มีอะไรบ้าง

- ก. ความต้านทานภายในสมมูลของแบตเตอรี่
- ข. กำลังไฟฟ้า และความต้านทานภายในสมมูลของแบตเตอรี่
- ค. อีเอ็มเอฟสมมูลของแบตเตอรี่ ความต้านทาน และความต้านทานภายในสมมูลของแบตเตอรี่
- ง. ความต่างศักย์ กระแสไฟฟ้า กำลังไฟฟ้า ความต้านทาน และอีเอ็มเอฟสมมูลของแบตเตอรี่

ขั้นที่ 3 การวางแผนการแก้ปัญหา

28. ข้อใดเป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่ 6 เพื่อนำมากำหนดวิธีการแก้ปัญหา

$$\begin{array}{ll} \text{ก. } I = \frac{\mathcal{E}}{R} & \text{ข. } I = \frac{R}{\mathcal{E}} \\ \text{ค. } I = \frac{\mathcal{E}}{R + r} & \text{ง. } I = \frac{\mathcal{E} + r}{R} \end{array}$$

ขั้นที่ 4 การดำเนินการแก้ปัญหา

29. การแสดงวิธีการการหาคำตอบ เพื่อดำเนินการแก้ปัญหา ตรงตามข้อใด

$$\begin{array}{ll} \text{ก. } I = \frac{\mathcal{E}}{R} = \frac{6.0}{0.1} = 60 \text{ A} & \\ \text{ข. } I = \frac{\mathcal{E}}{R} = \frac{6.0}{2.9} = 2.07 \text{ A} & \\ \text{ค. } I = \frac{\mathcal{E}}{R + r} = \frac{6.0}{2.9 + 0.1} = 0.2 \text{ A} & \\ \text{ง. } I = \frac{\mathcal{E}}{R + r} = \frac{6.0}{2.9 + 0.1} = 2.0 \text{ A} & \end{array}$$

ขั้นที่ 5 การประเมินผลการแก้ปัญหา (การตรวจสอบผลลัพธ์)

30. เมื่อได้ผลลัพธ์จากการดำเนินการแก้ปัญหา มีการตรวจสอบผลลัพธ์อย่างไร

- ก. แทนค่าความต่างศักย์ และกำลังไฟฟ้า เพื่อหากระแสไฟฟ้า
- ข. แทนค่าความต่างศักย์ และกำลังไฟฟ้า เพื่อหาความต้านทาน
- ค. แทนค่าความต่างศักย์ และกระแสไฟฟ้า เพื่อหาความต้านทาน
- ง. แทนค่าความต่างศักย์ ความต้านทาน และกระแสไฟฟ้า เพื่อหา กำลังไฟฟ้า

เฉลยแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา
โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ร่วมกับแผนผังความคิด
เรื่อง ไฟฟ้ากระแส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

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

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

รายวิชาฟิสิกส์ 4 ว30204

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ภาคเรียนที่ 1/2566

เรื่อง ไฟฟ้ากระแส

จำนวน 30 ข้อ

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบชุดนี้เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ใช้เวลาในการทำแบบทดสอบ 1 ชั่วโมง
2. ให้นักเรียนทำเครื่องหมายกากบาท (X) ตัวเลือกที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียวลงในกระดาษคำตอบ

ผลการเรียนรู้ที่ 10. อธิบายการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนอิสระและกระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำ ความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำกับความเร็วลอยเลื่อนของอิเล็กตรอนอิสระ ความหนาแน่นของอิเล็กตรอนในลวดตัวนำ และพื้นที่หน้าตัดของลวดตัวนำ และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

1. ข้อใดหมายถึงทิศทางการไหลของกระแสไฟฟ้าได้ถูกต้อง (ความรู้ความจำ)
 - ก. ไหลจากศักย์ไฟฟ้าสูงไปยังศักย์ไฟฟ้าต่ำ
 - ข. ไหลจากแรงดันต่ำไปยังแรงดันสูง
 - ค. ไหลจากขั้วลบไปยังขั้วบวก
 - ง. ไหลจากที่สูงลงสู่ที่ต่ำ
2. กระแสไฟฟ้าในตัวกลางคู่ใดต่อไปนี้ เกิดจากการถ่ายเทประจุไฟฟ้าลบอย่างเดียวเท่านั้น (ความรู้ความจำ)
 - ก. แท่งโลหะตัวนำและหลอดบรรจุก๊าซ
 - ข. หลอดสุญญากาศและแท่งโลหะตัวนำ
 - ค. หลอดบรรจุก๊าซและสารละลายอิเล็กโทรไลต์
 - ง. สารละลายอิเล็กโทรไลต์และหลอดสุญญากาศ
3. ข้อใดกล่าวไม่ถูกต้องเกี่ยวกับการนำไฟฟ้าของตัวกลางต่าง ๆ (ความเข้าใจ)
 - ก. กระแสไฟฟ้าในโลหะเกิดจากการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนอิสระ
 - ข. กระแสไฟฟ้าในสารกึ่งตัวนำเกิดจากการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนอิสระ

