



การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หน่วย ไฟฟ้า
โดยการจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK

วิทยานิพนธ์

ของ

จิราพร ภูวันนา

เสนอต่อมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตาม
หลักสูตรปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์

10 เมษายน 2566

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หน่วย ไฟฟ้า
โดยการจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK

วิทยานิพนธ์

ของ

จิราพร ภูวันนา

เสนอต่อมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตาม
หลักสูตรปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์

10 เมษายน 2566

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

DEVELOPMENT OF SCIENCE PROCESS SKILLS AND LEARNING
ACHIEVEMENT OF MATHAYOMSUKSA 3 STUDENTS ON THE
ELECTRICITY UNIT USING STAD TECHNIQUE AND TPACK

BY

CHIRAPORN PHUWANNA

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

10 April 2023


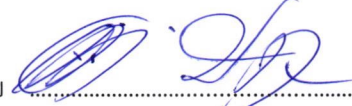
All Rights Reserved by Sakon Nakhon Rajabhat University


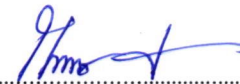



ใบรับรองวิทยานิพนธ์
มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์

ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์ การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หน่วย ไฟฟ้า โดยการจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD
ร่วมกับ TPACK
ชื่อผู้ทำวิทยานิพนธ์ จิราพร ภูวินนา


คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

 ประธานกรรมการสอบ  กรรมการสอบและ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิทักษ์ วงษ์ชาติ) (รองศาสตราจารย์อนันต์ ปานศุภวัชร) ประธานที่ปรึกษา
วิทยานิพนธ์

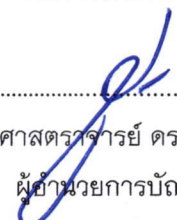
 กรรมการสอบ  กรรมการสอบและ
(ดร.อรุณรัตน์ คำแหงพล) แต่งตั้งเพิ่มเติม (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภาดทอง ปานศุภวัชร) กรรมการที่ปรึกษา
วิทยานิพนธ์

 กรรมการสอบ
(ดร.สกลรัตน์ พันธุสันต์) ผู้ทรงคุณวุฒิ

คณะกรรมการบริหารหลักสูตรรับรองแล้ว


(ดร.อรุณรัตน์ คำแหงพล)
ประธานหลักสูตร
มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

บัณฑิตวิทยาลัยรับรองแล้ว


(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรศักดิ์ แสนทวีสุข)
ผู้อำนวยการบัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

เมื่อวันที่ 10 เดือน เมษายน พ.ศ. 2566
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

ประกาศคุณูปการ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดี เพราะความเมตตาและความกรุณาจากรองศาสตราจารย์ อนันต์ ปานศุภวัชร ประธานกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ถาดทอง ปานศุภวัชร กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้คำปรึกษา คำแนะนำให้แก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความเอาใจใส่เป็นอย่างดี ตั้งแต่เริ่มต้นจนวิทยานิพนธ์สำเร็จลุล่วงลงด้วยดี ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความเมตตา และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.หรรษกร วรรัตนะสาร ดร.ปิยวรรณ ศิริสวัสดิ์ และนางอังคณา บุตรสุวรรณ ที่กรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ และแก้ไขเครื่องมือต่าง ๆ ในการวิจัยครั้งนี้ ตลอดจนให้คำแนะนำและข้อคิดที่เป็นประโยชน์ แก่ผู้วิจัย

ขอขอบพระคุณท่านผู้อำนวยการ ดร.วิชัย มั่นพลศรี ผู้อำนวยการโรงเรียน บ้านโพนแพง เข็ยรวนนท์อุทิศ 5 คณะครูโรงเรียนบ้านโพนแพง เข็ยรวนนท์อุทิศ 5 และขอขอบคุณนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบ้านโพนแพง เข็ยรวนนท์อุทิศ 5 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาสกลนคร เขต 1 ที่ได้ให้ความร่วมมือในการทดลองใช้เครื่องมือและเก็บข้อมูลเพื่อการวิจัยในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณสมาชิกทุกคนในครอบครัวที่ให้การสนับสนุน ให้ความช่วยเหลือ และเป็นกำลังใจในการวิจัยครั้งนี้

คุณค่าและประโยชน์ของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอเป็นเครื่องบูชาพระคุณ ของบิดา มารดา บุรพคณาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่าน

จิราพร ภูวันนา

ชื่อเรื่อง	การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หน่วย ไฟฟ้า โดยการจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK
ผู้วิจัย	จิราพร ภูวันนา
กรรมการที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์อนันต์ ปานศุภวัชร ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ถาดทอง ปานศุภวัชร
ปริญญา	ค.ม. (การสอนวิทยาศาสตร์)
สถาบัน	มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
ปีที่พิมพ์	2566

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมายเพื่อ 1) พัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ หน่วย ไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยการจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 2) ศึกษาและเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน 3) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน และ 4) ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 3 โรงเรียนบ้านโพนแพง เขียวนวนนทอุทิศ 5 สำนักงานเขตพื้นที่ การศึกษาประถมศึกษาสกลนคร เขต 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 30 คน ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบสอบถามความพึงพอใจ สถิติที่ใช้ในการ วิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติทดสอบค่าที่ (t-test for Dependent Samples)

ผลการวิจัยพบว่า

1. แผนการจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หน่วย ไฟฟ้า มีประสิทธิภาพเท่ากับ 81.20/82.11 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้

2. การจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หน่วย ไฟฟ้า นักเรียนได้ปฏิบัติกิจกรรมร่วมกันทำให้มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น ซึ่งมีคะแนนก่อนเรียนร้อยละ 16.22 และหลังเรียนมีคะแนนร้อยละ 81.56 เมื่อเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

4. ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK หน่วย ไฟฟ้า อยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.70

คำสำคัญ: เทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) ความรู้ในเนื้อหาพจนานุกรมวิธีการสอนและเทคโนโลยี (TPACK) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

TITLE	Development of Science Process Skills and Learning Achievement of Mathayomsuksa 3 Students on the Electricity Unit Using STAD Technique and TPACK
AUTHOR	Chiraporn Phuwanna
ADVISORS	Assoc. Prof. Anun Pansuppawat 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 the lesson plans on the electricity unit for Mathayomsuksa 3 students based on STAD technique and TPACK to meet the efficiency of 80/80, 2) examine and compare the students' science process skills before and after the intervention, 3) compare the student learning achievement before and after the intervention, and 4) compare the student satisfaction with the developed learning management. The sample, obtained through a cluster random sampling, consisted of 30 Mathayomsuksa 3 students at Banphonphang Chiarawanonuthit 5 School under Sakon Nakhon Primary Educational Service Area Office 1, in the second semester of the 2022 academic year. The research instruments included lesson plans based on the STAD technique and TPACK, a science process skills test, a learning achievement test, and a satisfaction questionnaire. Statistics for data analysis included percentage, mean, standard deviation, and t-test for Dependent Samples.

The results of this research were as follows:

1. The lesson plans on the electricity unit based on the STAD technique and TPACK for Mathayomsuksa 3 achieved an efficiency of 81.20/82.11, which was higher than the defined criteria of 80/80.

2. The learning management on the electricity unit based on the STAD technique and TPACK for Mathayomsuksa 3 students fostered student collaboration and resulted in enhancing their scientific process skills, with a pre-intervention mean score of 16.22 percent and 81.56 percent after the intervention, indicating that the students' science process skills after the intervention were higher than those before at the .01 level of significance.

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

4. The students' satisfaction with the developed learning management was at a high level, with a mean score of 4.70.

Keywords: Student Teams–Achievement Divisions Technique (STAD), Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK), Science Process Skills, Learning Achievement

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ	1
ภูมิหลัง	1
คำถามของการวิจัย	4
ความมุ่งหมายของการวิจัย	4
สมมติฐานของการวิจัย	5
ความสำคัญของการวิจัย	5
ขอบเขตของการวิจัย	6
กรอบแนวคิดของการวิจัย	8
นิยามศัพท์เฉพาะ	9
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	15
หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551	17
หลักการของหลักสูตร	17
จุดมุ่งหมายของหลักสูตร	17
สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน	18
คุณลักษณะอันพึงประสงค์	18
การจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560)	19
ความสำคัญของวิทยาศาสตร์	19
เป้าหมายของวิทยาศาสตร์	20
สาระสำคัญของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	21
สาระและมาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	21

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้ รายวิชาวิทยาศาสตร์	23
ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์ ที่ใช้ในการจัดกิจกรรม ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3	24
โครงสร้างรายวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3	27
การจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD	30
ความหมายของการจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD	30
แนวคิดและทฤษฎีการจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD	31
ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD	33
ข้อดีและประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD	37
ความรู้ในเนื้อหา TPACK	41
ความหมายของ TPACK	41
แนวคิดและทฤษฎี TPACK	43
ขั้นตอนการจัดการเรียน TPACK	44
ข้อดีและประโยชน์ของ TPACK	46
การเปรียบเทียบการจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK	47
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	49
ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	49
องค์ประกอบของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	50
การวัดและประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	55
ประสิทธิภาพของเครื่องมือวิจัย	57
ความหมายของประสิทธิภาพของเครื่องมือวิจัย	57
การหาประสิทธิภาพของเครื่องมือวิจัย	58
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	60
ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	60

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์	60
ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	62
ลักษณะของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่ดี	66
ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้	68
ความหมายของความพึงพอใจ	68
การวัดระดับความพึงพอใจ	70
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	71
งานวิจัยในประเทศ	71
งานวิจัยต่างประเทศ	74
3 วิธีการดำเนินการวิจัย	77
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	77
แบบแผนการวิจัย	78
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	79
การสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือ	80
การเก็บรวบรวมข้อมูล	96
การวิเคราะห์ข้อมูล	97
สถิติที่ใช้ในการวิจัย	98
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	105
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	105
ลำดับขั้นในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล	106
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	107

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
5	
สรุปผล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ	119
ความมุ่งหมายของการวิจัย	119
สมมติฐานของการวิจัย	120
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	120
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	121
วิธีการดำเนินการวิจัย	121
การวิเคราะห์ข้อมูล	122
สรุปผลการวิจัย	123
อภิปรายผลการวิจัย	124
ข้อเสนอแนะ	130
บรรณานุกรม	133
ภาคผนวก	143
ภาคผนวก ก รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ/หนังสือขอความอนุเคราะห์/ หนังสือรับรองจริยธรรมในมนุษย์	145
ภาคผนวก ข ผลการวิเคราะห์หาคุณภาพเครื่องมือ	155
ภาคผนวก ค ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	171
ภาคผนวก ง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยแผน	183
ภาคผนวก จ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยแบบทดสอบ	225
ประวัติย่อของผู้วิจัย	245

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า	
1	ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3 หน่วย ไฟฟ้า	25
2	รายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2	29
3	การเปรียบเทียบรูปแบบการจัดการเรียนรู้และขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK	48
4	แบบแผนของการวิจัย กลุ่มทดลองกลุ่มเดียววัดผลก่อนและหลังการ ทดลอง (The One-Group Pretest-Posttest Design)	78
5	การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การ เรียนรู้ ทักษะกระบวนการ คุณลักษณะอันพึงประสงค์และสมรรถนะ ที่สำคัญ กิจกรรมการเรียนรู้ ภาระ/ชิ้นงาน และการวัดและประเมินผล กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หน่วย ไฟฟ้า ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3	81
6	แสดงเนื้อหาและเวลาที่ใช้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้	86
7	วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างแผนการจัดการเรียนรู้ หน่วย ไฟฟ้า และจำนวนข้อสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	90
8	วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างแผนการจัดการเรียนรู้กับพฤติกรรม ที่ต้องการวัดในแต่ละด้าน หน่วย ไฟฟ้า	93
9	ผลการหาค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) ของแผนการจัดการ เรียนรู้ หน่วย ไฟฟ้า โดยการจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3	107
10	ผลการหาค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) ของแผนการจัดการเรียนรู้ หน่วยไฟฟ้า โดยการจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3	108

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า	
11	ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ หน่วย ไฟฟ้า โดยการจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3	109
12	การเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนเรียนและหลังเรียน หน่วย ไฟฟ้า โดยการจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK	109
13	การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนเรียนและหลังเรียน หน่วย ไฟฟ้า โดยการจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3	110
14	การวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK หน่วย ไฟฟ้า	111
15	ผลการประเมินค่าความสอดคล้อง (IOC) ของเนื้อหาเกี่ยวกับวัตถุประสงค์ของแผนการจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK หน่วย ไฟฟ้า โดยผู้เชี่ยวชาญ	157
16	ผลการประเมินค่า IOC ของคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK หน่วย ไฟฟ้า โดยผู้เชี่ยวชาญ	159
17	ผลการวิเคราะห์ค่า IOC ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับจุดประสงค์การเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หน่วย ไฟฟ้า โดยการจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK โดยผู้เชี่ยวชาญ	162
18	ผลการวิเคราะห์ค่า IOC ของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับจุดประสงค์การเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หน่วย ไฟฟ้า โดยการจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK โดยผู้เชี่ยวชาญ	164

บัญชีตาราง

ตาราง		หน้า
19	ผลการวิเคราะห์ค่า IOC ของแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หน่วย ไฟฟ้า โดยผู้เชี่ยวชาญ	166
20	ผลการวิเคราะห์ค่าระดับความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หน่วย ไฟฟ้า โดยการจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK	168
21	ผลการวิเคราะห์ค่าระดับความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หน่วย ไฟฟ้า โดยการจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK	169
22	วิเคราะห์คะแนนประสิทธิภาพของกระบวนการ (E1) ของแผนการจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK หน่วย ไฟฟ้า	173
23	วิเคราะห์คะแนนประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E2) ของแผนการจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK	175
24	วิเคราะห์คะแนนวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยแผนการจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK	177
25	วิเคราะห์คะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK	179
26	ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK หน่วย ไฟฟ้า	181

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 กรอบแนวคิดของการวิจัย	8
2 กรอบแนวคิด TPACK	42
3 กิจกรรมการเรียนรู้การสอน เรื่อง ปริมาณไฟฟ้า	115
4 กิจกรรมกลุ่มร่วมกันใช้เทคโนโลยีสืบค้นข้อมูล เรื่อง ปริมาณไฟฟ้า	116
5 กิจกรรมจำลองการทดลองต่อวงจรไฟฟ้าของนักเรียน เรื่อง ปริมาณไฟฟ้า	116
6 การทดลอง เรื่อง ปริมาณไฟฟ้า	116
7 การจำลองการทดลองต่อวงจรไฟฟ้าของนักเรียน เรื่อง วงจรไฟฟ้า	117
8 การทดลอง เรื่อง วงจรไฟฟ้า	117
9 ผลงานการใช้เทคโนโลยีในการเขียนแผนภาพวงจรไฟฟ้า เรื่อง วงจรไฟฟ้า	117

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

การพัฒนาประเทศจำเป็นต้องสร้างและเตรียมเยาวชนของชาติเข้าสู่โลกยุคศตวรรษที่ 21 (สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2554, หน้า 39-51) การมีความรู้ทักษะและความเชี่ยวชาญ เปรียบเสมือนเครื่องมือในการเสริมสร้างศักยภาพและความสามารถของแต่ละบุคคล โดยมีสถาบันการศึกษาทำหน้าที่ในการสร้างและพัฒนาคนในสังคมให้มีความรู้สามารถดำรงชีวิตอยู่ในสังคมได้อย่างปกติสุข รวมไปถึงการพัฒนาเศรษฐกิจ สังคม การเมือง และวัฒนธรรมของประเทศให้มั่นคง (กระทรวงศึกษาธิการ, 2553, หน้า 7)

วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับทุกคนทั้งในชีวิตประจำวันและอาชีพการทำงานต่าง ๆ ตลอดจนเทคโนโลยี เครื่องมือเครื่องใช้ที่มนุษย์สร้างขึ้นมาใช้อำนวยความสะดวกในชีวิตประจำวันและการทำงานเหล่านี้ล้วนเป็นผลมาจากความรู้วิทยาศาสตร์ ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์ และศาสตร์อื่น ๆ วิทยาศาสตร์ช่วยให้มนุษย์ได้พัฒนาวิถีคิดทั้งความเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ วิจัยสามารถสืบเสาะหาความรู้ และคิดแก้ปัญหาอย่างมีแบบแผน รวมทั้งสามารถค้นหาข้อมูลหรือสารสนเทศ ประเมินสารสนเทศ ประยุกต์ใช้ทักษะการคิดเชิงคำนวณและความรู้ด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์ สื่อดิจิทัล เทคโนโลยีสารสนเทศ และการสื่อสารเพื่อแก้ปัญหาในชีวิตจริงอย่างสร้างสรรค์ วิทยาศาสตร์ก้าวหน้าอย่างรวดเร็ว ดังนั้นทุกคนต้องรู้ให้เท่าทันวิทยาศาสตร์ เพื่อนำความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์ และมีคุณธรรม (กระทรวงศึกษาธิการ, 2552, หน้า 92) การพัฒนาการเรียนการสอนเพื่อให้นักเรียนได้รับความรู้ เกิดทักษะกระบวนการและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นสามารถทำได้โดยจัดให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง ครูจึงเป็นที่ผู้ที่มีบทบาทสำคัญในการส่งเสริมการเรียนรู้และจัดกิจกรรมเพื่อพัฒนานักเรียน

ให้เกิดการเรียนรู้ มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีทักษะในการค้นคว้าหาความรู้ และแก้ปัญหาต่าง ๆ ด้วยตนเอง (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, หน้า 2) จากผลการศึกษา ในปัจจุบัน พบว่า ความสามารถหรือทักษะต่าง ๆ สามารถฝึกฝนและพัฒนาเพื่อให้เกิดความชำนาญได้ ดังนั้นการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อให้นักเรียนเกิดความชำนาญสามารถเลือกใช้ทักษะต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสมในการแก้ปัญหาแต่ละด้าน (พันธ์ ทองชุมนุม, 2547, หน้า 36) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ถือเป็นปัจจัย สำคัญในการศึกษาค้นคว้าหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นความสามารถในการสังเกต การเลือกเครื่องมือในการวัด การประมาณการวัด การบันทึกข้อมูล การสร้างแบบทดสอบ สมมติฐาน การจัดกระทำข้อมูล การตีความหมายข้อมูลที่ได้จากการทดลองและการสรุป (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2545, หน้า 24)

โรงเรียนบ้านโปนแพง เขียวรอนนทอุทิศ 5 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา ประถมศึกษาสกลนคร เขต 1 จากการรายงานผลการทดสอบระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 รายวิชาวิทยาศาสตร์ 3 ปีซ้อนหลัง คือ ปีการศึกษา 2561-2563 พบว่า ระดับประเทศมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 36.10 30.07 และ 29.89 ตามลำดับ ในระดับเขตพื้นที่การศึกษาซึ่งเป็นหน่วยงานต้นสังกัด มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 34.63 28.99 และ 28.35 ตามลำดับ และผลคะแนนของโรงเรียนมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 33.09 29.12 และ 27.27 ตามลำดับ (รายงานผลการทดสอบทางการศึกษา, 2563, หน้า 4) จะเห็นว่าค่าคะแนนเฉลี่ยในระดับประเทศ ระดับเขตพื้นที่การศึกษาและโรงเรียน มีคะแนน เฉลี่ยต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 50 ทั้ง 3 ปีการศึกษา อีกทั้งผลการทดสอบระดับชาติขั้นพื้นฐาน มีแนวโน้มคะแนนค่าเฉลี่ยร้อยละลดลง ซึ่งเป็นสิ่งบ่งชี้ถึงปัญหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาวิทยาศาสตร์ การจัดการเรียนในปัจจุบันยังไม่สามารถทำให้นักเรียนบรรลุตาม จุดมุ่งหมายของการจัดการศึกษาได้ นักเรียนขาดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ไม่สามารถสร้างองค์ความรู้และความคิดแปลกใหม่ ทั้งนี้เกิดจากพฤติกรรมการสอน ของครูยังยึดการสอนแบบบรรยายมุ่งการสอนเนื้อหา ขาดเทคนิคในการจัดการเรียนรู้ที่ เหมาะสม ทำให้นักเรียนเกิดความเบื่อหน่ายและไม่สนใจเรียน นอกจากนี้เนื้อหาในวิชา วิทยาศาสตร์ นักเรียนต้องอาศัยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ความรู้ในการแก้ โจทย์ปัญหาอย่างเป็นระบบ แต่นักเรียนยังขาดทักษะดังกล่าวจึงส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ (ปัญญารัตน์ ผุยสานวงศ์, 2561, หน้า 2)

วิธีการหนึ่งที่จะช่วยแก้ไขปัญหาคำจัดการเรียนการสอนดังกล่าวคือใช้การจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK

การจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD (Student Teams–Achievement Divisions: STAD) เป็นการจัดการเรียนที่ครูนำเสนอเนื้อหาใหม่ แล้วแบ่งนักเรียนที่มีความสามารถแตกต่างกันออกเป็นกลุ่มเพื่อทำงานร่วมกัน ทำกิจกรรมร่วมกัน เพื่อยกผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ณรงค์ ชุมแวงวาปี, 2561, หน้า 36) การจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เทคนิค STAD มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน (น้ำผึ้ง เสนดี, 2560, หน้า 159) ทำให้ทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (วัชรียา พรหมพันธ์, 2562, หน้า 107–108)

TPACK เป็นการนำเทคโนโลยีเข้ามามีบูรณาการร่วมกับวิธีสอนและเนื้อหาเพื่อจัดการเรียนการสอนมีประสิทธิภาพมากขึ้น (Shulman, 1986, pp. 4–15) ทำให้ครูวิทยาศาสตร์มีความรู้ความสามารถในการบูรณาการเทคโนโลยีเข้าไปในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ได้อย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพ จะส่งผลส่งเสริมและพัฒนา นักเรียนทั้งความรู้วิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเป็นการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาให้นักเรียนให้มีทักษะในการดำรงชีวิตในศตวรรษที่ 21 (Mishra & Koehler, 2006, pp. 1017–1054) การใช้เทคนิค TPACK มาบูรณาการกับการสอนทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน (จุฬารัตน์ ธรรมประธิป, 2559, หน้า 1–13) ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่าการบูรณาการเทคโนโลยีในการจัดการเรียนการสอนส่งผลให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ (ลิลลา อุดุลยศาสน, 2561, หน้า 115)

ด้วยเหตุผลดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยสนใจที่จะนำการจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK มาใช้ในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ หน่วย ไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เพื่อแก้ปัญหาตลอดจนพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์เพิ่มสูงขึ้น โดยใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน และศึกษาถึงผลการเรียนรู้เพื่อเป็นแนวทางสำหรับการเรียนการสอนให้บรรลุเป้าหมายตามที่หลักสูตรกำหนด

คำถามของการวิจัย

การวิจัยการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หน่วย ไฟฟ้า โดยใช้การจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK ได้กำหนดคำถามการวิจัยไว้ ดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK หน่วย ไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 หรือไม่
2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน หรือไม่
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหน่วย ไฟฟ้า โดยใช้การจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน หรือไม่
4. ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนหน่วย ไฟฟ้า โดยใช้การจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK อยู่ในระดับใด

ความมุ่งหมายของการวิจัย

การวิจัยการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หน่วย ไฟฟ้า โดยใช้การจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK ครั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดความมุ่งหมายของการวิจัย ดังนี้

1. เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้หน่วย ไฟฟ้า โดยใช้การจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80
2. ศึกษาและเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หน่วย ไฟฟ้า โดยการจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK ก่อนและหลังเรียน
3. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หน่วย ไฟฟ้า โดยการจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK ก่อนและหลังเรียน
4. ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK หน่วย ไฟฟ้า

สมมติฐานของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ตั้งสมมติฐานของการวิจัยไว้ ดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้การจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK หน่วย ไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80
2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังเรียนหน่วย ไฟฟ้า โดยใช้การจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK หลังเรียน สูงกว่าก่อนเรียน
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังเรียน หน่วย ไฟฟ้า โดยใช้การจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK สูงกว่าก่อนเรียน
4. ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังเรียนหน่วย ไฟฟ้า โดยใช้การจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK อยู่ในระดับ มากขึ้นไป

ความสำคัญของการวิจัย

การวิจัยการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หน่วย ไฟฟ้า โดยใช้การจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK มีความสำคัญของการวิจัย ดังต่อไปนี้

1. ได้แผนการจัดการเรียนรู้หน่วย ไฟฟ้า โดยใช้การจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK ที่มีประสิทธิภาพ ที่สามารถส่งเสริมความสามารถในทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
2. สามารถนำความรู้ไปประยุกต์หรือปรับใช้กับกลุ่มเป้าหมายอื่นที่มีสภาพปัญหาที่คล้ายกันหรือใกล้เคียงกับวิจัยครั้งนี้
3. ได้วิธีการสอนโดยใช้การจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK สำหรับใช้ในการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน
4. เป็นแนวทางการสำหรับครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ และครูผู้สอนกลุ่มสาระอื่น ๆ ที่จะนำการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK ไปปรับใช้ในกิจกรรมการเรียนการสอน

ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยการพัฒนากิจกรรมกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หน่วย ไฟฟ้า โดยใช้การจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK ได้กำหนดขอบเขตของการวิจัยไว้ ดังนี้

1. ขอบเขตด้านเนื้อหา

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หน่วย ไฟฟ้า โดยมีเนื้อหา ดังนี้

1.1 ปริมาณทางไฟฟ้า	จำนวน 3 ชั่วโมง
1.2 วงจรไฟฟ้า	จำนวน 3 ชั่วโมง
1.3 วงจรอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น	จำนวน 3 ชั่วโมง
1.4 พลังงานไฟฟ้า	จำนวน 3 ชั่วโมง
1.5 วงจรไฟฟ้า และเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้าน	จำนวน 3 ชั่วโมง
1.6 การใช้ไฟฟ้าอย่างประหยัดและปลอดภัย	จำนวน 3 ชั่วโมง
	รวม 18 ชั่วโมง

2. ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

2.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัยประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบ้านโพนแพงเจียรนวนนท์อุทิศ 5 อำเภอกุสุมาลย์ จังหวัดสกลนคร สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาเขต 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 2 ห้องคือชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/1 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/2 รวมทั้งสิ้น 61 คน

2.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/1 ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 โรงเรียนบ้านโพนแพงเจียรนวนนท์อุทิศ 5 อำเภอกุสุมาลย์ จังหวัดสกลนคร สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาเขต 1 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 30 คน ได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling Technique) การจัดนักเรียนแบบคนเรียนเก่ง ปานกลาง อ่อน อยู่ด้วยกัน

3. ตัวแปรที่ศึกษา

3.1 ตัวแปรอิสระ

การจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK

3.2 ตัวแปรตาม

3.2.1 ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้

3.2.2 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

3.2.3 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

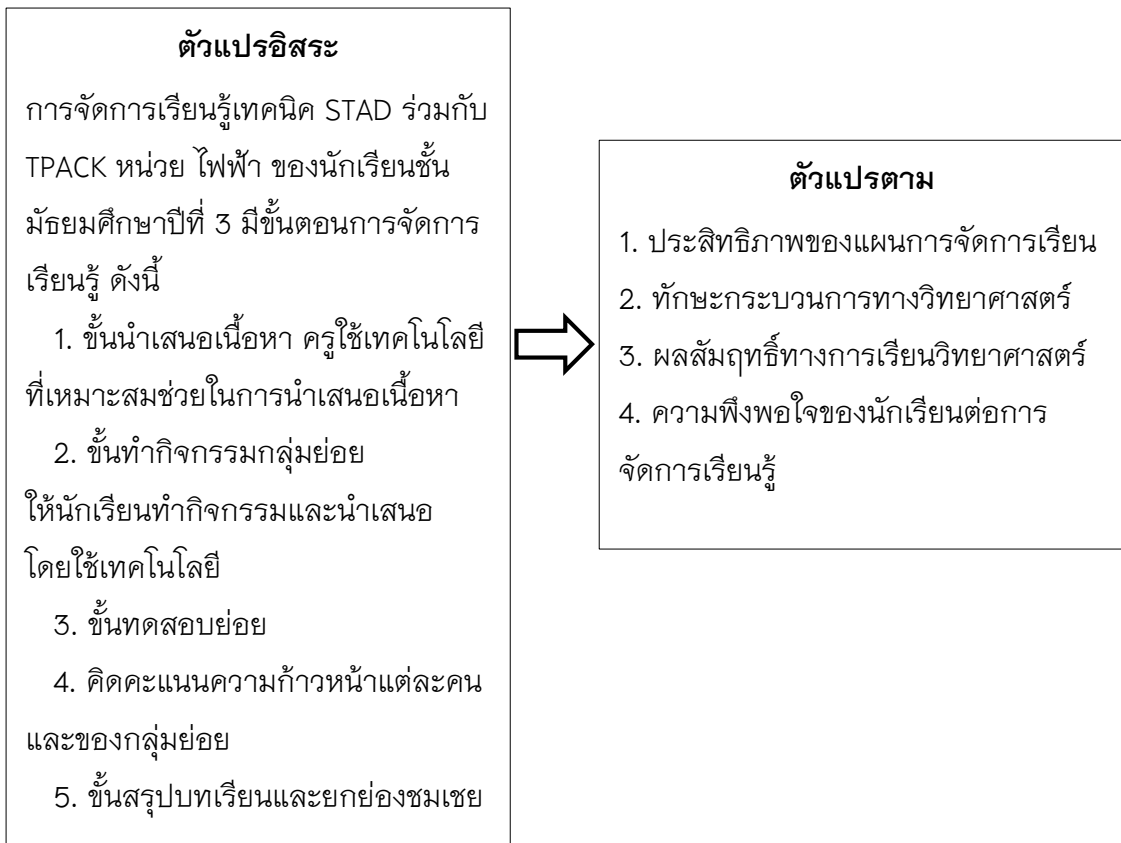
3.2.4 ความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้

4. ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 ใช้เวลาในการวิจัย จำนวน 20 ชั่วโมงซึ่งรวมกับเวลาในการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน จำนวน 2 ชั่วโมง ชั่วโมงในการเรียนสัปดาห์ละ 3 ชั่วโมง รวมทั้งหมด 20 ชั่วโมง

กรอบแนวคิดของการวิจัย

การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หน่วย ไฟฟ้า โดยใช้การจัดการเรียนรู้ STAD ร่วมกับ
เทคนิค TPACK ดังภาพประกอบ 1



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดของการวิจัย

นิยามศัพท์เฉพาะ

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดนิยามศัพท์เฉพาะไว้ ดังนี้

1. การจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD หมายถึง รูปแบบการจัดการเรียนการสอนแบบแบ่งกลุ่มสัมฤทธิ์ โดยมีครูเป็นผู้สอนเนื้อหาหลังจากนั้นให้นักเรียนแบ่งกลุ่มคละความสามารถกัน คือ เก่ง ปานกลาง และอ่อน เน้นให้มีการช่วยเหลือกันในกลุ่ม โดยประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

1.1 ช้่นนำเสนอเนื้อหา ครูนำเสนอเนื้อหาโดยการทบทวนพื้นฐานความรู้เดิม จากนั้นครูสอนเนื้อหาใหม่กับนักเรียนกลุ่มใหญ่ทั้งชั้น

1.2 ช้่นปฏิบัติกิจกรรมกลุ่ม โดยนักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 6 คน คละความสามารถเก่ง ปานกลาง อ่อน ร่วมกันศึกษากลุ่มย่อยนักเรียนช่วยเหลือซึ่งกันและกันในการทำกิจกรรม

1.3 ช้่นทดสอบย่อย นักเรียนแต่ละคนจะทำแบบทดสอบด้วยตนเอง ไม่มีการช่วยเหลือกัน

1.4 คิดคะแนนความก้าวหน้าแต่ละคน และของกลุ่มย่อย ครูตรวจผลการสอบของนักเรียน โดยคะแนนที่นักเรียนทำได้ในการทดสอบจะถือเป็นคะแนนรายบุคคล แล้วนำคะแนนรายบุคคลไปแปลงเป็นคะแนนกลุ่ม

1.5 ชมเชย ยกย่อง บุคคลหรือกลุ่มที่มีคะแนนยอดเยี่ยม นักเรียนคนใดทำคะแนนได้ดีกว่าครั้งก่อน จะได้รับคำชมเชยเป็นรายบุคคล และกลุ่มใดทำคะแนนได้ดีกว่าครั้งก่อนจะได้รับคำชมเชยทั้งกลุ่ม

2. TPACK หมายถึง การจัดการความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและการใช้เทคโนโลยีอย่างสอดคล้องและเป็นระบบ ซึ่งองค์ประกอบที่สำคัญคือ เนื้อหา (CK: Content Knowledge) วิธีสอน (Pedagogy) และเทคโนโลยี (Technology: TK)

3. การจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK เป็นการใช้นวัตกรรมที่เหมาะสมกับเนื้อหาใช้ร่วมกับการสอน STAD มีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

3.1 ช้่นนำเสนอเนื้อหา โดยครูใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมในการนำเสนอเนื้อหา และสอนกับนักเรียนทั้งชั้นเรียน

3.2 ชั้นปฏิบัติการกิจกรรมกลุ่ม โดยนักเรียนแบ่งกลุ่มย่อย 6 คน ร่วมกันศึกษาคณะนักเรียนเก่ง ปานกลาง และอ่อน ใช้เทคโนโลยีในการทำกิจกรรม ครูให้นักเรียนสรุปความรู้ที่ได้จากการเรียนโดยใช้เทคโนโลยีและนำเสนอหน้าชั้นเรียน

3.3 ชั้นทดสอบย่อย นักเรียนแต่ละคนจะทำแบบทดสอบด้วยตนเอง ไม่มีการช่วยเหลือกัน

3.4 คิดคะแนนความก้าวหน้าแต่ละคน และกลุ่มย่อย ครูตรวจผลทดสอบของนักเรียน เป็นคะแนนรายบุคคล แล้วนำคะแนนรายบุคคลไปแปลงเป็นคะแนนกลุ่ม

3.5 ชมเชย ยกย่อง บุคคลหรือกลุ่มที่มีคะแนนยอดเยี่ยม นักเรียนคนใดทำคะแนนได้ดีกว่าครั้งก่อน จะได้รับคำชมเชยเป็นรายบุคคล และกลุ่มใดทำคะแนนได้ดีกว่าครั้งก่อนจะได้รับคำชมเชยทั้งกลุ่ม

4. ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ หมายถึง ผลการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยใช้การจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หน่วย ไฟฟ้า มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 โดยคิดจากคะแนน 2 ส่วน ดังนี้

4.1 เกณฑ์ 80 ตัวแรก หมายถึง ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทั้งหมดที่ได้จากการทำแบบทดสอบระหว่างเรียนและจากการทำกิจกรรมระหว่างเรียน

4.2 เกณฑ์ 80 ตัวหลัง หมายถึง ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทั้งหมด ที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หลังจากเรียนจบครบหน่วย

5. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความชำนาญและความสามารถในการปฏิบัติฝึกฝน รวมทั้งการแก้ปัญหาต่าง ๆ โดยใช้กระบวนการคิดและเรียนรู้ ซึ่งแบ่งออกเป็น 13 ทักษะ ดังนี้

5.1 ทักษะการสังเกต หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสทั้ง 5 อย่างใดอย่างหนึ่งหรือ ใช้หลายอย่างร่วมกัน ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนัง เพื่อค้นหาและบอกรายละเอียดของสิ่งต่าง ๆ ที่สังเกต โดยที่ไม่ใส่ความคิดเห็นของผู้สังเกตลงไป

5.2 ทักษะการวัด หมายถึง การเลือกและการใช้เครื่องมือต่าง ๆ เพื่อหาค่าของสิ่งต่าง ๆ ออกมาเป็นตัวเลขได้ถูกต้องและเหมาะสม กับสิ่งที่ต้องการวัดรวมทั้งบอกหรือระบุหน่วยของตัวเลขที่ได้มาจากการวัดอย่างถูกต้อง

5.3 ทักษะการจำแนกประเภท หมายถึง การแบ่งพวก การจัดกลุ่ม สิ่งต่าง ๆ หรือการเรียงลำดับ วัตถุ หรือเหตุการณ์ต่าง ๆ ออกเป็นหมวดหมู่ โดยใช้ความ เหมือนกันหรือความแตกต่างกัน มาเป็นเกณฑ์ในการจำแนกวัตถุ เหตุการณ์ หรือสิ่งต่าง ๆ ออกจากกัน

5.4 ทักษะการหาความสัมพันธ์ของสเปซกับเวลา แบ่งได้ 2 แบบ คือ

5.4.1 การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับสเปซ เป็นการหา ความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ที่วัตถุต่าง ๆ ครอบครองอยู่

5.4.2 การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับเวลา เป็นการหา ความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ที่วัตถุครอบครอง เมื่อเวลาผ่านไป

5.5 การคำนวณ (Using Numbers) ความสามารถที่แสดงการเกิดทักษะ การนับจำนวนของวัตถุได้ถูกต้อง และสามารถบอกวิธีคำนวณ แสดงวิธีคำนวณ และคิดคำนวณได้ถูกต้อง

5.6 ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล หมายถึง การนำ ข้อมูลที่รวบรวมได้จากวิธีการต่าง ๆ มาจัดกระทำให้อยู่ในรูปแบบที่มีความหมายหรือ มีความสัมพันธ์กันมากขึ้น รวมทั้งนำข้อมูลมาจัดกระทำในรูปแบบต่าง ๆ เช่น ตาราง แผนภูมิ แผนภาพ กราฟ สมการ

5.7 ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล หมายถึง การใช้ความคิดเห็นจาก ความรู้หรือประสบการณ์เดิม เพื่ออธิบายข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผล โดยอาศัยข้อมูล หรือสารสนเทศที่เคยเก็บรวบรวมไว้ในอดีต

5.8 ทักษะการพยากรณ์ หมายถึง การคาดคะเนผลลัพธ์ของปรากฏการณ์ สถานการณ์ การสังเกตการทดลองไว้ล่วงหน้า โดยอาศัยข้อมูล หรือประสบการณ์ของ เรื่องนั้น ที่เกิดขึ้น ๆ เป็นแบบรูปมาช่วยในการคาดการณ์สิ่งที่เกิดขึ้น

5.9 ทักษะการตั้งสมมติฐาน หมายถึง ความสามารถในการให้ข้อสรุป หรือคำอธิบายซึ่งเป็นคำตอบล่วงหน้าก่อนที่จะดำเนินการทดลอง เพื่อตรวจสอบ ความถูกต้องเป็นจริงในเรื่องนั้น ๆ ต่อไป

5.10 ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึง การกำหนด และ อธิบายความหมาย และขอบเขตของคำต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาหรือการทดลอง เพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกันระหว่างบุคคล

5.11 ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร หมายถึง การบ่งชี้ และกำหนดลักษณะตัวแปรใด ๆ ให้เป็นเป็นตัวแปรอิสระหรือตัวแปรต้น และตัวแปรใด ๆ ให้เป็นตัวแปรตาม และตัวแปรใด ๆ ให้เป็นตัวแปรควบคุม

5.12 ทักษะการทดลอง หมายถึง การลงมือปฏิบัติด้วยวิธีใด ๆ เพื่อให้ได้คำตอบ หรือตรวจสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ แบ่งเป็น 3 ขั้นตอน คือ

5.12.1 การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนการทดลอง ก่อนการทดลองจริง ๆ เพื่อกำหนดวิธีการ และขั้นตอนการทดลองที่สามารถดำเนินการได้จริง รวมถึงวิธีการแก้ไขปัญหาอุปสรรคที่อาจเกิดขึ้นขณะทำการทดลองเพื่อให้การทดลองสามารถดำเนินการให้สำเร็จ

5.12.2 การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การปฏิบัติการทดลองจริงตามที่วางแผนการทดลอง

5.12.3 การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง นักเรียนสามารถจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลองซึ่งอาจเป็นผลจากการสังเกต การวัดและอื่น ๆ

5.13 ทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป หมายถึง การแปลความหมายหรือการบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ การตีความหมายข้อมูลในบางครั้งอาจต้องใช้ทักษะอื่น ๆ

6. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ระดับคะแนนความสามารถทางสติปัญญา ที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่แสดงออกมาในรูปแบบของคะแนนผลการเรียนรู้ สามารถวัดได้ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK หน่วย ไฟฟ้าของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จำนวน 30 ข้อ โดยแบ่งเป็น 6 ด้าน ดังนี้

6.1 ด้านความรู้ – ความจำ (Knowledge Comprehension) หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงเรื่องราวต่าง ๆ

6.2 ด้านความเข้าใจ (Comprehension) หมายถึง สมรรถภาพทางสมองของบุคคล ในการจัดระเบียบความคิดแล้วแสดงออกมา และสามารถที่จะนำเสนอความรู้ ความคิดที่ชัดเจนกว่าของเดิม

6.3 ด้านการนำไปใช้ (Application) หมายถึง ความสามารถในการประยุกต์หลักการ เทคนิค แนวคิด หรือทฤษฎีต่าง ๆ เพื่อแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่

แปลกใหม่ รวมไปถึงการนำกฎเกณฑ์หรือหลักความรู้ในเรื่องใดเรื่องหนึ่งไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

6.4 ด้านการวิเคราะห์ (Analysis) หมายถึงความสามารถในการแยกแยะรายละเอียดของเนื้อหาเรื่องราว เหตุการณ์ หรือข้อเท็จจริงใด ๆ เพื่อจำแนกให้เห็นส่วนประกอบ สำคัญ และความสัมพันธ์ของส่วนประกอบเหล่านั้น ตลอดจนสกัดให้เห็นสิ่งที่เป็นหลักการที่เป็นต้นกำเนิดทำให้ส่วนประกอบเหล่านั้นรวมกันเป็นกลุ่มก้อนหรือเป็นเรื่องราวขึ้นมาได้

6.5 ด้านการสังเคราะห์ (Synthesis) หมายถึงความสามารถในการผสมผสานส่วนย่อยเข้าเป็นเรื่องราวเดียวกัน ซึ่งจะเกี่ยวข้องกับกระบวนการทำงาน การจัดเรียง และผสมผสานให้เกิดสิ่งใหม่ขึ้น

6.6 ด้านการประเมินค่า (Evaluation) หมายถึงการตัดสินใจเกี่ยวกับคุณค่าของสิ่งหนึ่งสิ่งใด ทั้งนี้อาจเป็นการตัดสินใจโดยยึดถือตามปริมาณ หรือคุณภาพ

7. ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK หน่วย ไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งวัดได้จากแบบสอบถามความพึงพอใจ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับคือมากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด ผู้วิจัยได้สร้างแบบประเมินความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK โดยประเมินความพึงพอใจของนักเรียน 5 ด้าน ดังนี้

7.1 ด้านสาระการเรียนรู้ หมายถึง การประเมินความพึงพอใจเกี่ยวกับเนื้อหาที่นำมาจัดกิจกรรมการเรียนรู้ว่าเหมาะสมกับนักเรียน เวลา มีความน่าสนใจ และสามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