ค. กระแสไฟฟ้าในสารอิเล็กทรอนิกส์เกิดจากการเคลื่อนที่ของไอออนบวกและไอออนลบ

ง. กระแสไฟฟ้าในหลอดบรรจุแก๊สเกิดจากการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนอิสระและไอออนลบ

4. ลวดเส้นหนึ่งมีกระแสไหลผ่าน 4 แอมแปร์ จำนวนอิเล็กตรอนที่เคลื่อนที่ผ่านพื้นที่หน้าตัดไปในเวลา 30 วินาที มีจำนวนเท่าใด (การประยุกต์ใช้)

ก. 7.5×10^{18} ตัว

ข. 7.5×10^{19} ตัว

ค. 7.5×10^{20} ตัว

ง. 7.5×10^{22} ตัว

5. ลวดตัวนำโลหะขนาดสม่ำเสมอ มีปริมาณกระแสต่อหน่วยพื้นที่เท่ากับ 1.0×10^6 แอมแปร์ต่อตารางเมตร และความหนาแน่นของอิเล็กตรอนอิสระเป็น 5.0×10^{28} อนุภาคต่อลูกบาศก์เมตร จงหาขนาดของความเร็วลอยเลื่อนของอิเล็กตรอนอิสระในลวด (การประยุกต์ใช้)

ก. 1.25×10^{-4} m/s

ข. 1.50×10^{-4} m/s

ค. 1.75×10^{-4} m/s

ง. 2.00×10^{-4} m/s

6. กระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำที่ต่อกับแบตเตอรี่ มีทิศจากขั้วใดเข้าสู่ขั้วใดของแบตเตอรี่ เพราะเหตุใด (การวิเคราะห์)

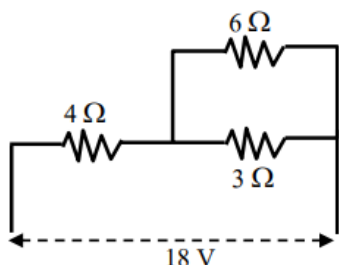
ก. มีทิศจากขั้วบวกเข้าสู่ขั้วลบของแบตเตอรี่ เพราะกระแสไฟฟ้ามีทิศจากบริเวณที่มีศักย์ไฟฟ้าสูงไปยังบริเวณที่มีศักย์ไฟฟ้าต่ำ

ข. มีทิศจากขั้วลบเข้าสู่ขั้วบวกของแบตเตอรี่ เพราะกระแสไฟฟ้ามีทิศจากบริเวณที่มีศักย์ไฟฟ้าสูงไปยังบริเวณที่มีศักย์ไฟฟ้าต่ำ

ค. มีทิศจากขั้วบวกเข้าสู่ขั้วบวกของแบตเตอรี่ เพราะกระแสไฟฟ้ามีทิศจากบริเวณที่มีศักย์ไฟฟ้าต่ำไปยังบริเวณที่มีศักย์ไฟฟ้าสูง

ง. มีทิศจากขั้วลบเข้าสู่ขั้วลบของแบตเตอรี่ เพราะกระแสไฟฟ้ามีทิศจากบริเวณที่มีศักย์ไฟฟ้าต่ำไปยังบริเวณที่มีศักย์ไฟฟ้าสูง

12. จากวงจรที่กำหนดให้มีกระแสไฟฟ้าผ่านความต้านทาน 4 โอห์ม, 6 โอห์ม และ 3 โอห์ม ตามลำดับดังนี้ (การประยุกต์ใช้)



- ก. 2, 1 และ 3 แอมแปร์
- ข. 1, 2 และ 3 แอมแปร์
- ค. 3, 1 และ 2 แอมแปร์
- ง. 3, 2 และ 1 แอมแปร์

(ที่มา: <https://03501vivat.files.wordpress.com/2017/02/>)

13. เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น สารใดบ้างมีสภาพต้านไฟฟ้าลดลง (การวิเคราะห์)

- 1. โลหะบริสุทธิ์ 2. สารกึ่งตัวนำ 3. โลหะผสม 4. ฉนวน

ก. ข้อ 1 และ 2 ข. ข้อ 2 และ 3

ค. ข้อ 3 และ 4 ง. ข้อ 2 และ 4

14. การต่อวงจรตัวต้านทานในวงจรควรต่อแบบใดจึงเหมาะสมที่สุด (การประเมินค่า)

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

15. โวลต์มิเตอร์เครื่องหนึ่งมีความต้านทาน 10000 โอห์ม ปกติใช้วัดความต่างศักย์ได้สูงสุด 10 โวลต์ ถ้าต้องการนำโวลต์มิเตอร์เครื่องนี้ไปใช้วัดความต่างศักย์ที่มีค่าสูงสุด 50 โวลต์ นักเรียนจะต้องทำอย่างไร (สร้างสรรค์)

ก. นำตัวต้านทานขนาด 40000 โอห์มมาต่อขนาน

ข. นำตัวต้านทานขนาด 60000 โอห์มมาต่อขนาน

ค. นำตัวต้านทานขนาด 40000 โอห์มมาต่ออนุกรม

ง. นำตัวต้านทานขนาด 60000 โอห์มมาต่ออนุกรม

ผลการเรียนรู้ที่ 12. ทดลอง อธิบาย และคำนวณอีเอ็มเอฟของแหล่งกำเนิดไฟฟ้า กระแสตรง รวมทั้งอธิบายและคำนวณพลังงานไฟฟ้า และกำลังไฟฟ้า

16. พลังงานไฟฟ้า หมายถึงอะไร (ความรู้ความจำ)

ก. พลังงานที่แหล่งจ่ายไฟฟ้า

ข. พลังงานที่ใช้ไปในระยะเวลาหนึ่ง

ค. กำลังไฟฟ้าที่ถูกใช้ไปใน 1 หน่วยเวลา

ง. ผลคูณของแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า

22. การต่อแบตเตอรี่แบบขนานมีผลดีอย่างไร (การประเมินค่า)

- ก. ใช้งานได้ยาวนานขึ้น
- ข. แบตเตอรี่จะร้อนน้อยลง
- ค. มีความต้านทานภายในลดลง ทำให้สูญเสียพลังงานในแบตเตอรี่น้อยลง
- ง. ถูกทุกข้อที่กล่าวมา

23. ถ้าจะตัดแปลงแอมมิเตอร์ตัวหนึ่งให้สามารถอ่านค่ากระแสไฟฟ้าได้สูงขึ้นจะต้องทำอย่างไร (สร้างสรรค์)

- ก. นำขั้วไปต่อขนานกับแอมมิเตอร์
- ข. นำขั้วไปต่ออนุกรมกับแอมมิเตอร์
- ค. นำมัลติพลายเออร์ไปต่อขนานกับแอมมิเตอร์
- ง. นำมัลติพลายเออร์ไปต่ออนุกรมกับแอมมิเตอร์

ผลการเรียนรู้ที่ 14. อธิบายการเปลี่ยนพลังงานทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้า รวมทั้งสืบค้นและอภิปรายเกี่ยวกับเทคโนโลยีที่นำมาแก้ปัญหาหรือตอบสนองความต้องการทางด้านพลังงาน โดยเน้นด้านประสิทธิภาพและความคุ้มค่าด้านค่าใช้จ่าย

24. พลังงานทดแทน หมายถึงอะไร (ความรู้ความจำ)

- ก. น้ำมันเชื้อเพลิงที่ได้จากหิน
- ข. พลังงานที่มนุษย์สร้างขึ้นมา
- ค. พลังงานที่นำเข้ามาจากต่างประเทศ
- ง. พลังงานที่นำมาใช้แทนน้ำมันเชื้อเพลิง

25. แบตเตอรี่เปลี่ยนพลังงานชนิดใดเป็นพลังงานไฟฟ้า (ความรู้ความจำ)