7.2 ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ หมายถึง การประเมินความพึงพอใจเกี่ยวกับรูปแบบของกิจกรรมการเรียนรู้ในห้องเรียน นักเรียนชอบหรือมีความสุขในการร่วมกิจกรรม ความเหมาะสมกับเนื้อหา และเวลา เป็นกิจกรรมที่ฝึกทักษะการคิดของนักเรียน

7.3 ด้านสื่อการเรียนรู้ หมายถึง การประเมินความพึงพอใจเกี่ยวกับสื่อที่ครูใช้ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ มีความหลากหลาย น่าสนใจ กระตุ้นให้นักเรียนเกิดการคิดวิเคราะห์ด้านต่าง ๆ

7.4 ด้านการวัดและประเมินผล หมายถึง การประเมินความพึงพอใจเกี่ยวกับการประเมินผลงานของนักเรียน นักเรียนมีส่วนร่วมในการประเมินผลงานของตนเองและเพื่อน

7.5 ด้านผู้สอน หมายถึง การประเมินความพึงพอใจเกี่ยวกับครูผู้สอนด้านบุคลิกภาพ น้ำเสียง การให้คำแนะนำต่าง ๆ

บทที่ 2

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย

การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หน่วย ไฟฟ้า โดยการจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับ
TPACK ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังต่อไปนี้

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระ
การเรียนรู้วิทยาศาสตร์
 - 1.1 หลักการของหลักสูตร
 - 1.2 จุดมุ่งหมายของหลักสูตร
 - 1.3 สมรรถนะสำคัญของนักเรียน
 - 1.4 คุณลักษณะอันพึงประสงค์
2. การจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน
พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุงพุทธศักราช 2560)
 - 2.1 ความสำคัญของวิทยาศาสตร์
 - 2.2 เป้าหมายของวิทยาศาสตร์
 - 2.3 สาระสำคัญของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
 - 2.4 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
 - 2.5 ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้ รายวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 3
 - 2.6 คำอธิบายรายวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
 - 2.7 โครงสร้างรายวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
3. การจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD
 - 3.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD
 - 3.2 แนวคิดและทฤษฎีการจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD
 - 3.3 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD
 - 3.4 ข้อดีและประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD

4. กรอบแนวคิด TPACK
 - 4.1 ความหมาย TPACK
 - 4.2 แนวคิดและทฤษฎี TPACK
 - 4.3 ขั้นตอนการจัดการเรียน TPACK
 - 4.4 ข้อดีและประโยชน์ของ TPACK
5. การเปรียบเทียบการจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK
6. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 - 6.1 ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 - 6.2 องค์ประกอบของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 - 6.3 การวัดและประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
7. ประสิทธิภาพของเครื่องมือวิจัย
 - 7.1 ความหมายของประสิทธิภาพของเครื่องมือวิจัย
 - 7.2 การหาประสิทธิภาพของเครื่องมือวิจัย
8. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 8.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 8.2 ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์
 - 8.3 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 8.4 ลักษณะของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่ดี
9. ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้
 - 9.1 ความหมายของความพึงพอใจ
 - 9.2 การวัดระดับความพึงพอใจ
10. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 10.1 งานวิจัยในประเทศ
 - 10.2 งานวิจัยต่างประเทศ

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระ การเรียนรู้วิทยาศาสตร์

จากหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 สามารถสรุปสาระสำคัญได้ ดังนี้

1. หลักการของหลักสูตร

กำหนดหลักการของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน ดังนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, หน้า 4-7)

1.1 เป็นหลักสูตรการศึกษาเพื่อความเป็นเอกภาพของชาติ มีจุดหมายและมาตรฐานการเรียนรู้เป็นเป้าหมายสำหรับพัฒนาเด็กและเยาวชนให้มีความรู้ ทักษะ เจตคติ และคุณธรรมบนพื้นฐานของความเป็นไทยควบคู่กับความเป็นสากล

1.2 เป็นหลักสูตรการศึกษาเพื่อปวงชน ที่ประชาชนทุกคนมีโอกาสได้รับการศึกษาอย่างเสมอภาคและมีคุณภาพ

1.3 เป็นหลักสูตรการศึกษาที่สนองการกระจายอำนาจ ให้สังคมมีส่วนร่วมในการจัดการศึกษาให้สอดคล้องกับสภาพ และความต้องการของท้องถิ่น

1.4 เป็นหลักสูตรการศึกษาที่มีโครงสร้างยืดหยุ่นทั้งด้านสาระการเรียนรู้ เวลาและการจัดการเรียนรู้

1.5 เป็นหลักสูตรการศึกษาที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ

1.6 เป็นหลักสูตรการศึกษาสำหรับการศึกษาในระบบ นอกกระบบและตามอัธยาศัย ครอบคลุมทุกกลุ่มเป้าหมาย สามารถเทียบโอนผลการเรียนรู้และประสบการณ์

2. จุดมุ่งหมายของหลักสูตร

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนานักเรียนให้เป็นคนดี มีปัญญา (กระทรวงศึกษาธิการ, หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551, 2551, หน้า 2-6) มีความสุข มีศักยภาพในการศึกษาต่อ และประกอบอาชีพ จึงกำหนดเป็นจุดหมายเพื่อให้เกิดกับนักเรียน เมื่อจบการศึกษาขั้นพื้นฐาน ดังนี้

2.1 มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมที่พึงประสงค์ เห็นคุณค่าของตนเอง มีวินัยและปฏิบัติตนตามหลักธรรมของพระพุทธศาสนา หรือศาสนาที่ตนนับถือ ยึดหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

2.2 มีความรู้ ความสามารถในการสื่อสาร การคิด การแก้ปัญหา การใช้เทคโนโลยี และมีทักษะชีวิต

2.3 มีสุขภาพกายและสุขภาพจิตที่ดี มีสุขนิสัย และรักการออกกำลังกาย

2.4 มีความรักชาติ มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยและพลโลกยึดมั่นในวิถีชีวิตและการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข

2.5 มีจิตสำนึกในการอนุรักษ์วัฒนธรรมและภูมิปัญญาไทย การอนุรักษ์และพัฒนาสิ่งแวดล้อมมีจิตสาธารณะที่มุ่งทำประโยชน์และสร้างสิ่งที่ดีงามในสังคมและอยู่ร่วมกันในสังคมอย่างมีความสุข

3. สมรรถนะสำคัญของนักเรียน

ในการพัฒนานักเรียนตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งเน้นพัฒนานักเรียนให้มีคุณภาพตามมาตรฐานที่กำหนด ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนเกิดสมรรถนะสำคัญ 5 ประการ ดังนี้

3.1 ความสามารถในการสื่อสาร

3.2 ความสามารถในการคิด

3.3 ความสามารถในการแก้ปัญหา

3.4 ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต

3.5 ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี

4. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนานักเรียนให้มีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ เพื่อให้สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นในสังคมได้อย่างมีความสุข ในฐานะเป็นพลเมืองไทยและพลเมืองโลก ดังนี้

4.1 รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์

4.2 ซื่อสัตย์สุจริต

4.3 มีวินัย

4.4 ใฝ่เรียนรู้

4.5 อยู่อย่างพอเพียง

4.6 มุ่งมั่นในการทำงาน

4.7 รักความเป็นไทย

4.8 มีจิตสาธารณะ

การจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560)

จากการศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560) สรุปสาระสำคัญได้ ดังนี้

1. ความสำคัญของวิทยาศาสตร์

ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 นี้ ได้กำหนดสาระการเรียนรู้ออกเป็น 4 สาระ ได้แก่ สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ และสาระที่ 4 เทคโนโลยี โดยมีสาระเพิ่มเติม 4 สาระ ได้แก่ สาระชีววิทยา สาระเคมี สาระฟิสิกส์ สาระโลกดาราศาสตร์และอวกาศ องค์ประกอบของหลักสูตร ทั้งในด้านของเนื้อหา

การจัดการเรียนการสอน และการวัดและประเมินผลการเรียนรู้นั้นมีความสำคัญอย่างยิ่งในการวางรากฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนในแต่ละระดับชั้น ให้มีความต่อเนื่องเชื่อมโยงกัน ตั้งแต่ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 จนถึงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สำหรับกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้กำหนดตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง ที่นักเรียนจำเป็นต้องเรียนเป็นพื้นฐาน เพื่อให้สามารถนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตหรือศึกษาต่อในวิชาชีพที่ต้องใช้วิทยาศาสตร์ได้ โดยจัดเรียงลำดับความยากง่ายของเนื้อหาแต่ละสาระในแต่ละระดับชั้นให้มีการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการเรียนรู้ และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนพัฒนาความคิดทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์วิจารณ์ มีทักษะที่สำคัญทั้งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และทักษะในศตวรรษที่ 21 ในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สามารถแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจ โดยใช้ข้อมูลหลากหลาย และประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ตระหนักถึงความสำคัญของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่มุ่งหวังให้เกิดผลสัมฤทธิ์ต่อนักเรียนมากที่สุด จึงได้จัดทำตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560) ตามหลักสูตรแกนกลาง การศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 ขึ้น เพื่อให้สถานศึกษา ครูผู้สอน ตลอดจน หน่วยงานต่าง ๆ ได้ใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาหนังสือเรียน คู่มือครู สื่อประกอบการ เรียนการสอน ตลอดจนการวัดและประเมินผล โดยตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ที่จัดทำขึ้นนี้ได้ปรับปรุง เพื่อให้มีความสอดคล้องและเชื่อมโยงกันภายในสาระการเรียนรู้เดียวกันและระหว่าง สาระการเรียนรู้ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตลอดจนการเชื่อมโยงเนื้อหาความรู้ ทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ นอกจากนี้ยังได้ปรับปรุงเนื้อหาเพื่อให้มีความทันต่อการ เปลี่ยนแปลง และความเจริญก้าวหน้าของวิทยาการต่าง ๆ เพื่อทัดเทียมกับนานาประเทศ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, หน้า 1-3)

2. เป้าหมายของวิทยาศาสตร์

ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มุ่งเน้นให้นักเรียนได้ค้นพบความรู้ด้วย ตนเองมากที่สุด เพื่อให้ได้ทั้งกระบวนการและความรู้ จากวิธีการสังเกต การสำรวจ ตรวจสอบ การทดลอง แล้วนำผลที่ได้มาจัดระบบเป็นหลักการ แนวคิด และองค์ความรู้ การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จึงมีเป้าหมายที่สำคัญ ดังนี้

- 2.1 เพื่อให้เข้าใจหลักการ ทฤษฎี และกฎที่เป็นพื้นฐานในวิชา วิทยาศาสตร์
- 2.2 เพื่อให้เข้าใจขอบเขตของธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์ และข้อจำกัดในการศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์
- 2.3 เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางเทคโนโลยี
- 2.4 เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย์ และสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน
- 2.5 เพื่อนำความรู้ ความเข้าใจ ในวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไป ใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิต
- 2.6 เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและจินตนาการ ความสามารถในการ แก้ปัญหา และการจัดการ ทักษะในการสื่อสาร และความสามารถในการตัดสินใจ
- 2.7 เพื่อให้เป็นผู้ที่มีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์

3. สาระสำคัญของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์นักเรียนจะได้เรียนรู้สาระสำคัญ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, หน้า 30-31) ดังนี้

3.1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ เรียนรู้เกี่ยวกับชีวิตในสิ่งแวดล้อม องค์ประกอบของสิ่งมีชีวิตการดำรงชีวิตของมนุษย์และสัตว์ การดำรงชีวิตของพืช พันธุกรรมความหลากหลายทางชีวภาพและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต

3.2 วิทยาศาสตร์กายภาพ เรียนรู้เกี่ยวกับธรรมชาติของสาร การเปลี่ยนแปลงของสารการเคลื่อนที่ พลังงานและคลื่น

3.3 วิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ เรียนรู้เกี่ยวกับองค์ประกอบของเอกภพปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะเทคโนโลยีอวกาศ ระบบโลก การเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยากระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศและผลต่อ สิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

3.4 เทคโนโลยี

3.4.1 การออกแบบและเทคโนโลยี เรียนรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยี เพื่อการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการ เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะทางด้าน วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือ พัฒนางานอย่างมีความ คิดสร้างสรรค์ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสม โดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

3.4.2 วิทยาการคำนวณ เรียนรู้เกี่ยวกับการคิดเชิงคำนวณ การคิดวิเคราะห์ แก้ปัญหาเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ประยุกต์ใช้ความรู้ด้านวิทยาการ คอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการแก้ปัญหา ที่พบในชีวิตจริง ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

4. สาระและมาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ นักเรียนจะได้เรียนรู้ทั้งหมด 4 สาระ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, หน้า 5-6) ดังนี้

สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

1. เข้าใจความหลากหลายของระบบนิเวศ ความสัมพันธ์ระหว่าง สิ่งไม่มีชีวิต กับสิ่งมีชีวิต และความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ การถ่ายทอด พลังงาน การเปลี่ยนแปลงแทนที่ในระบบนิเวศ ความหมายของประชากร ปัญหา และผลกระทบที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม แนวทางในการอนุรักษ์ ทรัพยากรธรรมชาติและ การแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมรวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2. เข้าใจสมบัติของสิ่งมีชีวิต หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิตการ

ลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสัตว์และมนุษย์ ที่ทำงานสัมพันธ์กัน ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของอวัยวะต่าง ๆ ของพืช ที่ทำงานสัมพันธ์กันรวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

3. เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะ

ทางพันธุกรรม สารพันธุกรรม การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิต ความหลากหลาย ทางชีวภาพและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตรวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ

1. เข้าใจสมบัติของสสาร องค์ประกอบของสสาร ความสัมพันธ์

ระหว่างสมบัติของสสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคหลักและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลง สถานะของสสาร การเกิดสารละลายและการเกิดปฏิกิริยาเคมี

2. เข้าใจธรรมชาติของแรงในชีวิตประจำวัน ผลของแรงที่กระทำ

ต่อวัตถุ ลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุรวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

3. เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลงและการถ่าย

โอนพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ ระหว่างสสารและพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติของคลื่น ปฏิกิริยาการแผ่รังสีที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสง และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ

1. เข้าใจองค์ประกอบลักษณะ กระบวนการเกิดและวิวัฒนาการ

ของเอกภพ กาแล็กซีดาวฤกษ์และระบบสุริยะ รวมทั้งปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะที่ส่งผลต่อสิ่งมีชีวิต และการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอวกาศ

2. เข้าใจองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของระบบโลก

กระบวนการเปลี่ยนแปลง ภายในโลกและบนผิวโลก ธรณีพิบัติภัย กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศและ ภูมิอากาศโลก รวมทั้งผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

สาระที่ 4 เทคโนโลยี

1. เข้าใจแนวคิดหลักของเทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิตในสังคมที่มี

การเปลี่ยนแปลง อย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ ด้วยกระบวนการออกแบบ เชิงวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสมโดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

2. เข้าใจและใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงอย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการเรียนรู้การทำงานและการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ รู้เท่าทัน และมีจริยธรรม

5. ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้ รายวิชาวิทยาศาสตร์

กระทรวงศึกษาธิการ (2560, หน้า 4-5) การเรียนวิทยาศาสตร์ นักเรียนจะได้เรียนเรียนรู้ทั้งหมด 4 สาระ ดังนี้

สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจความหลากหลายของระบบนิเวศ ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งไม่มีชีวิต กับสิ่งมีชีวิต และความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ การถ่ายทอดพลังงาน การเปลี่ยนแปลงแทนที่ในระบบนิเวศ ความหมายของ ประชากร ปัญหาและผลกระทบที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม แนวทางในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจสมบัติของสิ่งมีชีวิต หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต การลำเลียงสารเข้า และออกจากเซลล์ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสัตว์และมนุษย์ที่ทำงานสัมพันธ์กัน ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และหน้าที่ ของอวัยวะต่าง ๆ ของพืชที่ทำงานสัมพันธ์กัน รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 1.3 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม สารพันธุกรรม การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิต ความหลากหลาย ทางชีวภาพและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ

มาตรฐาน 2.1 เข้าใจสมบัติของสสาร องค์ประกอบของสสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของ สสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคหลักและธรรมชาติ ของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมี

มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจธรรมชาติของแรงในชีวิตประจำวัน ผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุ ลักษณะ การเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุรวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 2.3 เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลง และการถ่ายโอนพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติของ คลื่น ปฏิกิริยาการแผ่รังสีที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสง และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รวมทั้ง นำความรู้อื่นไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจองค์ประกอบ ลักษณะ กระบวนการเกิด และวิวัฒนาการของเอกภพ กาแล็กซีดาวฤกษ์และระบบสุริยะ รวมทั้งปฏิสัมพันธ์ภายใน ระบบสุริยะ ที่ส่งผลต่อสิ่งมีชีวิต และการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอวกาศ

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของระบบ โลก กระบวนการเปลี่ยนแปลง ภายในโลก และบนผิวโลก ธรณีพิบัติภัย กระบวนการ เปลี่ยนแปลงลมฟ้า อากาศและภูมิอากาศโลก รวมทั้งผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

สาระที่ 4 เทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจแนวคิดหลักของเทคโนโลยีเพื่อการ ดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลง อย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะทางด้าน วิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์และ ศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างมีความ คิดสร้างสรรค์ ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสม โดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจและใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหา ที่พบในชีวิตจริงอย่างเป็น ขั้นตอนและเป็นระบบ ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารใน การเรียนรู้ การทำงาน และการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ รู้เท่าทัน และมีจริยธรรม

6. ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้ ที่ใช้ในการจัดกิจกรรมระดับชั้น

มัธยมศึกษาปีที่ 3

กระทรวงศึกษาธิการ (2560, หน้า 38–69) รายวิชาวิทยาศาสตร์เป็น รายวิชาพื้นฐานที่สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษา ขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560) ดังนี้

สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ

มาตรฐาน ว 2.3 เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลง และการถ่ายโอนพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติของ คลื่น ปฏิกิริยาการแผ่รังสีที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสง และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รวมทั้ง นำความรู้อื่นไปใช้ประโยชน์ดังแสดงในตาราง 1

ตาราง 1 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ ระดับชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 3 หน่วยการเรียนรู้ ไฟฟ้า

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้
ม.3	<p>ว 2.3 ม.3/1 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์กระแสไฟฟ้า และความต้านทาน และคำนวณปริมาณที่เกี่ยวข้องโดยใช้สมการ</p> <p>$V = IR$ จากหลักฐานเชิงประจักษ์</p> <p>ว 2.3 ม.3/2 เขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้าและความต่างศักย์ไฟฟ้า</p> <p>ว 2.3 ม.3/3 ใช้โวลต์มิเตอร์แอมมิเตอร์ในการวัดปริมาณทางไฟฟ้า</p>	<ul style="list-style-type: none"> • ความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์กระแสไฟฟ้า และความต้านทาน • คำนวณปริมาณที่เกี่ยวข้อง • แผนภาพและต่อวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย • การใช้โวลต์มิเตอร์แอมมิเตอร์ในการวัดปริมาณทางไฟฟ้า
	<p>ว 2.3 ม.3/4 วิเคราะห์ความต่างศักย์ไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้าเมื่อต่อตัวต้านทานหลายตัวแบบอนุกรมและแบบขนานจากหลักฐานเชิงประจักษ์</p> <p>ว 2.3 ม.3/5 เขียนแผนภาพวงจรไฟฟ้าแสดงการต่อตัวต้านทานแบบอนุกรมและขนาน</p>	<ul style="list-style-type: none"> • ความต่างศักย์ไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้าเมื่อต่อตัวต้านทานหลายตัว • แผนภาพวงจรไฟฟ้าแสดงการต่อตัวต้านทานแบบอนุกรมและขนาน
	<p>ว 2.3 ม.3/6 บรรยายการทำงานของชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์อย่างง่ายในวงจรจากข้อมูลที่รวบรวมได้</p> <p>ว 2.3 ม.3/7 เขียนแผนภาพและต่อชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์อย่างง่ายในวงจรไฟฟ้า</p>	<ul style="list-style-type: none"> • การทำงานของชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์อย่างง่าย • แผนภาพและต่อชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์อย่างง่าย
	<p>ว 2.3 ม.3/8 อธิบายและคำนวณพลังงานไฟฟ้าโดยใช้สมการ $W = Pt$ รวมทั้งคำนวณค่าไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้าน</p> <p>ว 2.3 ม.3/9 ตระหนักในคุณค่าของการเลือกใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าโดยนำเสนอวิธีการใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าอย่างประหยัดและปลอดภัย</p>	<ul style="list-style-type: none"> • คำนวณพลังงานไฟฟ้า • คุณค่าของการเลือกใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าอย่างประหยัดและปลอดภัย

จากตาราง 1 ผลการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้ รายวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ
ภาคเรียนที่ 2 สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ ว 2.3 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษา
ขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560) สามารถเขียนคำอธิบาย
รายวิชาและกำหนดหน่วยการเรียนรู้ รายวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 3 ได้ ดังนี้

7. โครงสร้างรายวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

คำอธิบายรายวิชา

ว 23102 วิทยาศาสตร์

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2

เวลา 60 ชั่วโมง

จำนวน 1.5 หน่วยกิต

ศึกษาวิเคราะห์และอธิบายสมบัติของสสารองค์ประกอบของสสารความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคหลักและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมีระบุสมบัติทางกายภาพ การใช้ประโยชน์วัสดุประเภทพอลิเมอร์เซรามิกส์วัสดุผสมโดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์และสารสนเทศ ตระหนักถึงคุณค่าของการใช้วัสดุประเภทพอลิเมอร์เซรามิกส์และวัสดุผสม การเกิดปฏิกิริยาเคมีรวมถึงการจัดเรียงตัวใหม่ของอะตอมเมื่อเกิดปฏิกิริยาเคมีโดยใช้แบบจำลองและสมการข้อความอธิบายกฎทรงมวล โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ ปฏิกิริยาดูดความร้อน และปฏิกิริยาคายความร้อน การเปลี่ยนแปลงพลังงานอธิบายปฏิกิริยาการเกิดสนิมของเหล็ก ปฏิกิริยาของกรดกับโลหะ ปฏิกิริยาของกรดกับเบส และปฏิกิริยาของเบสกับโลหะ ปฏิกิริยาการเผาไหม้การเกิดฝนกรด การสังเคราะห์ด้วยแสง ความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์ กระแสไฟฟ้าและความต้านทาน และคำนวณปริมาณที่เกี่ยวข้อง ความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้าและความต่างศักย์ไฟฟ้า การใช้โวลต์มิเตอร์ แอมมิเตอร์ในการวัดปริมาณทางไฟฟ้า ความต่างศักย์ไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้าเมื่อต่อตัวต้านทานหลายตัวแบบอนุกรมและแบบขนาน การเขียนวงจรไฟฟ้าแสดงการต่อตัวต้านทานแบบอนุกรมและขนาน การทำงานและการต่อชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์อย่างง่ายในวงจร การคำนวณพลังงานไฟฟ้าโดยใช้สมการ รวมทั้งคำนวณค่าไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้าน การเกิดคลื่นและส่วนประกอบของคลื่น คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและสเปกตรัมคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า กฎการสะท้อนของแสง การเคลื่อนที่ของแสงแสดงการเกิดภาพจากกระจกเงา การหักเหของแสงเมื่อผ่านตัวกลางโปร่งใสที่แตกต่างกัน การกระจายแสงของแสงขาวเมื่อผ่านปริซึม การเคลื่อนที่ของแสง การเกิดภาพจากเลนส์บาง ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวกับแสงและการทำงานของทัศนอุปกรณ์ การเคลื่อนที่ของแสง การเกิดภาพของทัศนอุปกรณ์และเลนส์ตา ผลของความสว่างที่มีต่อดวงตา การวัดความสว่างของแสงโดยใช้อุปกรณ์วัดความสว่างของแสง คุณค่าของความรู้เรื่องความสว่างของ

แสงที่มีต่อดวงตา ประโยชน์และอันตรายจากคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า อธิบายการโคจรของดาวเคราะห์รอบดวงอาทิตย์ด้วยแรงโน้มถ่วง การเกิดฤดูและการเคลื่อนที่ปรากฏของดวงอาทิตย์ การเกิดข้างขึ้นข้างแรมการเปลี่ยนแปลงเวลาการขึ้นและตกของดวงจันทร์ และการเกิดน้ำขึ้นน้ำลง การใช้ประโยชน์ของเทคโนโลยีอวกาศและความก้าวหน้าของโครงการสำรวจอวกาศ โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ แบบจำลองและสมการข้อความ การเขียนแผนภาพและแปลความหมายข้อมูล วิเคราะห์สถานการณ์ปัญหา การออกแบบ การทดลองและทดลอง การสังเกต การทดสอบและใช้สารสนเทศที่ได้จากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ ในการสืบค้นและรวบรวมข้อมูล

เพื่อให้เกิดความรู้ ความเข้าใจ ตระหนักในคุณค่า ของการเลือกใช้เครื่องใช้ไฟฟ้า โดยนำเสนอวิธีการใช้เครื่องใช้ไฟฟ้า อย่างประหยัดและปลอดภัย มีความสามารถในการตัดสินใจ สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรม และค่านิยมที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน/ตัวชี้วัด

ว 2.1 ม.3/1, ม.3/2, ม.3/3, ม.3/4, ม.3/5, ม.3/6, ม.3/7, ม.3/8

ว 2.3 ม.3/1, ม.3/2, ม.3/3, ม.3/4, ม.3/5, ม.3/6, ม.3/7, ม.3/8, ม.3/9, ม.3/10, ม.3/11, ม.3/12, ม.3/13, ม.3/14, ม.3/15, ม.3/16, ม.3/17, ม.3/18, ม.3/19, ม.3/20, ม.3/21

ว 3.1 ม.3/1, ม.3/2, ม.3/3, ม.3/4

รวม 3 มาตรฐาน 24 ตัวชี้วัด

หมายเหตุ ผู้วิจัยใช้เนื้อหาหน่วย ไฟฟ้า ในการวิจัย ตามมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด ดังต่อไปนี้

มาตรฐาน/ตัวชี้วัด

ว 2.3 ม.3/1, ม.3/2, ม.3/3, ม.3/4, ม.3/5, ม.3/6, ม.3/7, ม.3/8, ม.3/9

ผู้วิจัยได้จัดทำหน่วยการเรียนรู้จากคำอธิบายรายวิชา กลุ่มสาระการเรียนรู้
วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ดังตาราง 2

ตาราง 2 รายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เล่ม 2

หน่วยการ เรียนรู้ที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
1	หน่วย ปฏิกริยาเคมีและวัสดุในชีวิตประจำวัน เรื่องที่ 1 การเกิดปฏิกิริยาเคมี เรื่องที่ 2 ปฏิกริยาเคมีรอบตัว	15
2	หน่วย ไฟฟ้า เรื่องที่ 1 ปริมาณทางไฟฟ้า เรื่องที่ 2 วงจรไฟฟ้า เรื่องที่ 3 วงจรอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น เรื่องที่ 4 พลังงานไฟฟ้า เรื่องที่ 5 วงจรไฟฟ้า และเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้าน เรื่องที่ 6 การใช้ไฟฟ้าอย่างประหยัดและปลอดภัย	18
3	หน่วย คลื่น เรื่องที่ 1 คลื่นกล เรื่องที่ 2 คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า เรื่องที่ 3 ประโยชน์ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า	15
4	หน่วย ระบบสุริยะและเทคโนโลยีอวกาศ เรื่องที่ 1 ระบบสุริยะ เรื่องที่ 2 เทคโนโลยีอวกาศ	12
รวมจำนวนชั่วโมง		60

หมายเหตุ ผู้วิจัยนำหน่วยการเรียนรู้หน่วย ไฟฟ้า มาใช้ในการวิจัยครั้งนี้

การจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD

1. ความหมายของการจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD

การเรียนรู้เทคนิค STAD มีนักวิชาการศึกษาได้ให้ความหมายไว้ ดังนี้

รสสุคนธ์ คำสุข (2560, หน้า 27) การสอนด้วยวิธีการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD หมายถึงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยแบ่งนักเรียนแบ่งออกเป็นกลุ่มย่อยกลุ่มละ 4-5 คนในกลุ่มหนึ่ง ประกอบด้วย นักเรียนที่มีความสามารถแตกต่างกัน คือ เก่ง-ปานกลาง-อ่อน นักเรียนเก่งจะต้องช่วยเหลือสมาชิกในกลุ่มให้เกิดการเรียนรู้ เพื่อคะแนนผลสัมฤทธิ์ของกลุ่มที่ดีที่สุด ครูมีหน้าที่แนะนำเมื่อนักเรียนเกิดปัญหา และให้การเสริมแรงด้วยการให้รางวัล เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนร่วมมือกันทำงาน

น้ำผึ้ง เสนดี (2560, หน้า 41-42) การสอนด้วยวิธีการการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD หมายถึง การสอนที่มีการแบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็นกลุ่มย่อยประกอบด้วยสมาชิก 4-6 คนสมาชิกในกลุ่มมีความสามารถแตกต่างกัน คือ เด็กเก่ง 1 คน เด็กปานกลาง 2 คน และเด็กอ่อน 1 คน สมาชิกในกลุ่มจะทำงานที่ได้รับมอบหมายให้สำเร็จโดยร่วมมือกันทำงานอย่างใกล้ชิด สมาชิกแต่ละคนต่างก็ได้รับมอบหมายในหน้าที่ของตน และดำเนินการทำให้สำเร็จ หลังจากนั้นจึงทำแบบทดสอบเป็นรายบุคคล จากนั้นจึงนำคะแนนที่ได้มาคิดเป็นคะแนนกลุ่ม และเปรียบเทียบกับคะแนนฐานเพื่อคิดเป็นคะแนนพัฒนาของแต่ละกลุ่มโดยมีรางวัลเป็นสิ่งกระตุ้นให้นักเรียนร่วมมือกันทำงานให้สำเร็จ

ปราศรัย ภูซุม (2561, หน้า 46) การเรียนรู้แบบร่วมมือรูปเทคนิค STAD หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่แบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มกลุ่มละ 4 คน โดยความสามารถนักเรียนเก่ง 1 คนปานกลาง 2 คน และอ่อน 1 คน ระหว่างเรียนเด็กเก่งจะช่วยเหลือเด็กอ่อน สมาชิกในกลุ่มช่วยเหลือซึ่งกันและกัน

จากความหมายของการเรียนรู้เทคนิค STAD ดังกล่าวสรุปได้ว่าการจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD หมายถึง รูปแบบการจัดการเรียนการสอนแบบแบ่งกลุ่มสัมฤทธิ์ โดยมีครูเป็นผู้สอนเนื้อหาหลังจากนั้นให้นักเรียนแบ่งกลุ่มความสามารถกันคือ เก่ง ปานกลาง และอ่อน ประกอบด้วยสมาชิก 6 คน เน้นให้มีการช่วยเหลือกันในกลุ่มสมาชิกในกลุ่มทำงานที่ได้รับมอบหมายให้สำเร็จโดยร่วมมือกันทำงานอย่างใกล้ชิด สมาชิกแต่ละคนต่างก็ได้รับมอบหมายในหน้าที่ของตน และดำเนินการทำให้สำเร็จ หลังจากนั้นจึงทำแบบทดสอบเป็นรายบุคคล จากนั้นจึงนำคะแนนที่ได้มาคิดเป็นคะแนนกลุ่ม และ

เปรียบเทียบกับคะแนนฐานเพื่อคิดเป็นคะแนนพัฒนาของแต่ละกลุ่มโดยมีรางวัลเป็นสิ่งกระตุ้นให้นักเรียนร่วมมือกันทำงานให้สำเร็จ

2. แนวคิดและทฤษฎีการจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD

ทฤษฎีการทำงานกลุ่ม และการทำงานเป็นหมู่คณะนี้ เป็นเรื่องเกี่ยวกับการที่จะสร้างแรงจูงใจในระดับที่สูงที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้เพื่อให้สมาชิกของกลุ่มทำงานร่วมกันได้ มีผู้เสนอทฤษฎีการทำงานกลุ่มร่วมกันหลายทฤษฎี ดังต่อไปนี้

การเรียนรู้แบบร่วมมือแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (Student Teams – Achievement Division: STAD) พัฒนาขึ้นโดยสลาวิน (Slavin) (1980, pp. 315–342) เป็นการเรียนรู้การสอนแบบร่วมมือที่แบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มย่อย โดยลดความสามารถ นักเรียนเก่ง ปานกลาง และอ่อนเรียนรู้ร่วมกัน การเรียนแบบร่วมมือแบบนี้มีจุดเด่นที่ความสำเร็จของกลุ่มมาจากคะแนนพัฒนาการ (Improvement Score) ของสมาชิกรายบุคคลสมาชิกทุกคนจะมีคะแนนฐาน (Base Score) ก่อนเรียนรู้บทเรียน เมื่อจบบทเรียนจะมีการสอบเป็นรายบุคคลแล้วนำคะแนนหลังเรียนที่สอบไปเทียบกับคะแนนฐานเพื่อคิดคะแนนพัฒนาการ คะแนนพัฒนาการของสมาชิกแต่ละคนจะนำไปเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดเป็นคะแนนที่สมาชิกแต่ละคนนำไปเฉลี่ยเป็นคะแนนกลุ่ม การคิดพัฒนาการจะทำให้นักเรียนที่เรียนเก่ง และเรียนอ่อนมีโอกาสสร้างความสำเร็จให้กลุ่มพอ ๆ กัน ทำให้การทำงานในกลุ่มเป็นไปด้วยดี

การเรียนรู้แบบร่วมมือตามแนวคิดของ โรเบิร์ต สลาวิน (Robert Slavin) (1995, p. 5) และคณะ จากมหาวิทยาลัยจอห์น ฮอปกิน (John Hopkins University) โดยมีแนวคิดที่สำคัญ คือการให้รางวัลเป็นทีม (Team Rewards) ซึ่งเป็นวิธีการหนึ่งในการวางเงื่อนไขให้นักเรียนมีการพึ่งพาอาศัยและเกื้อกูลกัน (Positive Interdependence) การจัดสภาพการณ์ให้เกิดความรับผิดชอบในส่วนบุคคลที่จะเรียนรู้ (Individual Accountability) ความสำเร็จของทีมหรือกลุ่ม อยู่ที่การเรียนรู้ของสมาชิกแต่ละคนในทีม และการจัดให้มีโอกาสเท่าเทียมกัน ที่จะทำให้สมาชิกทุกคนทั้งนักเรียนที่เรียนเก่ง ปานกลาง และอ่อนสามารถทำให้กลุ่มประสบความสำเร็จ (Equal Opportunities for Success)

วัฒนาพร ระงับทุกข์ (2542, หน้า 37–38) รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ว่าเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ใช้การทดสอบรายบุคคลแทนการแข่งขันมีขั้นตอน ดังนี้

1. ครูนำเสนอเนื้อหาใหม่ หรืออาจนำเสนอด้วยสื่อที่น่าสนใจใช้ในการสอนโดยตรง หรือตั้งประเด็นให้นักเรียนอภิปราย
2. จัดนักเรียนเป็นกลุ่ม ๆ ละ 4-5 คน ให้สมาชิกมีความสามารถแตกต่างกันมีทั้งความสามารถสูง ปานกลาง และต่ำ
3. แต่ละกลุ่มร่วมกันศึกษาทบทวนเนื้อหาที่ครูนำเสนอจนเข้าใจ
4. นักเรียนทุกคนในกลุ่มทำแบบทดสอบเพื่อวัดความรู้ ความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียน
5. ตรวจสอบคำตอบของนักเรียน นำคะแนนของสมาชิกทุกคนในกลุ่มรวมกันเป็นคะแนนกลุ่ม
6. กลุ่มที่ได้คะแนนสูงสุด (ในกรณีที่แต่ละกลุ่มมีจำนวนสมาชิกไม่เท่ากันให้ใช้คะแนนเฉลี่ยแทนการรวม) จะได้รับคำชมเชย โดยอาจติดประกาศไว้ที่บอร์ดหรือป้ายนิเทศของห้องเรียน

เชมวันต์ กระดั่งงา (2554, หน้า 19) หมายถึงกระบวนการทำงานอย่างมีขั้นตอนหรือวิธีการปฏิบัติงานร่วมกันของสมาชิกภายในกลุ่มอย่างมีประสิทธิภาพ ขนาดของกลุ่มประกอบด้วยสมาชิกตั้งแต่สองคนขึ้นไป โดยที่สมาชิกกลุ่มมีการสร้างความสัมพันธ์ต่อกันในกลุ่มมีการกำหนดเป้าหมาย การวางแผนการทำงานร่วมกัน เรียนรู้ร่วมกัน การปฏิบัติกิจกรรมใดกิจกรรมหนึ่งร่วมกันเพื่อให้บรรลุผลสำเร็จตามที่กำหนดไว้

วัชรียา พรหมพันธ์ (2562, หน้า 31) การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD เป็นการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนได้เรียนรู้ร่วมกันเป็นกลุ่มเล็ก ๆ สมาชิกกลุ่มประกอบด้วยนักเรียนที่มีความสามารถแตกต่างกัน มีรูปแบบการแบ่งกลุ่มที่ชัดเจน แต่ละคนมีส่วนร่วมอย่างแท้จริง มีการช่วยเหลือกันเพื่อความสำเร็จของตัวเองและกลุ่ม เพราะคะแนนของแต่ละคนในกลุ่มจะถูกนำมาคิดเฉลี่ยเป็นคะแนนของกลุ่ม ครูจะมีการเสริมแรงนักเรียนและกลุ่มที่คะแนนสูงขึ้นกว่าการสอบครั้งก่อนด้วยการชมเชยหรือให้รางวัล

จากแนวคิดและทฤษฎีการจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD ดังกล่าวสรุปได้ว่าเป็นการเรียนการสอนที่มีครูนำเสนอเนื้อหาการสอนก่อน แล้วแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มย่อย โดยลดความสามารถ นักเรียนเก่ง ปานกลาง และอ่อนเรียนรู้ร่วมกัน โดยการจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD แบบนี้มีจุดเด่นที่ความสำเร็จของกลุ่มมาจากคะแนนพัฒนาการการคิดพัฒนาการจะทำให้นักเรียนที่เรียนเก่ง และเรียนอ่อนมีโอกาสสร้างความสำเร็จให้

กลุ่มพอ ๆ กัน ทำให้การทำงานในกลุ่มเป็นไปด้วยดี การเสนอแนะแลกเปลี่ยนความคิดเห็น และแนวความคิดที่หลากหลายระหว่างสมาชิกในกลุ่ม การพัฒนาพฤติกรรมการแก้ปัญหา การคิดวิเคราะห์ และการคิดอย่างมีเหตุผลรวมทั้งการพัฒนาลักษณะของนักเรียนให้รู้จักตนเองและเพิ่มคุณค่าของตนเอง

3. ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD

วิธีการเรียนรู้เทคนิค STAD มีหลายวิธี มีผู้วิจัยและได้พัฒนาขั้นที่ใช้ทั่วไปมีรูปแบบ ดังนี้

สลาวิน (1990, pp. 56–60) ได้พัฒนาขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ขั้นซึ่งมีขั้นตอนการสอน 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. การนำเสนอบทเรียน (Class Presentation) เป็นการนำเสนอความคิดรวบยอดใหม่ หรือบทเรียนใหม่ โดยส่วนมากแล้วจะเป็นวิธีการสอนโดยตรงของผู้สอนด้วยการบรรยาย การอภิปราย ในการนำเสนอความคิดรวบยอดหรือบทเรียน
2. การจัดกลุ่ม (Teams) จัดนักเรียนเป็นกลุ่ม ประกอบด้วยสมาชิกกลุ่มละ 4–5 คน โดยคละความสามารถในด้านต่าง ๆ เพื่อร่วมกันศึกษาเนื้อหา และปฏิบัติตามกติกากาการเรียนรู้แบบร่วมมือ ในบทบาทต่าง ๆ เช่น เป็นผู้หาคำตอบ เป็นผู้สนับสนุน และเป็นผู้จับบันทึก การแบ่งกลุ่มลักษณะนี้ จุดประสงค์หลักเพื่อการเรียนรู้ร่วมกันของนักเรียน มีการช่วยเหลือกัน เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ มีปฏิสัมพันธ์ที่ดีภายในกลุ่มมีการนับถือตนเองและยอมรับต่อกัน
3. การทดสอบ (Quiz) หลังจากที่ผู้สอนได้เสนอบทเรียนไปแล้ว 1–2 คาบ จะมีการทดสอบนักเรียนเป็นรายบุคคล โดยไม่เปิดโอกาสให้ปรึกษากันในระหว่างทำการทดสอบ เพื่อวัดความรู้ ความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียนมาแล้ว ดังนั้นนักเรียนแต่ละคนจึงต้องมีความรับผิดชอบต่อดังเองในการรับความรู้จากผู้สอนและเพื่อน
4. คะแนนพัฒนาการรายบุคคล (Individual Improvement Scores) แนวคิดหลักของการให้คะแนนแบบนี้ก็เพื่อให้นักเรียนแต่ละคนบรรลุวัตถุประสงค์ นักเรียนแต่ละคนจะมีคะแนนพื้นฐาน ซึ่งคิดมาจากคะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบหลาย ๆ ครั้ง
5. การตระหนักถึงความสำเร็จของกลุ่ม (Team Recognition) การที่กลุ่มได้รับรางวัลก็ต่อเมื่อกลุ่มนั้นได้รับความสำเร็จเหนือกลุ่มอื่น ซึ่งจะตัดสินด้วยคะแนนที่ได้มาจากการทำแบบทดสอบของสมาชิกแต่ละคนในกลุ่ม แล้วคิดเป็นคะแนนพัฒนาการนำมาเฉลี่ยเป็นคะแนนกลุ่ม

รสนุคนธ์ คำสุข (2560, หน้า 29) กล่าวถึง รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือตามแนวคิดของ Slavin (1995, pp. 2–12) จากมหาวิทยาลัย John Hopkins ได้พัฒนาเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือแบบต่าง ๆ จากผลวิธีการสอนในทุกรูปแบบของ Slavin จะยึดหลักของการเรียนรู้แบบร่วมมือ 3 ประการด้วยกัน คือ รางวัลและเป้าหมายของกลุ่ม ความรับผิดชอบรายบุคคลและโอกาสในการประสบความสำเร็จที่เท่าเทียมกัน ซึ่งรูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือตามแนวคิดของ Slavin ที่เป็นที่ยอมรับกันแพร่หลายมีดังต่อไปนี้

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD การจัดการเรียนรู้แบบ STAD (Student Teams Achievement Divisions) เป็นรูปแบบการสอนที่สามารถดัดแปลงใช้ได้เกือบทุกวิชาและทุกระดับชั้น เพื่อเป็นการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะสังคมเป็นสำคัญ ซึ่งเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่มีองค์ประกอบของการเรียนไว้ 5 ประการ ดังนี้