- ก. พลังงานเคมี
- ข. พลังงานกล
- ค. พลังงานนิวเคลียร์
- ง. พลังงานแสงอาทิตย์

26. ไฟฟ้าที่ได้จากเซลล์สุริยะเป็นไฟฟ้ารูปแบบใด (ความรู้ความจำ)

- ก. ไฟฟ้าเหนี่ยวนำ
- ข. ไฟฟ้ากระแสสลับ
- ค. ไฟฟ้ากระแสตรง
- ง. ไฟฟ้ากระแสหมุนวน

27. การเปลี่ยนรูปพลังงานลมเป็นพลังงานไฟฟ้า ต้องอาศัยอุปกรณ์ใดในการเปลี่ยนรูปพลังงาน (การนำไปใช้)

- ก. มอเตอร์
- ข. ไดนาโม
- ค. หม้อแปลงไฟฟ้า
- ง. อินเวอร์เตอร์

28. ข้อใดเป็นแหล่งพลังงานทดแทนที่ใหญ่ที่สุด และมีปริมาณมากที่สุด
(การประเมินค่า)

ก. น้ำ	ข. พลังงานไฮโดรเจน
ค. พลังงานนิวเคลียร์	ง. พลังงานแสงอาทิตย์

29. ข้อใดเป็นวิธีประหยัดพลังงานได้ดีที่สุด (การประเมินค่า)

- ก. นายอ้อขี่จักรยานไปทำงานแทนรถยนต์
- ข. นายอ้อยขับรถยนต์มาทำงานกับเพื่อน 2 คน
- ค. นายแก้วใช้เครื่องซักผ้า ซักผ้าครั้งละมาก ๆ
- ง. นายขวัญชัยเปิดแอร์ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

30. นักเรียนในฐานะเยาวชนคนไทยจะปฏิบัติตามนโยบายการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานของภาครัฐอย่างไร (สร้างสรรค์)

- ก. ปิดไฟฟ้าทุกครั้งหลังเลิกใช้
- ข. หาความรู้เรื่องพลังงานอ่าน
- ค. อาศัยไฟฟ้าจากไฟสาธารณะ
- ง. นักเรียนคนเดียวคงช่วยชาติประหยัดพลังงานไม่ได้มาก

เฉลยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ร่วมกับแผนผังความคิด
เรื่อง ไฟฟ้ากระแส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

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

แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียน
ต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ร่วมกับแผนผังความคิด
เรื่อง ไฟฟ้ากระแส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ตอนที่ 1 สถานภาพของผู้ตอบแบบสอบถาม

1. เพศ () ชาย () หญิง
2. อายุ.....ปี
3. ระดับชั้น
 - 3.1 () มัธยมศึกษาตอนต้น
 - 3.2 () มัธยมศึกษาตอนปลาย
 - 3.3 () อื่น ๆ ระบุ.....

ตอนที่ 2 ประเมินความพึงพอใจ

คำชี้แจง

1. แบบสอบถามความพึงพอใจนี้สร้างขึ้นเพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ร่วมกับแผนผังความคิด เรื่อง ไฟฟ้ากระแส โดยศึกษา 4 ด้าน คือ

- 1) ด้านเนื้อหาสาระการเรียนรู้
 - 2) ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
 - 3) ด้านสื่อและอุปกรณ์การเรียนรู้
 - 4) ด้านการวัดและประเมินผล
2. ให้ทำเครื่องหมาย ✓ ให้ตรงกับความคิดเห็นของนักเรียน
- ระดับ 5 หมายถึง นักเรียนพึงพอใจมากที่สุด
- ระดับ 4 หมายถึง นักเรียนพึงพอใจมาก
- ระดับ 3 หมายถึง นักเรียนพึงพอใจปานกลาง
- ระดับ 2 หมายถึง นักเรียนพึงพอใจน้อย
- ระดับ 1 หมายถึง นักเรียนพึงพอใจน้อยที่สุด