1. การนำเสนอสิ่งที่ต้องเรียน (Class Presentations) เป็นกิจกรรมการเรียนการสอนขั้นแรกของ STAD เป็นการสอนเนื้อหาสาระ ตลอดจนข้อต่าง ๆ ในชั้นเรียน ซึ่งครูเป็นผู้นำเสนอสิ่งที่นักเรียนต้องเรียนไม่ว่าจะเป็นความคิดรวบยอดทักษะหรือกระบวนการ โดยใช้วิธีการบรรยาย การอภิปราย รวมไปถึงการใช้วิธีทัศน์การนำเสนอสิ่งที่ต้องเรียนตามรูปแบบ STAD จะแตกต่างจากการสอนโดยทั่วไป คือ ครูควรใช้กิจกรรมที่เหมาะสมกับบทเรียน ทั้งนี้ทำให้นักเรียนเข้าใจวิธีการของ STAD ได้อย่างแจ่มชัด และนักเรียนต้องตั้งใจอย่างจริงจังระหว่างการเรียนการสอน เพราะการตั้งใจอย่างจริงจังจะช่วยทำให้คะแนนทดสอบของพวกเขาดีขึ้นและคะแนนจากการทดสอบจะเป็นตัวตัดสินคะแนนของกลุ่ม

2. การทำงานเป็นกลุ่ม (Teams) การจัดกลุ่มแต่ละกลุ่มประกอบไปด้วยนักเรียน 4-5 คน ซึ่งแต่ละกลุ่มจะมีความสามารถทางการเรียน ในด้านต่าง ๆ โดยที่ครูต้องชี้แจงให้นักเรียนในกลุ่ม ได้ทราบถึงหน้าที่การรับผิดชอบของกลุ่มว่านักเรียนต้องช่วยเหลือกันเรียนร่วมกัน อภิปรายปัญหาาร่วมกัน ช่วยกันตรวจสอบคำตอบ และช่วยกันแก้ไขข้อผิดพลาดของสมาชิกในกลุ่ม ซึ่งทุกคนในกลุ่มต้องทำงานให้ดีที่สุดเพื่อให้เกิดการเรียนรู้และเตรียมการให้สมาชิกกลุ่มทำคะแนนจากแบบทดสอบได้ดีทุกคน หลังจากที่ครูเสนอเนื้อหาสาระตลอดจนข้อต่าง ๆ ในชั้นเรียนเสร็จแล้ว

3. การทดสอบย่อย (quiz) หลังจากได้เสนอบทเรียนไปแล้ว

1-2 คาบ มีการทดสอบย่อยกับนักเรียน โดยนักเรียนต่างคนต่างทำ ซึ่งไม่เปิดโอกาสให้มีการปรึกษากันในขณะที่ทำการทดสอบย่อย ด้วยเหตุผลนี้นักเรียนแต่ละคนต้องมีความรับผิดชอบต่อตนเองในการรับความรู้จากครูและเพื่อน

4. คะแนนพัฒนาการของนักเรียนแต่ละคน (Individual Improvement Scores) แนวคิดหลักของคะแนนพัฒนาการของนักเรียนแต่ละคน โดยให้นักเรียนได้บรรลุวัตถุประสงค์ ซึ่งเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนทำงานหนักขึ้น และแสดงความสามารถได้ดีกว่าครั้งก่อน นักเรียนทุกคนสามารถทำคะแนนสูงสุดให้กลุ่มของตนได้ คะแนนพัฒนาการนี้ได้มาจากการเปรียบเทียบคะแนนของนักเรียนทำแบบทดสอบได้ แล้วนำไปเปรียบเทียบกับคะแนนพื้นฐานของตนเองคิดมาจากคะแนนเฉลี่ย จากการทดสอบที่ผ่านมาตั้งแต่ต้น

5. การตระหนักถึงความสำเร็จของกลุ่ม (Team Recognition) การที่กลุ่มจะได้รับรางวัลต่อเมื่อกลุ่มนั้นได้รับความสำเร็จเหนือกลุ่มอื่น ซึ่งจะตัดสินด้วยการนำคะแนนพัฒนาการของสมาชิกทุกคนในกลุ่มมาเฉลี่ยเป็นคะแนนของกลุ่ม

ปราศรัย ภูซุม (2561, หน้า 51) กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ เทคนิค STAD เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่สนับสนุนและส่งเสริมการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียน และนักเรียนกับนักเรียน ซึ่งครูจะจัดเตรียมเอกสาร บัตรกิจกรรม อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ให้แก่นักเรียน เพื่อสนับสนุนและส่งเสริมให้นักเรียนแต่ละคนมีอิสระในการคิด แสดงความคิดเห็นมีส่วนร่วมในการทำงานกลุ่ม ร่วมมือและช่วยเหลือกันเพื่อให้การทำงานกลุ่มประสบความสำเร็จ กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD จะทำให้เด็กเกิดความรู้สึกภาคภูมิใจที่ตนสามารถสอน เพื่อนให้เข้าใจเนื้อหาได้ เด็กปานกลางและเด็กอ่อนจะเกิดความอบอุ่นและมั่นใจยิ่งขึ้น เพราะมีเพื่อนคอยแนะนำทำให้เรียนได้ทันตามเนื้อหา

ปัญญารัตน์ พุยลานวงศ์ (2561, หน้า 22) รูปแบบการสอนแบบร่วมมือ เทคนิค STAD ผู้วิจัยได้สรุปขั้นตอนการสอนออกเป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ชี้นำเข้าสู่บทเรียน ทบทวนความรู้เดิม แจงจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยใช้รูปแบบการสอนที่เหมาะสมกับเนื้อหาที่เสนอ รวมทั้งเสนอตัวอย่างของจริงและรูปภาพเป็นการร่วมมือให้มีความรู้และเข้าใจในรูปของกลุ่ม

2. ชั้นกิจกรรมกลุ่มย่อย นักเรียนศึกษาจากใบกิจกรรมที่ครูเตรียมไว้ ครูกระตุ้นให้นักเรียนช่วยเหลือกันในการทากิจกรรมกลุ่ม

3. ชั้นทดสอบย่อย ประเมินความเข้าใจในบทเรียน ทำแบบทดสอบ เป็นรายบุคคล นักเรียนไม่สามารถช่วยเหลือกันได้

4. ชั้นสรุปบทเรียน ประเมินการทำงานกลุ่มและยกย่อง กลุ่มที่ประสบความสำเร็จสรุปเนื้อหาของบทเรียนที่เรียนผ่านมา ตรวจสอบความ ถูกต้องของการ ทำแบบทดสอบพร้อมทั้งนำคะแนนของแต่ละคนมารวมกันเป็นคะแนนของกลุ่ม กลุ่มที่ได้ คะแนนเฉลี่ยมากจะได้รับคำชมเชย

น้ำผึ้ง เสนดี (2560, หน้า 13-14) การเรียนรู้เป็นกลุ่มย่อยเพื่อให้นักเรียน ได้เรียนรู้โดยการทำงานร่วมกัน ช่วยเหลือซึ่งกันและกัน ร่วมกันรับผิดชอบงานในกลุ่มที่ ได้รับมอบหมาย โดยมีสมาชิกกลุ่มที่มีความสามารถแตกต่างกันประมาณ 3-6 คน ช่วยกัน เรียนรู้เพื่อไปสู่เป้าหมายและเกิดเป็นความสำเร็จของกลุ่ม โดยมีขั้นตอน ดังนี้

1. ชั้นเตรียมการ ผู้สอนชี้แจงจุดประสงค์ของบทเรียน ผู้สอนจัดกลุ่ม นักเรียนเป็นกลุ่มย่อย

2. ชั้นสอน ผู้สอนนำเข้าสู่บทเรียน

3. ชั้นทำกิจกรรมกลุ่ม นักเรียนร่วมมือกันทำงานตามบทบาทหน้าที่ ที่ได้รับ ทุกคนร่วมรับผิดชอบ

4. ชั้นตรวจสอบผลงานและทดสอบ ชั้นนี้ นักเรียนจะรายงานผลการ ทำงานกลุ่ม

5. ชั้นสรุปบทเรียนและประเมินผลการทำงานกลุ่ม ชั้นนี้ผู้สอนและ นักเรียน ช่วยกันสรุปบทเรียน

เพ็ญนิภา แววศรี (2562, หน้า 55) สรุปว่า ขั้นตอนของการเรียนรู้ แบบร่วมมือเทคนิค STAD ได้ ดังนี้

1. นำเสนอเนื้อหา (Class Presentation) ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยการทำงานพื้นฐานความรู้เดิม แจกจุดประสงค์การเรียนรู้ จากนั้นครูสอนเนื้อหาใหม่ให้นักเรียนทั้งชั้น

2. ชั้นทำกิจกรรมกลุ่มย่อย (Teams Study) แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มย่อย กลุ่มละ 4-5 คน แลวร่วมกันศึกษาจากกิจกรรมที่ครูเตรียมไว้ โดยครูคอยกระตุ้นให้นักเรียนช่วยเหลือกันทำกิจกรรม นักเรียนเก่งจะอธิบายให้นักเรียนอ่อนฟัง

3. **ขั้นทดสอบย่อย (Quizzes)** นักเรียนแต่ละคนจะทำแบบทดสอบด้วยตนเอง ไม่สามารถช่วยเหลือกันได้

4. **ขั้นสรุปบทเรียนและยกย่องชมเชย (Team Recognition)**
สรุปเนื้อหา และยกย่องชมเชยกลุ่มที่มีคะแนนยอดเยี่ยม และกลุ่มใดทำคะแนนได้ดีกว่าครั้งก่อนจะได้รับคำชมเชย

จากรูปแบบการสอนแบบร่วมมือเทคนิค STAD ผู้วิจัยสรุปได้ว่า รูปแบบการสอนแบบร่วมมือเทคนิค STAD เป็นการเรียนรู้โดยมีครูเป็นผู้สอนเนื้อหาหลังจากนั้นให้นักเรียนแบ่งกลุ่มความสามารถกัน คือ เก่ง ปานกลาง และอ่อน เพื่อให้นักเรียนได้เรียนรู้โดยการทำงานร่วมกัน ช่วยเหลือซึ่งกันและกัน ร่วมกันรับผิดชอบงานในกลุ่มที่ได้รับมอบหมาย โดยมีสมาชิกกลุ่มที่มีความสามารถแตกต่างกันประมาณ 6 คน ช่วยกันเรียนรู้เพื่อไปสู่เป้าหมายและเกิดเป็นความสำเร็จของกลุ่ม โดยมีผู้วิจัยได้สรุปขั้นตอนการสอนออกเป็น 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. **ขั้นนำเสนอเนื้อหา** ครูใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมช่วยในการนำเสนอเนื้อหาโดยการทบทวนพื้นฐานความรู้เดิม จากนั้นครูสอนเนื้อหาใหม่กับนักเรียนกลุ่มใหญ่ทั้งชั้น

2. **ขั้นปฏิบัติกิจกรรมกลุ่ม** โดยนักเรียนในกลุ่ม 6 คน ความสามารถ เก่ง ปานกลาง อ่อน ร่วมกันศึกษากลุ่มย่อยนักเรียนเก่งจะอธิบายให้นักเรียนอ่อนฟังและช่วยเหลือซึ่งกันและกันในการทำกิจกรรม

3. **ขั้นทดสอบย่อย** นักเรียนแต่ละคนจะทำแบบทดสอบด้วยตนเอง ไม่มีการช่วยเหลือกัน

4. **คิดคะแนนความก้าวหน้าแต่ละคน และของกลุ่มย่อย** ครูตรวจผลการสอบของนักเรียน โดยคะแนนที่นักเรียนทำได้ในการทดสอบจะถือเป็นคะแนนรายบุคคล แล้วนำคะแนนรายบุคคลไปแปลงเป็นคะแนนกลุ่ม

5. **ชมเชย ยกย่อง บุคคลหรือกลุ่มที่มีคะแนนยอดเยี่ยม** นักเรียนคนใดทำคะแนนได้ดีกว่าครั้งก่อน จะได้รับคำชมเชยเป็นรายบุคคล และกลุ่มใดทำคะแนนได้ดีกว่าครั้งก่อนจะได้รับคำชมเชยทั้งกลุ่ม

4. ข้อดีและประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD

การจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD ได้มีนักวิชาการหลายท่านได้นำเสนอข้อดีและประโยชน์ไว้หลากหลาย ดังนี้

Arends (1994, pp. 345–346) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ไว่ ดังนี้

1. ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นการจัดให้นักเรียนได้ร่วมมือกันเรียนเป็นกลุ่มเล็ก ประมาณ 2–6 คน เพื่อให้บรรลุเป้าหมายทางการเรียนร่วมกัน นับว่าเป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียน ทุกคนในกลุ่มได้แสดงความคิดเห็นและแสดงออก ตลอดจนลงมือกระทำอย่างเท่าเทียมกัน มีการให้ความช่วยเหลือซึ่งกันและกัน เช่น คนเรียนเก่งช่วยคนที่เรียนไม่เก่ง ทำให้คนที่เรียนเก่งมีความรู้สึกภาคภูมิใจ รู้จักสละเวลาและช่วยให้เขาใจในเรื่องที่ดีขึ้น ส่วนคนที่เรียนไม่เก่งก็จะซาบซึ้งในน้ำใจเพื่อน มีความอบอุ่นรู้สึกเป็นกันเอง กล้าซักถามในข้อสงสัยมากขึ้น จึงง่ายต่อการทำความเข้าใจในเรื่องที่เรียน ที่สำคัญในการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD คือ นักเรียนในกลุ่มร่วมกันคิด ร่วมกันทำงานจนกระทั่งสามารถหาคำตอบที่เหมาะสมที่สุดได้ ถือว่าเป็นการสร้างความรู้ด้วยตนเอง ช่วยให้ความรู้ที่ได้รับเป็นความรู้ที่มีความหมายต่อนักเรียนอย่างแท้จริง จึงมีผลทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงขึ้น

2. ด้านการปรับปรุงความสัมพันธ์ระหว่างบุคคล เป็นการเรียนที่เปิดโอกาสให้นักเรียนที่มีภูมิหลังต่างกันได้มาทำงานร่วมกันฟังพาทาคัยกันมีการรับฟังความคิดเห็นกันเขาใจและเห็นใจสมาชิกในกลุ่ม ทำให้เกิดการยอมรับกันมากขึ้น เกิดความสัมพันธ์ที่ดีต่อกันซึ่งจะส่งผลให้มีความรู้สึกที่ดีต่อผู้อื่นในสังคมมากขึ้น

3. ด้านทักษะในการทำงานร่วมกัน ทำให้เกิดผลสำเร็จที่ดีและการรักษา ความสัมพันธ์ที่ดีทางสังคม ช่วยปลูกฝังทักษะในการทำงานเป็นกลุ่ม ทำให้นักเรียนไม่มีปัญหาในการทำงานร่วมกับผู้อื่น และส่งผลให้งานประสบความสำเร็จตามเป้าหมายร่วมกัน

สรุปว่า การเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD นั้น เป็นการเพิ่มทักษะทางสังคมให้กับนักเรียนทุกคนให้ได้พัฒนาศักยภาพของตนเองให้เพิ่มมากขึ้นส่งเสริมให้เกิดความรับผิดชอบ สามัคคีและไม่ทำให้เกิดความเบื่อหน่ายในการเรียนจนเกิดความสำเร็จในที่สุด

Johnson & Johnson (1996, pp. 150–165) กล่าวว่า การเรียนรู้แบบร่วมมือก่อให้เกิดประโยชน์ ดังนี้

1. เด็กเก่งที่เข้าใจคำสอนของครูได้ดี จะเปลี่ยนคำสอนของครูเป็นภาษาพูดของเด็กแล้วอธิบายให้เพื่อนฟังได้ ทำให้เพื่อนเข้าใจได้ดี

2. เด็กที่ทำหน้าที่อธิบายให้เพื่อนฟังจะเข้าใจบทเรียนได้ดีขึ้น
3. การสอนเพื่อนเป็นการสอนแบบตัวต่อตัว ทำให้เด็กได้รับการเอาใจใส่และมีความสนใจมากยิ่งขึ้น
4. เด็กทุกคนต่างก็พยายามช่วยเหลือซึ่งกันและกัน เพราะครุศึกษาคะแนนเฉลี่ยของทั้งกลุ่ม
5. เด็กทุกคนเข้าใจดีว่าคะแนนของตนมีส่วนช่วยเพิ่มหรือลดค่าเฉลี่ยของกลุ่ม ดังนั้นทุกคนต้องพยายามเต็มที่ จะคอยอาศัยเพื่อนอย่างเดียวไม่ได้
6. เด็กทุกคนมีโอกาสฝึกทางสังคม เพราะมีเพื่อนร่วมกลุ่มได้เรียนรู้วิธีการทำงานเป็นกลุ่มหรือทำงานเป็นทีม ซึ่งจะเป็นประโยชน์เมื่อเข้าสู่ระบบการทำงานในอนาคต
7. เด็กมีโอกาสเรียนรู้กระบวนการกลุ่ม เพราะการปฏิบัติงานร่วมกันนั้น ก็ต้องมีการทบทวนกระบวนการทำงานของกลุ่ม เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการปฏิบัติงานและได้ยกระดับคะแนนของกลุ่มให้ดีขึ้น
8. เด็กเก่งจะมีบทบาททางสังคมในชั้นมากขึ้น เพราะเขาจะรู้สึกว่าได้เรียนหรือท่องหนังสือเฉพาะตนเท่านั้น เขายังมีหน้าที่ต่อสังคมด้วย ในการตอบคำถามในห้องเรียนถ้าหากตอบผิดเพื่อนจะหัวเราะ เมื่อทำงานเป็นกลุ่มเด็กจะช่วยเหลือซึ่งกันและกัน ถ้าหากตอบผิดก็ถือว่าผิดทั้งกลุ่มคนอื่น ๆ อาจจะช่วยเหลือได้บ้าง เด็กในกลุ่มมีความผูกพันกันมากขึ้น

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2545, หน้า 175) สรุปการจัดการเรียนรู้กลุ่มร่วมมือแบบ STAD ในการเรียนการสอนมีข้อดีดังต่อไปนี้

1. นักเรียนมีความเอาใจใส่รับผิดชอบด้วยตนเองและกลุ่มร่วมกับสมาชิกอื่น
2. ส่งเสริมให้นักเรียนที่มีความสามารถต่างกันได้เรียนรู้ร่วมกัน
3. ส่งเสริมให้นักเรียนผลัดเปลี่ยนกันเป็นผู้นำ
4. ส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกและเรียนรู้ทักษะทางสังคมโดยตรง
5. นักเรียนมีความตื่นเต้น สนุกสนานกับการเรียน

กรมวิชาการ (2554, หน้า 41) ระบุว่าการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ มีประโยชน์ต่อนักเรียนทั้งในด้านสังคมและวิชาการ ดังนี้

1. สร้างความสัมพันธ์ที่ดีระหว่างสมาชิก เพราะทุกคนร่วมมือในการทำงานกลุ่ม ทุกคนมีส่วนร่วมเท่าเทียมกัน ทำให้เกิดเจตคติที่ดีต่อการเรียน
2. ส่งเสริมให้สมาชิกทุกคนมีโอกาสคิด พูด แสดงออก แสดงความคิดเห็น ลงมือกระทำอย่างเท่าเทียมกัน
3. ส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักช่วยเหลือซึ่งกันและกัน เช่น เด็กเก่งช่วยเด็กที่เรียนไม่เก่ง ทำให้เด็กเก่งภาคภูมิใจ รู้จักใช้เวลาช่วยเหลือเพื่อนที่อ่อนกว่า ส่วนเด็กอ่อนเกิดความซาบซึ้งในน้ำใจของเพื่อนสมาชิกด้วยกัน
4. ทำให้รู้จักรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น การร่วมคิด การระดมความคิด การนำข้อมูลที่ได้มาพิจารณาร่วมกันเพื่อหาคำตอบที่เหมาะสมที่สุด เป็นการส่งเสริมให้ช่วยกันค้นหาข้อมูลให้มากได้คิดวิเคราะห์และเกิดการตัดสินใจอย่างรอบคอบ
5. ส่งเสริมทักษะทางสังคม ทำให้นักเรียนรู้จักปรับตัวในการอยู่ร่วมกันด้วยมนุษยสัมพันธ์ที่ดีต่อกัน เข้าใจกันและกัน
6. ส่งเสริมทักษะการสื่อสาร ทักษะการทำงานเป็นกลุ่ม สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้สิ่งเหล่านี้ล้วนส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้สูงขึ้นจะเห็นได้ว่าการเรียนรู้แบบร่วมมือส่งผลให้เกิดประโยชน์เป็นอย่างมาก ความสำเร็จของทุกคนเป็นผลมาจากสมาชิกในกลุ่มมีการแลกเปลี่ยนความรู้และความรู้สึกต่อกัน สมาชิกในกลุ่มรู้ความสามารถของแต่ละคนว่าใครควรจะทำอะไรได้ แบ่งหน้าที่การทำงานได้เหมาะสม สมาชิกให้ความช่วยเหลือกันมีความรู้สึกภูมิใจในความสำเร็จร่วมกัน คุณสำเร็จฉันก็สำเร็จด้วย ทุกคนร่วมหัว จมท้ายและร่วมยินดีในความสำเร็จ

กรีซีย์ จำปา (2560, หน้า 175) จากการศึกษาประโยชน์ ข้อดีและข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้กลุ่มร่วมมือแบบ STAD ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงขึ้น ช่วยส่งเสริมให้ความช่วยเหลือกัน ฝึกการเป็นผู้นำและเรียนรู้ทักษะทางสังคมได้ แต่ถ้านักเรียนขาดความเอาใจใส่และความรับผิดชอบหรือผู้สอนไม่ได้เตรียมการสอน จะทำให้การจัดการเรียนรู้กลุ่มร่วมมือแบบ STAD ไม่บรรลุตามเป้าหมายที่ตั้งไว้

จากข้อดีและประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ผู้วิจัยสรุปและแบ่งข้อดีออกเป็น 2 ด้าน คือ

1. ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

- 1.1 เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนทุกคนในกลุ่มได้แสดงความคิดเห็นและแสดงออก ตลอดจนลงมือกระทำอย่างเท่าเทียมกัน
 - 1.2 นักเรียนให้ความช่วยเหลือซึ่งกันและกัน คนเรียนเก่งช่วยคนที่เรียนไม่เก่ง ทำให้คนที่เรียนเก่งมีความรู้สึกภาคภูมิใจ
 - 1.3 รู้จักสละเวลาและช่วยให้เขาใจในบทเรียนมากขึ้น สอนคนที่เรียนไม่เก่งก็มีความเข้าใจในบทเรียนมากขึ้น กล้าซักถามในข้อสงสัยมากขึ้น จึงง่ายต่อการทำความเข้าใจในเรื่องที่เรียน
 - 1.4 นักเรียนในกลุ่มสามารถร่วมกันคิด ร่วมกันทำงาน จนกระทั่งสามารถหาคำตอบที่เหมาะสมที่สุดได้ เป็นการฝึกให้นักเรียนมีขอบเขตการคิดวิเคราะห์ได้ด้วยตนเอง ทำให้ความรู้ที่ได้รับเป็นความรู้ที่มีความหมายต่อนักเรียนอย่างแท้จริง จึงมีผลทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงขึ้น
2. ด้านการปรับตัวเข้ากับสังคม
- 2.1 การทำงานเป็นกลุ่มเป็นการฝึกความสัมพันธ์ระหว่างบุคคล เป็นการเรียนที่เปิดโอกาสให้นักเรียนที่มีภูมิหลังต่างกันได้มาทำงานร่วมกันพึ่งพาอาศัยกันมีการรับฟังความคิดเห็นกัน เขาใจและเห็นใจสมาชิกในกลุ่ม ทำให้เกิดการยอมรับกันมากขึ้น เกิดความสัมพันธ์ที่ดีต่อกัน ซึ่งจะส่งผลให้มีความรู้สึกที่ดีต่อผู้อื่นในสังคมมากขึ้น ทำให้เกิดผลสำเร็จที่ดีและการรักษาความสัมพันธ์ที่ดีทางสังคม
 - 2.2 ช่วยปลูกฝังทักษะในการทำงานเป็นกลุ่ม ทำให้นักเรียนไม่มีปัญหาในการทำงานร่วมกับผู้อื่น และส่งผลให้งานประสบความสำเร็จตามเป้าหมายร่วมกัน

กรอบแนวคิด TPACK

1. ความหมาย TPACK

การจัดการความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี (TPACK) มีนักวิชาการศึกษาได้ให้ความหมายไว้ ดังนี้

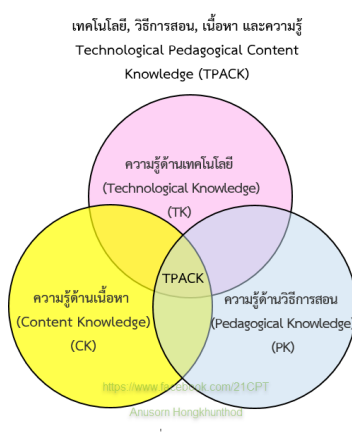
Koehler & Mishra (2008, pp. 1-29) ได้ให้กรอบแนวคิดเกี่ยวกับ TPACK ดังนี้

1. ความรู้ด้านเทคโนโลยี (Technological Knowledge) หรือ TK หมายถึง ความรู้ความสามารถของผู้สอนที่เกี่ยวข้องกับการประยุกต์ใช้สื่ออุปกรณ์

ด้านเทคโนโลยีสารสนเทศทางการศึกษาต่าง ๆ เพื่อใช้ประกอบการเรียนการสอนที่มีความสอดคล้องและมีความเหมาะสมกับเนื้อหาวิชาและนักเรียน

2. ความรู้ด้านวิธีการสอน (Pedagogical Knowledge) หรือ PK หมายถึง ความรู้ความสามารถของผู้สอนที่นำมาประยุกต์ใช้เพื่อเป็นแนวทางการเรียนการสอนให้กับนักเรียน หรือที่เกี่ยวกับวิธีการถ่ายทอดความรู้ไปสู่ผู้เรียน รวมไปถึงกลยุทธ์หรือกระบวนการ การปฏิบัติ หรือวิธีการสอนทั้งในและนอกชั้นเรียน ในส่วนนี้ไม่รวมถึง ทฤษฎีการศึกษา (Educational theories) และวิธีการประเมิน (Assessment Methods)

3. ความรู้ด้านเนื้อหา (Content Knowledge) หรือ CK หมายถึง สาร, ข้อมูล, แนวคิด, หลักการที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาวิชาการในหลักสูตรที่ต้องการที่จะถ่ายทอดไปยังนักเรียนดังภาพประกอบ 2



ภาพประกอบ 2 กรอบแนวคิด TPACK (Mishra & Koehler, 2006)

จูปาร์ตน์ ธรรมประธีป (2559, หน้า 13) TPACK เป็นกรอบแนวคิดที่ขยายมาจากกรอบแนวคิด PCK ที่พยายามอธิบายความรู้ความสามารถของครูใน 3 องค์ประกอบหลัก คือ เนื้อหาวิชาที่สอน ศาสตร์การสอน และเทคโนโลยี และความเชื่อมโยงระหว่างองค์ประกอบแต่ละองค์ประกอบ โดยมีรูปแบบการพัฒนาครูให้เกิด TPACK อยู่ 3 รูปแบบ ได้แก่ 1) จาก PCK สู่ TPACK 2) จาก TK สู่ TPACK และ 3) การพัฒนา PCK และ TPACK ไปพร้อมกัน

ศิริวรรณ ฉัตรมณีรุ่งเจริญ (2562, หน้า 51-64) ความรู้ในเนื้อหาพจนานุกรมวิธีการสอนและเทคโนโลยี (Technological Pedagogical Content Knowledge: TPACK) หมายถึง องค์ประกอบของความรู้ในแต่ละด้านของครูวิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริมให้สามารถจัดการเรียน

การสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพส่งเสริมความเข้าใจในเนื้อหาที่นักเรียนสำหรับ
โครงการการพัฒนาวิชาชีพครูนี้ผู้วิจัยได้อ้างอิงและพัฒนา TPACK จากรูปแบบความรู้ใน
เนื้อหาผนวกวิธีสอนของ Shulman (1986) Magnusson (1999) & Mishra & Koehler
(2006, 2008) ดังนั้นความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยีในงานวิจัยนี้มี
องค์ประกอบ 6 ด้าน ได้แก่ความรู้เกี่ยวกับจุดมุ่งหมายของการสอนหลักสูตรนักเรียนและ
การเรียนรู้วิธีการสอน การวัดและประเมินการเรียนรู้ และการใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมกับ
เนื้อหาวิทยาศาสตร์ซึ่งความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยีจะแสดงในการ
ปฏิบัติการสอนและ แผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของครู

จากนักวิชาการการศึกษาได้ให้ความหมาย การจัดการความรู้ในเนื้อหาผนวก
วิธีการสอนและเทคโนโลยี (TPACK) ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า TPACK คือ การบูรณาการ
ความรู้ในเนื้อหาทักษะการผสมผสานในการใช้สื่อนวัตกรรมเทคโนโลยีกับวิธีสอน
อย่างสอดคล้องและเป็นระบบ ซึ่งองค์ประกอบที่สำคัญคือ เนื้อหา (CK: Content
Knowledge) วิธีสอน (Pedagogy) และเทคโนโลยี (Technology: TK) ผู้สอนต้องมีความรู้
ความเข้าใจในองค์ประกอบทั้ง 3 องค์ประกอบนี้

2. แนวคิดและทฤษฎี TPACK

การจัดการเรียนรู้ความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี TPACK
มีนักวิชาการศึกษาได้จำแนกองค์ประกอบไว้ ดังนี้

Shulman (1986, pp. 4–15) ได้เสนอกรอบแนวคิด ความรู้เนื้อหาผนวก
วิธีการสอน หรือ Pedagogical Content Knowledge หรือ PCK ซึ่งได้รับการยอมรับและ
นำมาใช้เป็นกรอบแนวคิดในการศึกษาวิจัยกันอย่างกว้างขวางในปัจจุบัน โดย PCK
เป็นกรอบแนวคิดที่อ้างถึงการบูรณาการความรู้ความสามารถใน 2 องค์ประกอบ ได้แก่
ด้านเนื้อหา (Content knowledge) และด้านการสอนหรือศาสตร์การสอน (Pedagogy)
เป็นองค์ประกอบที่สำคัญที่ครูควรมีเพื่อการปฏิบัติงานสอนในเนื้อหาวิชาเฉพาะหรือ
หมายความว่า ในการสอนแต่ละวิชาหรือแม้แต่การสอนแต่ละเรื่อง ก็มีความเฉพาะหรือ
แตกต่างกัน

Mishra & Koehler (2006, pp. 1017–1054) ได้พัฒนากรอบความรู้ใหม่ที่
พัฒนามาจากกรอบความรู้ของ Shulman (1986) (Pedagogical Content Knowledge: PCK)
โดยให้ความสำคัญกับการนำเทคโนโลยีมาบูรณาการกับความรู้ด้านวิธีสอนและความรู้
ด้านเนื้อหาให้เหมาะสม โดยเรียกกรอบแนวคิดนี้ว่า TPCK แต่เพื่อให้เรียกให้ง่ายขึ้น Koehler

และ Mishra (2009) ได้ปรับเปลี่ยนอักษรย่อ TPACK เป็น TPACK เรียกว่า กรอบความรู้ที่แพค (Technological Pedagogical Content Knowledge: TPACK) เป็นการรวมทั้งสามด้าน เกี่ยวกับความรู้ด้านเนื้อหา (Content Knowledge: CK) ความรู้ด้านวิธีสอน (Pedagogical Knowledge: PK) และความรู้ด้านเทคโนโลยี (Technology Knowledge: TK) ซึ่งการบูรณาการความรู้ทั้งสามด้าน ได้แก่ เนื้อหา วิธีสอน และเทคโนโลยีที่สอนเพื่อใช้ในการจัดการเรียนรู้แก่นักเรียน เป็นเอกลักษณ์เฉพาะของครूमืออาชีพในยุคปัจจุบัน โดยที่ครูต้องเลือกเทคโนโลยีให้เหมาะสมกับเนื้อหาและวิธีการสอน

อรอุมา สิงห์สวัสดิ์, ศิริรัตน์ ศรีสะอาด และนาตยา ปิลันธนานนท์ (2565, หน้า 316–326) องค์ความรู้ TPACK เป็นการบูรณาการความรู้ด้านเนื้อหา Pedagogy และ Technology การนำ TPACK มาใช้ในการจัดการเรียนการสอนทำให้เกิดการผสมผสานการใช้ Technology ทางด้านต่าง ๆ โดยเฉพาะทางไอซีที เพื่อการจัดการวิธีการเรียนการสอน กระบวนการจัดการเรียนรู้ การใช้เนื้อหาในโลกดิจิทัล ส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียนทำให้ประสิทธิภาพการเรียนรู้เพิ่มขึ้น ลดระยะเวลาการเรียนรู้ เรียนรู้ได้มาก และได้ความรู้ที่ครอบคลุม

จากแนวคิดและทฤษฎี TPACK ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า TPACK เป็นการบูรณาการความรู้ความสามารถในการนำเทคโนโลยีเข้ามาบูรณาการความรู้ในเนื้อหาและวิธีสอน ในการออกแบบการเรียนรู้ที่เหมาะสมเป็นเอกลักษณ์เฉพาะของครूमืออาชีพในยุคปัจจุบัน โดยที่ครูต้องเลือกเทคโนโลยีให้เหมาะสมกับเนื้อหา

3. ขั้นตอนการจัดการเรียน TPACK

การจัดการเรียนรู้ความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี TPACK มีนักวิชาการศึกษาได้จำแนกขั้นตอนไว้ ดังนี้

จุฬารัตน์ ธรรมประณีป (2559, หน้า 10) ได้ทำการปรับกิจกรรมให้มีการบูรณาการเทคโนโลยีในการเรียนการสอน ดังนี้

ชั้นนำเข้าสู่บทเรียน มีการตรวจสอบความรู้เดิมและกระตุ้นความสนใจโดยใช้ Kahoot เป็น Application ใช้กับระบบสารสนเทศที่ช่วยในการประเมินนักเรียนที่ทำงานร่วมกับ Smart Phone โดยไม่เสียค่าใช้จ่าย

ชั้นสอน เป็นกิจกรรมที่ครูมอบหมายให้แต่ละกลุ่มสืบค้นข้อมูลโดยศึกษาจากชุดกิจกรรมเรียนรู้เรื่อง การปรับตัวของสัตว์ที่ครูพัฒนาขึ้น ชุดกิจกรรมการเรียนรู้นี้ใช้ Google Map เป็นเครื่องมือในการสร้างชุดกิจกรรมใน Google Map

ขั้นสรุป หลังจากนักเรียนศึกษาการปรับตัวของสัตว์จากชุดกิจกรรม นักเรียนจะต้องนำเสนอข้อสรุปของกลุ่ม และร่วมกันอภิปรายในประเด็นที่ครูกำหนด เพื่อสรุปรูปแบบ ลักษณะสำคัญของการปรับตัวแบบต่าง ๆ และปัจจัยที่เกี่ยวข้อง ยาเซอร์ หะสาเมาะ (2562, หน้า 44–46) ได้ทำการวิจัยซึ่งนำแนวคิดที่แพค (TPACK Model) มาใช้ในการจัดการเรียนการสอน จำแนกองค์ประกอบได้ ดังนี้

1. ความรู้ด้านเนื้อหา (Content Knowledge: CK)
2. ความรู้ด้านการสอน (Pedagogical Knowledge: PK) วิธีการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Based Learning) แบ่งเป็น 5 ขั้นตอน ดังนี้
 - 2.1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นการกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสงสัย อยากรู้ อยากเห็น แล้วเกิดปัญหาหรือประเด็นที่จะศึกษา
 - 2.2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) เป็นการสำรวจ ทดลอง ค้นหา และรวบรวมข้อมูล
 - 2.3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) นำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจและค้นหามาวิเคราะห์ และลงข้อสรุป
 - 2.4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เป็นการเชื่อมโยงความรู้เดิมสู่องค์ความรู้ใหม่ แล้วนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่น ๆ
 - 2.5 ขั้นประเมินผล (Evaluation) เป็นการตรวจสอบความถูกต้องของความรู้ที่ได้ โดยการวิเคราะห์ วิเคราะห์และแลกเปลี่ยนความรู้ โดยอภิปรายร่วมกัน ระหว่างครูและนักเรียน
3. ความรู้ด้านเทคโนโลยี (Technological Knowledge: TK) เทคโนโลยีที่ใช้ในการจัดการเรียนในการวิจัยครั้งนี้ คือ เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (Augmented Reality) เป็นการผสมผสานระหว่างโลกเสมือนจริงเข้ากับโลกของความจริง โดยใช้วิธีการส่องภาพนิ่งด้วยแอปพลิเคชัน HP Reveal แล้วเกิดเป็นภาพเคลื่อนไหวปรากฏบนหน้าจอสมาร์ทโฟน (Smart Phone)
4. ความรู้เนื้อหาเกี่ยวกับเทคโนโลยี (Technological Content Knowledge: TCK) เป็นการบูรณาการด้านเนื้อหากับการใช้เทคโนโลยีในการจัดการเรียนรู้ ในการวิจัยครั้งนี้เป็นการบูรณาการด้านเนื้อหา กับการใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ โดยนักเรียนสามารถนำโทรศัพท์มือถืออัจฉริยะหรือสมาร์ทโฟน (Smart Phone)

มาส่งภาพหนึ่งด้วย แอปพลิเคชัน HP Reveal แล้วเกิดเป็นภาพเคลื่อนไหวปรากฏบนหน้าจอสมาร์ทโฟน (Smart Phone) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนสามารถเรียนรู้ด้วยตนเอง ทำให้นักเรียนสนุกกับการเรียนและไม่น่าเบื่อ

5. ความรู้เนื้อหากระบวนการสอน (Pedagogical Content Knowledge: PCK) ใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งนักเรียนแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ครูผู้สอนเป็นเพียงผู้อำนวยความสะดวกเท่านั้น การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้จะเน้นให้นักเรียนลงมือปฏิบัติจริง เรียนรู้จากของจริง โดยให้นักเรียนทำการทดลอง

6. ความรู้กระบวนการสอนด้วยเทคโนโลยี (Technological Pedagogical Knowledge: TPK) ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้บูรณาการ โดยการนำวิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้มาบูรณาการกับการใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม นักเรียนสามารถนำโทรศัพท์มือถืออัจฉริยะหรือ สมาร์ทโฟนมาใช้ในการเรียน โดยการส่งภาพหนึ่งด้วยแอปพลิเคชัน HP Reveal แล้วเกิดเป็นภาพเคลื่อนไหวปรากฏบนหน้าจอสมาร์ทโฟน จากขั้นตอนการจัดการเรียน TPACK ผู้วิจัยสรุปขั้นตอน TPACK ได้ว่า TPACK สามารถนำไปปรับกับวิธีการสอนได้หลากหลายรูปแบบและยังเป็นการผนวกวิธีการสอนที่เพิ่มประสิทธิภาพของการเรียนมากขึ้น มี 3 ขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน มีการตรวจสอบความรู้เดิมและกระตุ้นความสนใจโดยใช้เทคโนโลยีในการกระตุ้น
2. ขั้นสอน เป็นกิจกรรมที่ครูมอบหมายให้แต่ละกลุ่มใช้เทคโนโลยีสืบค้นข้อมูล และทำกิจกรรม
3. ขั้นสรุป หลังจากนักเรียนศึกษาการสืบค้น นักเรียนจะต้องนำเสนอข้อสรุปของกลุ่ม และร่วมกันอภิปรายในประเด็นที่ครูกำหนดเพื่อสรุป

4. ข้อดีและประโยชน์ของ TPACK

ข้อดีและประโยชน์ของ TPACK ได้มีนักวิชาการหลายท่านได้นำเสนอข้อดีและประโยชน์ไว้หลากหลาย ดังนี้

เชมวันต์ กระดังงา (2554, หน้า 91) ได้กล่าวถึงข้อดีและประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้แบบ TPACK ไว้ว่า การสอนบนเว็บช่วยส่งเสริมแนวคิดในเรื่องการเรียนรู้ตลอดชีวิต เนื่องจากเว็บเป็นแหล่งเรียนรู้ที่เปิดกว้างให้ผู้ที่ต้องการศึกษาในเรื่องใดเรื่องหนึ่งสามารถเข้าศึกษาค้นคว้าหาความรู้ได้อย่างต่อเนื่องตลอดเวลา การสอนออนไลน์สามารถ

ตอบสนองต่อนักเรียนที่มีความใฝ่รู้ รวมทั้งมีทักษะในการตรวจการเรียนรู้ด้วยตนเองได้อย่างมีประสิทธิภาพ

จุฬารัตน์ ธรรมประณีป (2559, หน้า 13) ได้กล่าวถึงข้อดีและประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้แบบ TPACK ไว้ว่า ในการบูรณาการเทคโนโลยีเข้าไปในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ได้อย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพ รวมทั้งส่งเสริมและพัฒนาให้นักเรียนให้เป็นไปตามเป้าหมายของการจัดการศึกษาวิทยาศาสตร์ที่เน้นทั้งความรู้ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การประยุกต์ใช้ความรู้ในชีวิตประจำวันและเป็นการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาให้นักเรียนให้มีทักษะในการดำรงชีวิตในศตวรรษที่ 21

อรอุมา สิงห์สวัสดิ์, ศิริรัตน์ ศรีสะอาด และนาตยา ปิณฑนานนท์ (2565, หน้า 316–326) การนำ TPACK มาใช้ในการจัดการเรียนการสอนผสมผสานการใช้ Technology ทางด้านต่าง ๆ โดยเฉพาะทางไอซีทีที่ ส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียนทำให้ประสิทธิภาพการเรียนรู้เพิ่มขึ้น ลดระยะเวลาการเรียนรู้ เรียนรู้ได้มากขึ้น

สรุปการจัดการเรียนรู้แบบ TPACK จะช่วยส่งเสริมครูในการบูรณาการเทคโนโลยีเข้าไปในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ได้อย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพ รวมทั้งส่งเสริมและพัฒนาให้นักเรียนให้เป็นไปตามเป้าหมายของการจัดการศึกษาวิทยาศาสตร์ที่เน้นทั้งความรู้ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การประยุกต์ใช้ความรู้ในชีวิตประจำวัน และเป็นการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาให้นักเรียนให้มีทักษะในการดำรงชีวิตในศตวรรษที่ 21

การเปรียบเทียบการจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD และการจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK

จากการศึกษารูปแบบผลการจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD โดยการจัดการเรียนรู้สังเคราะห์มาจาก Slavin (1990, pp. 56–60) ร่วมกับการจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK ผู้วิจัยได้สังเคราะห์เปรียบเทียบรูปแบบการจัดการเรียนรู้และขั้นตอนการจัดกิจกรรม ได้ดังตาราง 3