รายการประเมิน	ระดับ ความพึงพอใจ				
	1	2	3	4	5
ด้านเนื้อหาสาระการเรียนรู้					
1. ได้รับความรู้เรื่อง ไฟฟ้ากระแส ที่มีความสอดคล้องกับ มาตรฐานการเรียนรู้และผลการเรียนรู้					
2. เนื้อหาในแต่ละเรื่องทำให้นักเรียนสามารถนำความรู้ไปใช้ในการ พัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาได้					
3. เนื้อหาวิชามีความชัดเจน น่าสนใจ และเข้าใจง่าย					
4. เนื้อหาวิชาทำให้นักเรียนเกิดความสามารถในการแก้ปัญหาและ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์					
5. เนื้อหาวิชาในแต่ละเรื่องมีความเหมาะสมกับเวลาที่ใช้ในการเรียน					
ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้					
6. สอดคล้องกับเนื้อหา ส่งเสริมการคิดและการแก้ปัญหา					
7. น่าสนใจ สนุก และกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้					
8. เน้นนักเรียนมีส่วนร่วม ได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง					
9. ส่งเสริมการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์					
10. ใช้เทคโนโลยีหรือนวัตกรรมในการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสม					
ด้านสื่อและอุปกรณ์การเรียนรู้					
11. สื่อและอุปกรณ์สอดคล้องกับเนื้อหาและกิจกรรม					
12. สื่อและอุปกรณ์ส่งเสริมกระตุ้นความสนใจ					
13. สื่อและอุปกรณ์เพียงพอต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้					
14. สื่อและอุปกรณ์เหมาะสมในการนำไปใช้ และช่วยให้นักเรียน สร้างความรู้ ความเข้าใจได้					
15. สื่อและอุปกรณ์การจัดการเรียนรู้ทำให้นักเรียนนำวิธีการ เรียนรู้ไปใช้ในวิชาอื่น ๆ ได้					

รายการประเมิน	ระดับ ความพึงพอใจ				
	1	2	3	4	5
ด้านการวัดและประเมินผล					
16. การวัดประเมินผลสอดคล้องกับผลการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ และครอบคลุมทุกด้าน					
17. นักเรียนมีส่วนร่วมในการวัดและการประเมินผล					
18. มีการวัดและการประเมินผลด้วยรูปแบบที่หลากหลาย ได้แก่ การประเมินตนเอง โดยเพื่อนและโดยครูผู้สอน					
19. การวัดและประเมินผลมีประสิทธิภาพ ยุติธรรม และตรวจสอบได้					
20. ให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อนำไปสู่การพัฒนาตนเอง					

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมของนักเรียน

.....

.....

.....

.....

.....

เกณฑ์การแปลผลความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้
แบบสะเต็มศึกษา ร่วมกับแผนผังความคิด เรื่อง ไฟฟ้ากระแส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ค่าเฉลี่ย	มีระดับคุณภาพ
4.51–5.00	มีความพึงพอใจระดับมากที่สุด
3.51–4.50	มีความพึงพอใจระดับมาก
2.51–3.50	มีความพึงพอใจระดับปานกลาง
1.51–2.50	มีความพึงพอใจระดับน้อย
1.00–1.50	มีความพึงพอใจระดับน้อยที่สุด

ประวัติย่อของผู้วิจัย

ประวัติย่อของผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล	นางสาวจิราภรณ์ บงศ์บุตร
วัน เดือน ปีเกิด	2 ตุลาคม 2535
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	65 หมู่ที่ 9 ตำบลโพรงาม อำเภอบ้านหมี่ จังหวัดลพบุรี 47170
โทรศัพท์	0968919757
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2548	ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนชุมชนบ้านโพรงาม อำเภอบ้านหมี่ จังหวัดลพบุรี
พ.ศ. 2551	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนโพรงามศึกษา อำเภอบ้านหมี่ จังหวัดลพบุรี
พ.ศ. 2554	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนมัธยมวชิราลงกรณ์ อำเภอบ้านหมี่ จังหวัดลพบุรี
พ.ศ. 2559	ครุศาสตรบัณฑิต (ค.บ.) สาขาวิชาฟิสิกส์ มหาวิทยาลัยราชภัฏวชิราลงกรณ์ จังหวัดลพบุรี
พ.ศ. 2568	ครุศาสตรมหาบัณฑิต (ค.ม.) สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏวชิราลงกรณ์ จังหวัดลพบุรี
ประวัติการทำงาน	
พ.ศ. 2559	รับราชการครู โรงเรียนบึงกาฬ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาบึงกาฬ อำเภอเมืองบึงกาฬ จังหวัดบึงกาฬ
พ.ศ. 2568	รับราชการครู โรงเรียนชุมชนบ้านโพรงาม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาลพบุรี เขต 3 อำเภอบ้านหมี่ จังหวัดลพบุรี