ตาราง 3 การเปรียบเทียบรูปแบบการจัดการเรียนรู้และขั้นตอนการจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK

การจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD สังเคราะห์มา จาก สลาวิน (Slavin 1990, pp. 56-60)	ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK
1. ชื่อนำเสนอเนื้อหา ครูนำเสนอเนื้อหาโดยการ ทบทวนพื้นฐานความรู้เดิม จากนั้นครูสอนเนื้อหา ใหม่กับนักเรียนกลุ่มใหญ่ทั้งชั้น	1. ชื่อนำเสนอเนื้อหาการจัดการความรู้ในเนื้อหา โดยครูใช้เทคโนโลยีช่วยในการนำเสนอเนื้อหา ทบทวนความรู้พื้นฐานเดิม และสอนเนื้อหาใหม่ กับนักเรียนทั้งชั้นเรียน
2. ขั้นปฏิบัติกิจกรรมกลุ่ม โดยนักเรียนในกลุ่ม 4-6 คน ร่วมกันศึกษากลุ่มย่อยนักเรียนเก่งจะ อธิบายให้นักเรียนอ่อนฟังและช่วยเหลือซึ่งกัน และกันในการทำกิจกรรม	2. ขั้นปฏิบัติกิจกรรมกลุ่ม นักเรียนในกลุ่มย่อย 4-6 คน ร่วมกันศึกษาช่วยเหลือซึ่งกันและกัน นักเรียนสรุปเนื้อหาความรู้ที่ได้จากการเรียนโดย ใช้เทคโนโลยีและนำเสนอหน้าชั้นเรียน
3. ขั้นทดสอบย่อย นักเรียนแต่ละคนจะทำ แบบทดสอบด้วยตนเอง ไม่มีการช่วยเหลือกัน	3. ขั้นทดสอบย่อย นักเรียนแต่ละคนจะทำ แบบทดสอบด้วยตนเอง ไม่มีการช่วยเหลือกัน
4. คิดคะแนนความก้าวหน้าแต่ละคน และของ กลุ่มย่อย ครูตรวจผลการสอบของนักเรียน โดย คะแนนที่นักเรียนทำได้ในการทดสอบจะถือเป็น คะแนนรายบุคคล แล้วนำคะแนนรายบุคคลไป แปลงเป็นคะแนนกลุ่ม	4. คิดคะแนนความก้าวหน้าแต่ละคน และของ กลุ่มย่อย ครูตรวจผลการสอบของนักเรียน โดย คะแนนที่นักเรียนทำได้ในการทดสอบจะถือเป็น คะแนนรายบุคคล แล้วนำคะแนนรายบุคคลไป แปลงเป็นคะแนนกลุ่ม
5. ชมเชย ยกย่อง บุคคลหรือกลุ่มที่มีคะแนน ยอดเยี่ยม นักเรียนคนใดทำคะแนนได้ดีกว่าครั้ง ก่อน จะได้รับคำชมเชยเป็นรายบุคคล และกลุ่ม ใดทำคะแนนได้ดีกว่าครั้งก่อนจะได้รับคำชมเชย ทั้งกลุ่ม	5. ชมเชย ยกย่อง บุคคลหรือกลุ่มที่มีคะแนน ยอดเยี่ยม นักเรียนคนใดทำคะแนนได้ดีกว่าครั้ง ก่อน จะได้รับคำชมเชยเป็นรายบุคคล และกลุ่ม ใดทำคะแนนได้ดีกว่าครั้งก่อนจะได้รับคำชมเชย ทั้งกลุ่ม

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นทักษะการคิดของนักวิทยาศาสตร์ ที่นำมาใช้ในการศึกษาค้นคว้าสืบเสาะหาความรู้ และแก้ปัญหาต่าง ๆ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้า ดังเอกสาร ดังนี้

1. ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นทักษะการคิดของนักวิทยาศาสตร์ ที่มีนักวิชาการได้ให้ความหมายไว้ ดังนี้

ศิริรักษ์ แก้วหานาม (2561, หน้า 12) ทักษะกระบวนการเป็นทักษะในการแสวงหาความรู้อย่างเป็นระบบ คิดอย่างชำนาญซึ่งทักษะเหล่านี้จะเกิดขึ้นจากการฝึกฝน จนสามารถนำไปใช้แก้ปัญหาต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ได้ โดยจะแบ่งเป็นทักษะขั้นพื้นฐานและทักษะขั้นบูรณาการ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546, หน้า 12) ได้ให้ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Science Process Skills) ไว้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึงความสามารถ และความชำนาญในการคิด เพื่อค้นหาความรู้ และการแก้ไขปัญหา โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ อาทิ การสังเกต การวัด การคำนวณ การจำแนก การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับเวลา การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การลงความคิดเห็น การพยากรณ์ การตั้งสมมติฐาน การกำหนดนิยาม การกำหนดตัวแปร การทดลอง การวิเคราะห์ และแปรผลข้อมูล การสรุปผลข้อมูลได้อย่างรวดเร็ว ถูกต้อง และแม่นยำ

กวีชัย จำปา (2560, หน้า 39) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึงกระบวนการเสาะแสวงหาความรู้ที่มีระเบียบแบบแผน มีขั้นตอน รวมถึงพฤติกรรมหรือสิ่งที่แสดงออกมาจากการปฏิบัติและควบคู่ไปกับทักษะการคิดทางสติ ปัญญาเพื่อค้นหาความรู้รวมทั้งการแก้ปัญหาได้อย่างคล่องแคล่วและชำนาญ การเข้าใจเนื้อหา และการคิดอย่างเป็นระบบในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

ดังนั้น จากความหมายของความหมายของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในข้างต้นผู้วิจัยสรุปได้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึงพฤติกรรมที่เกิดจากการคิดและการปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์จนเกิดความชำนาญและความคล่องแคล่วในการใช้เพื่อแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ตลอดจนหาวิธีการเพื่อแก้ปัญหาต่าง ๆ โดยจะแบ่งเป็นทักษะขั้นพื้นฐานและทักษะขั้นบูรณาการทั้งหมด 13 ทักษะ

2. องค์ประกอบของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

กรีซีย์ จำปา (2560, หน้า 39) องค์ประกอบของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สามารถแบ่งเป็น 13 ทักษะ ดังนี้

1. ทักษะการสังเกต (Observing) คือ การสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างร่วมกัน ซึ่งได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และกายสัมผัส เข้าสัมผัสโดยตรงกับวัตถุหรือ ปรากฏการณ์โดยมีจุดประสงค์ที่จะหาข้อมูลซึ่งเป็นรายละเอียดของสิ่งนั้น ๆ ทั้งนี้โดยไม่ใช้ประสบการณ์และความคิดเห็นของผู้สังเกตในการเสนอข้อมูล
2. ทักษะการจำแนกประเภท (Classifying) คือ ความสามารถในการจัดแบ่งหรือเรียงลำดับวัตถุหรือสิ่งที่อยู่ในปรากฏการณ์และเหตุการณ์เป็นพวก ๆ โดยมีเกณฑ์ในการจัดแบ่ง
3. ทักษะการวัด (Measuring) คือ ความสามารถในการใช้เครื่องมือในการวัดปริมาณสิ่งของต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง โดยมีหน่วยกำกับเสมอและรวมไปถึงการเลือกใช้เครื่องมือวัดได้อย่างถูกต้องเหมาะสมต่อสิ่งที่ต้องการวัด
4. ทักษะการใช้เลขจำนวน (Using Number) คือ ความสามารถในการบวก ลบ คูณ หาร ตัวเลขที่แสดงค่าปริมาณของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ซึ่งได้จากการสังเกต การวัด การทดลองโดยตรงหรือจากแหล่งอื่น ๆ อีกทอดหนึ่ง
5. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส สเปสกับเวลา (Space and Space, Space and Time Relationships) คือ ความสามารถในการหาความสัมพันธ์ระหว่าง 3 มิติ กับ 2 มิติ ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลาหรือระหว่างสเปสของวัตถุที่เปลี่ยนไปกับเวลา
6. ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล (Inferring) คือ ความสามารถในการนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกตวัตถุหรือปรากฏการณ์ไปสัมพันธ์กับความรู้หรือประสบการณ์เดิม เพื่อลงข้อสรุปหรือปรากฏการณ์หรือวัตถุนั้น
7. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล (Manipulating and Com-medicating Data) คือ ความสามารถในการนำข้อมูลดิบที่ได้จากการสังเกต การทดลอง หรือจากแหล่งอื่นที่มีข้อมูลดิบอยู่แล้วมาจัดกระทำใหม่ โดยอาศัยวิธีการต่าง ๆ เช่น การจัด เรียงลำดับ การจัดแยกประเภท การหาค่าเฉลี่ย เป็นต้น แล้วนำข้อมูลที่จัดกระทำแล้วนำมาเสนอ หรือแสดงให้บุคคลอื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลชุดนั้นดีขึ้น โดยอาศัยเสนอด้วยแบบต่าง ๆ เช่น ตาราง แผนภูมิ แผนภาพ กราฟ สมการ เป็นต้น

8. ทักษะการพยากรณ์ (Predicting) คือ ความสามารถในการพยากรณ์หรือคาดคะเนสิ่งที่เกิดขึ้นล่วงหน้า โดยอาศัยการสังเกตปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นซ้ำ ๆ หรือความรู้ที่เป็นหลักการ กฎหรือทฤษฎีในเรื่องนั้นมาช่วยในการพยากรณ์

9. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร (Controlling the Variables) คือ ความสามารถในการกำหนดว่าสิ่งที่ศึกษาตัวใดเป็นตัวแปรต้น ตัวใดเป็นตัวแปรตาม ปรากฏการณ์หนึ่ง ๆ ที่ต้องการศึกษาโดยทั่วไปในปรากฏการณ์หนึ่ง ๆ จะเป็นความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรคู่หนึ่งเป็นอย่างน้อย ซึ่งในการศึกษาปรากฏการณ์นั้นจำเป็นที่จะต้องสามารถมองเห็นความสัมพันธ์ของตัวแปรที่เห็นสาเหตุและเป็นตัวแปรที่เป็นผล และสามารถควบคุม ตัวแปรที่เป็นสาเหตุอื่น ๆ ในขณะที่ศึกษาตัวแปรสาเหตุตัวใดตัวหนึ่ง

10. ทักษะการตั้งสมมุติฐาน (Hypothesizing) คือ ความสามารถในการให้ข้อสรุปหรือคำอธิบายซึ่งเป็นคำตอบล่วงหน้าก่อนที่จะดำเนินการทดลอง เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเป็นจริงในเรื่องนั้น ๆ ต่อไป

11. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร (Operational Defining of the Variables) คือ ความสามารถที่จะกำหนดว่าจะมีวิธีการวัดตัวแปรที่ศึกษาอย่างไร ซึ่งเป็นวิธีวัดที่สามารถเข้าใจตรงกัน สามารถสังเกตและวัดได้โดยใช้เครื่องมืออย่างง่าย

12. ทักษะการทดลอง (Experimenting) คือ ความสามารถในการตรวจสอบสมมุติฐานโดยปฏิบัติการหาคำตอบ ซึ่งเริ่มตั้งแต่การออกแบบการทดลอง การปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนที่ออกแบบ ตลอดจนการใช้วัสดุอุปกรณ์ได้อย่างถูกต้อง

13. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป (Interpreting Data and Making Conclusion) คือ การตีความหมายข้อมูลที่ได้จากการจัดกระทำแล้ว นำเสนอในรูปแบบต่าง ๆ ส่วนการลงข้อสรุป คือ ความสามารถในการระบุความสัมพันธ์ของ ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรที่ศึกษาได้เป็นข้อความใหม่อันเป็นคำตอบของปัญหา

สมเกียรติ พรพิสุทธิมาศ (2551, หน้า 28-34) องค์ประกอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 13 ทักษะ แบ่งเป็น 2 ระดับ ดังนี้

1. ระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน 8 ทักษะ

1.1 การสังเกต (Observing) ความสามารถที่แสดงการเกิดทักษะ เช่น สามารถแสดงหรือบรรยายคุณลักษณะของวัตถุได้จากการใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง สามารถบรรยายคุณสมบัติเชิงปริมาณและคุณภาพของวัตถุได้ และสามารถบรรยายพฤติกรรมการณ์การเปลี่ยนแปลงของวัตถุได้

1.2 การวัด (Measuring) ความสามารถที่แสดงการเกิดทักษะ เช่น สามารถเลือกใช้เครื่องมือได้เหมาะสมกับสิ่งที่วัดได้ สามารถบอกเหตุผลในการเลือกเครื่องมือวัดได้ สามารถบอกวิธีการ ขั้นตอน และวิธีใช้เครื่องมือได้อย่างถูกต้องและสามารถทำการวัดรวมถึงระบุหน่วยของตัวเลขได้อย่างถูกต้อง

1.3 การคำนวณ (Using numbers) ความสามารถที่แสดงการเกิดทักษะ การนับจำนวนของวัตถุได้ถูกต้อง และสามารถบอกวิธีคำนวณ แสดงวิธีคำนวณ และคิดคำนวณได้ถูกต้อง

1.4 การจำแนกประเภท (Classifying) ความสามารถที่แสดงการเกิดทักษะ เช่น สามารถเรียงลำดับและแบ่งกลุ่มของวัตถุโดยใช้เกณฑ์ใดได้อย่างถูกต้อง และสามารถอธิบายเกณฑ์ในเรียงลำดับหรือแบ่งกลุ่มได้

1.5 การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับสเปซ และสเปซกับเวลา (Using Space/Time Relationships) ความสามารถอธิบายลักษณะของวัตถุ 2 มิติ และวัตถุ 3 มิติ ได้ สามารถวาดรูป 2 มิติ จากวัตถุหรือรูป 3 มิติ ที่กำหนดให้ได้ สามารถอธิบายรูปทรงทางเรขาคณิตของวัตถุได้ สามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุ 2 มิติ กับ 3 มิติ ได้ เช่น ตำแหน่งหรือทิศของวัตถุ และตำแหน่งหรือทิศของวัตถุต่ออีกวัตถุ สามารถบอกความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งของวัตถุกับเวลาได้ และสามารถบอกความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลงขนาดปริมาณของวัตถุกับเวลาได้

1.6 การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล (Communication) ความสามารถที่แสดงการเกิดทักษะ เช่น สามารถเลือกรูปแบบการอธิบาย การเลือกรูปแบบในการเสนอข้อมูลที่เหมาะสมได้ สามารถออกแบบและประยุกต์การเสนอข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบที่เข้าใจได้ง่าย สามารถเปลี่ยนแปลงปรับปรุงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบที่เข้าใจได้ง่าย และสามารถบรรยายลักษณะของวัตถุด้วยข้อความที่เหมาะสมกะทัดรัดและสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้ง่าย

1.7 การลงความเห็นจากข้อมูล (Inferring) ความสามารถอธิบายหรือสรุปจากประเด็นของการเพิ่มความคิดเห็นของตนต่อข้อมูลที่ได้มา

1.8 การพยากรณ์ (Predicting) ความสามารถทำนายผลที่อาจจะเกิดขึ้นจากข้อมูลบนพื้นฐานหลักการกฎหรือทฤษฎีที่มีอยู่ทั้งภายในขอบเขตของข้อมูล และภายนอกขอบเขตของข้อมูลในเชิงปริมาณได้

2. ระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ 5 ทักษะ

2.1 การตั้งสมมติฐาน (Formulating Hypotheses) ความสามารถที่ตั้งคำถามหรือคิดหาคำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลองได้ และสามารถตั้งคำถามหรือคิดหาคำตอบล่วงหน้าจากความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ ได้

2.2 การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining Operationally) ความสามารถอธิบายความหมายและขอบเขตของคำหรือตัวแปรต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับ การศึกษาและการทดลองได้

2.3 การกำหนด และควบคุมตัวแปร (Identifying and Controlling Variables) ความสามารถในการกำหนดและอธิบายตัวแปรต้นตัวแปรตาม และตัวแปร ควบคุมในการทดลองได้ ตัวแปรต้น คือ สิ่งที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลหรือสิ่งที่ต้องการ ทดลองเพื่อให้ทราบว่าเป็นสาเหตุของผลที่เกิดขึ้นหรือไม่ ตัวแปรตาม คือ ผลที่เกิดจากการ กระทำของตัวแปรต้นในการทดลอง ตัวแปรควบคุม คือ ปัจจัยอื่น ๆ นอกเหนือจากตัวแปร ต้นที่อาจมีผลต่อการทดลองที่ต้องควบคุมให้เหมือนกันหรือคงที่ขณะการทดลอง

2.4 การทดลอง (Experimenting) ความสามารถในการออกแบบ การทดลอง และกำหนดวิธี ขั้นตอนการทดลองได้ถูกต้องและเหมาะสม สามารถระบุและ เลือกใช้อุปกรณ์ในการทดลองอย่างเหมาะสม สามารถปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนได้ อย่างถูกต้อง และสามารถบันทึกผลการทดลองได้อย่างถูกต้อง

2.5 การตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป (Interpreting data and conclusion) ความสามารถในการวิเคราะห์และสรุปประเด็นสำคัญ รวมถึงการแปล ความหมายหรือบรรยายลักษณะของข้อมูล และสามารถบอกความสัมพันธ์ของข้อมูลได้

ดังนั้นจากข้อมูลข้างต้นผู้วิจัยสรุปได้ว่า ทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ หมายถึง ความชำนาญและความสามารถในการปฏิบัติฝึกฝน รวมทั้งการ แก้ปัญหาต่าง ๆ โดยใช้กระบวนการคิดและเรียนรู้ ซึ่งแบ่งออกเป็น 13 ทักษะ ดังนี้

1. ทักษะการสังเกต หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสทั้ง 5 อย่างใด อย่างหนึ่งหรือ ใช้หลายอย่างร่วมกัน ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนัง เพื่อค้นหาและบอก รายละเอียดของสิ่งต่าง ๆ ที่สังเกต โดยที่ไม่ใส่ความคิดเห็นของผู้สังเกตลงไป

2. ทักษะการวัด หมายถึง การเลือกและการใช้เครื่องมือต่าง ๆ เพื่อหาค่าของสิ่งต่าง ๆ ออกมาเป็นตัวเลขได้ถูกต้องและเหมาะสม กับสิ่งที่ต้องการวัด รวมทั้งบอกหรือระบุหน่วยของตัวเลขที่ได้มาจากการวัดอย่างถูกต้อง

3. ทักษะการจำแนกประเภท หมายถึง การแบ่งพวก การจัดกลุ่ม สิ่งต่าง ๆ หรือการเรียงลำดับ วัตถุ หรือเหตุการณ์ต่าง ๆ ออกเป็นหมวดหมู่ โดยใช้ความ เหมือนกันหรือ ความแตกต่างกัน มาเป็นเกณฑ์ในการจำแนกวัตถุ เหตุการณ์ หรือสิ่งต่าง ๆ ออกจากกัน

4. ทักษะการหาความสัมพันธ์ของสเปซกับเวลา แบ่งได้ 2 แบบ คือ

4.1 การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับสเปซ เป็นการหา ความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ที่วัตถุต่าง ๆ ครอบครองอยู่

4.2 การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับเวลา เป็นการหา ความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ที่วัตถุครอบครอง เมื่อเวลาผ่านไป

5. การคำนวณ (Using Numbers) ความสามารถที่แสดงการเกิด ทักษะการนับจำนวนของวัตถุได้ถูกต้อง และสามารถบอกวิธีคำนวณ แสดงวิธีคำนวณ และคิดคำนวณได้ถูกต้อง

6. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล หมายถึง การนำ ข้อมูลที่รวบรวมได้จากวิธีการต่าง ๆ มาจัดกระทำให้อยู่ในรูปแบบที่มีความหมายหรือ มีความสัมพันธ์กันมากขึ้น รวมทั้งนำข้อมูลมาจัดกระทำในรูปแบบต่าง ๆ เช่น ตาราง แผนภูมิ แผนภาพ กราฟ สมการ

7. ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล หมายถึง การใช้ความคิดเห็น จากความรู้หรือประสบการณ์เดิม เพื่ออธิบายข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผล โดยอาศัยข้อมูล หรือสารสนเทศที่เคยเก็บรวบรวมไว้ในอดีต

8. ทักษะการพยากรณ์ หมายถึง การคาดคะเนผลลัพธ์ของ ปรากฏการณ์ สถานการณ์ การสังเกตการทดลองไว้ล่วงหน้า โดยอาศัยข้อมูล หรือ ประสบการณ์ของเรื่องนั้น ที่เกิดขึ้น ๆ เป็นแบบรูปมาช่วยในการคาดการณ์สิ่งที่จะเกิดขึ้น

9. ทักษะการตั้งสมมติฐาน หมายถึง ความสามารถในการให้ ข้อสรุปหรือคำอธิบายซึ่งเป็นคำตอบล่วงหน้าก่อนที่จะดำเนินการทดลอง เพื่อตรวจสอบ ความถูกต้องเป็นจริงในเรื่องนั้น ๆ ต่อไป

10. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึง การกำหนด และอธิบายความหมาย และขอบเขตของคำต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาหรือการทดลอง เพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกันระหว่างบุคคล

11. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร หมายถึง การบ่งชี้ และกำหนดลักษณะตัวแปรใด ๆ ให้เป็นเป็นตัวแปรอิสระหรือตัวแปรต้น และตัวแปรใด ๆ ให้เป็นตัวแปรตาม และตัวแปรใด ๆ ให้เป็นตัวแปรควบคุม

12. ทักษะการทดลอง หมายถึง การลงมือปฏิบัติด้วยวิธีใด ๆ เพื่อให้ได้คำตอบ หรือตรวจสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ แบ่งเป็น 3 ขั้นตอน คือ

12.1 การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนการทดลองก่อนการทดลองจริง ๆ เพื่อกำหนดวิธีการ และขั้นตอนการทดลองที่สามารถดำเนินการได้จริง รวมถึงวิธีการแก้ไขปัญหาอุปสรรคที่อาจเกิดขึ้นขณะทำการทดลอง เพื่อให้การทดลองสามารถดำเนินการให้สำเร็จ

12.2 การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การปฏิบัติการทดลองจริงตามที่วางแผนการทดลอง

12.3 การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง นักเรียนสามารถจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลองซึ่งอาจเป็นผลจากการสังเกต การวัดและอื่น ๆ

13. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป หมายถึง การแปลความหมายหรือการบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ การตีความหมายข้อมูลในบางครั้งอาจต้องใช้ทักษะอื่น ๆ

3. การวัดและประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

การวัดและประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ถือว่าเป็นเครื่องมือสำคัญสำหรับครูที่จะใช้ตรวจสอบพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนอันเนื่องมาจาก การเรียนการสอนของครูว่านักเรียนมีการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในการเรียนมากน้อยเพียงใด มีนักวิชาการได้เสนอลักษณะของเครื่องมือที่ใช้วัดผลสัมฤทธิ์ไว้ ดังนี้

วรรณทิพา รอดแรงคา และพิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ (2542, หน้า 166-182) การประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีอยู่ 2 รูปแบบ ดังนี้

1. การประเมินโดยใช้แบบทดสอบชนิดเลือกตอบ (Multiple-choice paper and pencil tests) เป็นแบบทดสอบที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายเพราะง่ายต่อการวิเคราะห์ผล การประเมินโดยใช้แบบทดสอบชนิดเลือกตอบจะเหมาะสำหรับการจัดการความรู้ความจำในเนื้อหาวิชา ส่วนการวัดทักษะกระบวนการจะนิยมวัดจากสภาพจริงขณะนักเรียนปฏิบัติงาน หรือชิ้นงานของนักเรียน

2. การประเมินพฤติกรรมการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Performance Assessment) เป็นการประเมินการลงมือปฏิบัติการทำงานจริงซึ่งแบบประเมินจะมีหลายชนิด เช่น แบบทดสอบปลายเปิด แบบสอบถาม แบบสังเกต พฤติกรรมแบบประเมินผลการปฏิบัติงาน

สมชาย วรกีจเกษมสกุล (2555, หน้า 201) ได้เสนอลักษณะของเครื่องมือที่ใช้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ 2 รูปแบบ ดังนี้

1. แบบทดสอบที่สร้างขึ้น หมายถึงชุดของคำถามที่ครูเป็นผู้สร้างขึ้น ซึ่งเป็นข้อคำถามที่เกี่ยวกับความรู้ที่นักเรียนได้เรียนในห้องเรียนว่า ห้องเรียนมีความรู้มากแค่ไหนบอกพร้อมที่จุดไหน จะได้สอนซ่อมเสริมหรือเป็นการวัดความพร้อมที่จะเรียนบทเรียนใหม่ ซึ่งขึ้นอยู่กับความต้องการของครู

2. แบบทดสอบมาตรฐาน แบบทดสอบประเภทนี้สร้างขึ้นจากเชี่ยวชาญในแต่ละสาขาหรือจากครูที่สอนวิชานั้น ๆ แต่ผ่านการทดสอบหาคุณภาพหลายครั้งจนกระทั่งมีคุณภาพดีพอ จึงสร้างเกณฑ์ปกติแบบทดสอบ เพื่อเป็นหลักเปรียบเทียบผลประเมินค่าของการสอนเรื่องใดก็ได้ แบบทดสอบมาตรฐานจะมีคู่มือดำเนินการสอนบอกวิธีสอน และยังมีมาตรฐานในด้านการแปลคะแนนด้วย

เพ็ญนิภา แววดศรี (2562, หน้า 63) การประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการที่พยายาม วัดคุณภาพและปริมาณการเรียนรู้การสอน โดยใช้วิธีการต่าง ๆ เช่น การทดสอบ การตอบ แบบสอบถาม การสัมภาษณ์ เพื่อรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับผู้เรียน เช่น การรวบรวมตัวอย่างงานที่นักเรียนจัดทำที่บ้านที่กเทบการทำงานของผู้เรียน บทบาทของการประเมินผลต่อการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับผู้สอนที่เน้นการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ควรมีวิธีการที่จะประเมินการได้มาซึ่งทักษะเหล่านี้ เพื่อเป็นการบอกให้ตัวครูผู้สอนทราบถึงประสิทธิภาพในการสอนของตนเอง ดังนั้นการประเมินผลจึงมีผลต่อการสอน ในขณะที่การเปลี่ยนแปลงหลักสูตรอาจไม่ส่งผลต่อการสอนเหมือนกับการประเมิน

ดังนั้น จากการวัดและประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในช่วงต้นผู้วิจัยสรุปได้ว่า สามารถทำได้หลายวิธี แต่วิธีที่นิยมใช้กันมากมี 2 ลักษณะ คือ การประเมินด้วยแบบทดสอบและการประเมินจากการลงมือปฏิบัติ วิธีประเมินแบบใช้แบบทดสอบนั้น ส่วนใหญ่มักนิยมสร้างเป็นแบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบลักษณะแบบทดสอบอาจมี 2 ลักษณะ คือ เป็นแบบทดสอบที่อิงเนื้อหาในบทเรียน และไม่อิงเนื้อหาในบทเรียน

ประสิทธิภาพของเครื่องมือวิจัย

1. ความหมายของประสิทธิภาพของเครื่องมือวิจัย

ความหมายของประสิทธิภาพของเครื่องมือวิจัยได้มีนักการศึกษาได้ให้ความหมายไว้ ดังนี้

สมนึก ภัททิยธนี (2551, หน้า 98-102) อ้างโดย (ปัญญารัตน์ พุฒยานวงศ์, 2561, หน้า 63) ได้ให้ความหมายของประสิทธิภาพ สื่อการสอนหรือนวัตกรรมทางการศึกษาไว้ ดังนี้

ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) เป็นค่าที่บ่งบอกถึงแผนการจัดการเรียนรู้นั้นสามารถพัฒนานักเรียนให้เกิดการเรียนรู้อย่างต่อเนื่องหรือไม่ โดยจะมีการเก็บข้อมูลของผลการจัดการเรียนรู้อันเนื่องมาจากนวัตกรรมเป็นระยะซึ่งจะสะท้อนให้เห็นถึงพัฒนาการและความงอกงามของนักเรียน โดยทั่วไปใช้คะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบย่อย แบบฝึกทักษะ หรือคะแนนพฤติกรรมการเรียนรู้ในระหว่างที่นักเรียนกำลังเรียนตาม แผนการจัดการเรียนรู้

ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) เป็นค่าที่บ่งบอกว่าแผนการจัดการเรียนรู้สามารถส่งผลให้นักเรียนเกิดสัมฤทธิ์ผลหรือไม่บรรลุวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ในแผนจัดการเรียนรู้นั้นมากน้อยเพียงใด ซึ่งคำนวณได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ (หลังเรียน) ทุกคนสรุปประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ หมายถึงความสามารถในการพัฒนา ของนักเรียนที่ทำให้เกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ตามความยากง่ายของธรรมชาติของแต่ละวิชา เช่น 80/80 80 ตัวแรก หมายถึง ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทุกคนที่ได้จากการทำแบบทดสอบย่อยทำแบบฝึกทักษะประจำแผนการจัดการเรียนรู้ 80 ตัวหลัง หมายถึง คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทุกคนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนซึ่งได้ค่าเฉลี่ยไม่น้อยกว่าร้อยละ 80

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2556, หน้า 7) ได้ให้ความหมายของประสิทธิภาพไว้ว่า ประสิทธิภาพ (Efficiency) หมายถึง สภาวะหรือคุณภาพของสมรรถนะในการดำเนินงาน เพื่อให้งานมีความสำเร็จโดยใช้เวลาความพยายาม และค่าใช้จ่ายค้ำค้ำที่ต่ำสุดตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ โดยกำหนดเป็นอัตราส่วนหรือร้อยละระหว่างปัจจัยนำเข้ากระบวนการและผลลัพธ์ (Ratio Between Input, Process and Output) จากความหมายข้างต้น

เพ็ญนิภา แววศรี (2562, หน้า 63) การหาประสิทธิภาพของเครื่องมือวิจัย หมายถึง คุณภาพของสื่อที่สร้างขึ้น เพื่อเอื้ออำนวยเงื่อนไขให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้เข้าใจในเนื้อหาบทเรียนนั้นเป็นอย่างดีนั่นเอง

ดังนั้นจากความหมายของประสิทธิภาพของเครื่องมือวิจัยในข้างต้นผู้วิจัยสรุปได้ว่า เกณฑ์ประสิทธิภาพ คือเกณฑ์ที่เรากำหนดขึ้นเป็นคะแนนทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน เช่น การกำหนดเกณฑ์ $E_1/E_2 = 80/80$ และเกณฑ์ประสิทธิภาพทางวิทยาศาสตร์นั้นจะไม่กำหนดค่าที่สูงนักเนื่องจากการพัฒนาทักษะที่ค่อนข้างยากจะทำให้ไม่บรรลุตามเกณฑ์ ประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 โดยคิดจากคะแนน 2 ส่วน ดังนี้

1. เกณฑ์ 80 ตัวแรก หมายถึง ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทั้งหมดที่ได้จากการทำแบบทดสอบระหว่างเรียนและจากการทำกิจกรรมระหว่างเรียน
2. เกณฑ์ 80 ตัวหลัง หมายถึง ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทั้งหมด ที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หลังจากเรียนจบครบหน่วย

2. การหาประสิทธิภาพของเครื่องมือวิจัย

การหาประสิทธิภาพของเครื่องมือวิจัยได้มีนักการศึกษาได้มีนักวิชาการได้เสนอลักษณะของการหาประสิทธิภาพของเครื่องมือวิจัยไว้ ดังนี้

เพชฌุ กิจระการ (2544, หน้า 30-36) วิธีนี้จะนำสื่อไปทดลองใช้กับกลุ่มนักเรียนเป้าหมายการหาประสิทธิภาพของสื่อ เช่น บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) บทเรียนโปรแกรมชุดการสอน แผนการจัดการเรียนรู้แบบฝึกทักษะเป็นต้น สวมมาใช้วิธีการหาประสิทธิภาพด้วยวิธีนี้ ประสิทธิภาพที่วัดสวนใหญ่จะพิจารณาจากเปอร์เซ็นต์การทำแบบฝึกหัด หรือกระบวนการเรียนระหว่างเรียน หรือแบบทดสอบย่อย โดยแสดงค่าเป็นตัวเลข 2 ตัว เช่น $E_1/E_2 = 80/80$ เป็นต้น

1. เกณฑ์ 80/80 ในความหมายที่ 1 ตัวเลข 80 ตัวแรก (E_1) คือ นักเรียนทั้งหมดทำแบบฝึกหัดหรือแบบทดสอบย่อยได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80 ถือเป็นประสิทธิภาพ ของกระบวนการ สวนตัวเลข 80 ตัวหลัง (E_2) คือ นักเรียนทั้งหมดที่ทำแบบทดสอบหลัง เรียนได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80 ถือว่าเป็นประสิทธิภาพของผลลัพธ์
2. เกณฑ์ 80/80 ในความหมายที่ 2 ตัวเลข 80 ตัวแรก (E_1) คือ นักเรียนร้อยละ 80 ทำแบบทดสอบหลังเรียนได้คะแนนร้อยละ 80 ทุกคนสวนตัวเลข 80 ตัวหลัง (E_2) คือ นักเรียนทั้งหมดที่ทำแบบทดสอบหลังเรียนครั้งนั้นได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80

3. เกณฑ์ 80/80 ในความหมายที่ 3 ตัวเลข 80 ตัวแรก (E_1) คือ จำนวน นักเรียนทั้งหมดทำแบบทดสอบหลังเรียนได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80 ส่วนตัวเลข 80 ตัวหลัง (E_2) คือ คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80 ที่นักเรียนทำเพิ่มขึ้นจากแบบทดสอบหลังเรียน โดยเทียบกับคะแนนที่ได้ก่อนการเรียน

4. เกณฑ์ 80/80 ในความหมายที่ 4 ตัวเลข 80 ตัวแรก (E_1) คือ นักเรียน ทั้งหมดทำแบบทดสอบหลังเรียนได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80 ส่วนตัวเลข 80 ตัวหลัง (E_2) คือ นักเรียนทั้งหมดทำแบบทดสอบหลังเรียนแต่ละข้อถูกมีจำนวนร้อยละ 80 (ถ้านักเรียนทำข้อสอบข้อใดถูกมีจำนวนไม่ถึงร้อยละ 80 แสดงว่าข้อไม่มีประสิทธิภาพ และชี้ให้เห็นว่าจุดประสงค์ที่ตรงกับข้อนั้นมีข้อบกพร่อง)

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2556, หน้า 8) หมายถึง ระดับประสิทธิภาพของสื่อ หรือชุดการสอนที่จะช่วยให้ผู้เรียนเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ กระทำได้โดยการประเมินผลพฤติกรรมของผู้เรียน 2 ประเภท คือ พฤติกรรมต่อเนื่อง (กระบวนการ) กำหนดค่าประสิทธิภาพเป็น $E_1 = \text{Efficiency of Process}$ (ประสิทธิภาพของ กระบวนการ) และพฤติกรรมสุดท้าย (ผลลัพธ์) กำหนดค่าประสิทธิภาพเป็น $E_2 = \text{Efficiency of Product}$ (ประสิทธิภาพของผลลัพธ์)

1. ประเมินพฤติกรรมต่อเนื่อง (Transitional Behavior) คือ ประเมินผล ต่อเนื่องซึ่งประกอบด้วยพฤติกรรมย่อยของผู้เรียน เรียกว่า กระบวนการ (Process) ที่เกิด จากการประกอบกิจกรรมกลุ่ม

2. ประเมินพฤติกรรมสุดท้าย (Terminal Behavior) คือ ประเมิน ผลลัพธ์ (Product) ของผู้เรียน โดยพิจารณาจากการสอบหลังเรียนและการสอบไล่

จากการหาประสิทธิภาพของเครื่องมือวิจัยในข้างต้นผู้วิจัยสรุปได้ว่าการหาประสิทธิภาพของเครื่องมือวิจัย คือ เกณฑ์ที่เรากำหนดขึ้นเป็นคะแนนทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน เช่น การกำหนดเกณฑ์ $E_1/E_2 = 80/80$ โดยคิดจากคะแนน 2 ส่วน ดังนี้

1. เกณฑ์ 80 ตัวแรก หมายถึง ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของนักเรียน ทั้งหมดที่ได้จากการทำแบบทดสอบระหว่างเรียนและจากการทำกิจกรรมระหว่างเรียน

2. เกณฑ์ 80 ตัวหลัง หมายถึง ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของนักเรียน ทั้งหมด ที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบทดสอบวัดทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หลังจากเรียนจบครบหน่วย

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1. ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ความหมายของประสิทธิภาพของเครื่องมือวิจัยได้มีนักการศึกษาได้ให้ความหมายไว้ ดังนี้

รสสุคนธ์ คำสุข (2560, หน้า 125-136) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คุณลักษณะ หรือความสามารถทางสมองของบุคคลที่พัฒนาดีขึ้น ทั้งทางด้านความรู้ ความจำ ทักษะ ความรู้สึกและค่านิยม ซึ่งได้จากการเรียนรู้ประสบการณ์และสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ

ศิริรักษ์ แก้วหานาม (2561, หน้า 21-29) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นผลที่ได้จากการวัดความสำเร็จในเรื่องนั้น ๆ โดยมีเครื่องมือช่วยในการวัด เช่น แบบทดสอบแบบสอบถาม เป็นต้น หรือแม้กระทั่งการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมที่เกิดขึ้นในบางเรื่องก็ถือได้ว่าเป็นผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในเรื่องนั้น ๆ ด้วย องค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน Prescott (1963, อ้างถึง กิ่งดาว ทาสี, 2544, หน้า 7-8) องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้นักเรียนทั้งในและนอกห้องเรียน ประกอบด้วยองค์ประกอบที่สำคัญ ดังนี้ 1) ด้านร่างกาย ได้แก่ การเติบโตทางด้านร่างกาย 2) ด้านความรัก ได้แก่ ความสัมพันธ์ของพ่อ แม่ และลูก ความสัมพันธ์ของคนในครอบครัว

วัชรียา พรหมพันธ์ (2562, หน้า 107-116) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ปริมาณความสำเร็จของนักเรียนการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมที่เกี่ยวข้องกับสมรรถภาพทางสมอง และสติปัญญาของนักเรียนภายหลังจากที่ได้ผ่านกระบวนการจัดการเรียนรู้ไปแล้ว ซึ่งได้มาจากการวัด โดยใช้แบบวัด การสังเกต หรือการตรวจผลงาน เป็นต้น

จากความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในข้างต้นผู้วิจัยสรุปได้ว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นผลที่ได้จากการวัดความสำเร็จในเรื่องนั้น ๆ โดยมีเครื่องมือช่วยในการวัด เช่น แบบทดสอบ แบบสอบถาม หรือผลงาน เป็นต้น

2. ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ได้มีนักการศึกษาได้จำแนกไว้ ดังนี้

บุญชม ศรีสะอาด (2545, หน้า 53) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบวัดผล สัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่า เป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ความสามารถของบุคคลในด้านวิชาการ ซึ่งเป็นผลจากการเรียนรู้ในเนื้อหาสาระตามจุดประสงค์ของรายวิชา แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. การประเมินผลแบบอิงกลุ่ม (Norm-Reference Evaluation)

เป็นการประเมินผลโดยการเปรียบเทียบคะแนน หรือผลการสอบของนักเรียนแต่ละคนกับคะแนนคนอื่น ๆ ในกลุ่มเดียวกัน ซึ่งถูกวัดโดยแบบทดสอบชุดเดียวกัน การประเมินผลแบบนี้จุดประสงค์เพื่อ กระจายความสามารถของนักเรียนตั้งแต่สูงสุดไปหาต่ำที่สุด การทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์แบบอิงกลุ่ม จะเป็นข้อสอบที่ครอบคลุมเนื้อหาวิชาการทั้งหมดเป็นส่วนใหญ่ ข้อสอบแต่ละข้อเป็นข้อสอบที่สามารถจำแนกนักเรียนได้สร้างตามตารางวิเคราะห์หลักสูตร เป็นข้อสอบที่สามารถจำแนกนักเรียนได้สร้างตามตารางวิเคราะห์หลักสูตร จึงนิยมใช้ในการตัดสินผลการเรียนและการสอบคัดเลือก

2. การประเมินผลแบบอิงเกณฑ์ (Criterion-Reference Evaluation)

เป็นการประเมินผลโดยการนำคะแนน หรือผลของการสอนที่ได้ไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดไว้ เกณฑ์ในที่นี้ คือ จุดประสงค์ของการสอนหรือระดับความสามารถที่คาดหวังหรือพฤติกรรมของนักเรียน หลังจากสอนไปแล้ว การวัดแบบนี้จะช่วยให้ครูทราบได้ว่า จะต้องปรับปรุงการสอนในเนื้อหาตอนใด เพื่อที่จะได้บรรลุจุดประสงค์ที่ตั้งไว้ ทำให้ทราบถึงความก้าวหน้าของนักเรียน นักเรียนอาจจะใช้เวลาต่างกันจึงจะผ่านเกณฑ์ที่กำหนด ครูอาจตั้งเกณฑ์สำหรับผู้สอบผ่านได้ 80% หรือ 85% หากนักเรียนไม่ผ่านเกณฑ์ที่ตั้งไว้ ต้องหาทางช่วยเหลือโดยการสอนซ่อมเสริมต่อไป

รสนุคนธ์ คำสุข (2560, หน้า 21-29) การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต้องมีการวิเคราะห์วัตถุประสงค์ กำหนดรูปแบบของข้อคำถาม และก่อนนำข้อสอบไปใช้ต้องมีการตรวจสอบคุณภาพก่อนเสมอ ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกใช้เครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยสร้างเป็นข้อสอบปรนัยแบบเลือกตอบ ซึ่งเป็นข้อสอบที่กำหนดคำตอบไว้ให้แล้ว ผู้ตอบเพียงแต่เลือกเอาคำตอบที่เห็นว่าน่าจะถูกต้องมาตอบเท่านั้น ส่วนประกอบของแบบทดสอบได้แก่ ตัวคำถาม (Stem) กับตัวเลือก (Choices) ซึ่งมีทั้ง ตัวเลือกที่ถูกต้อง (Correct) กับตัวเลือกที่เป็นตัวลวง (Decoy)

วัชรียา พรหมพันธ์ (2562, หน้า 59) ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีหลายรูปแบบ ได้แก่ ข้อสอบแบบความเรียงหรืออัตนัย ข้อสอบแบบกาถูก-ผิด ข้อสอบแบบเติมคำ แบบทดสอบแบบตอบสั้น ๆ ข้อสอบแบบจับคู่ ข้อสอบแบบเลือกคำตอบ การที่ครูผู้สอนจะเลือกออกข้อสอบประเภทใดนั้นต้องพิจารณาข้อดี ข้อจำกัด ความเหมาะสมของแบบทดสอบกับเนื้อหาหรือจุดประสงค์ในการเรียนรู้อีกด้วย

จากการศึกษาประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในข้างต้นผู้วิจัยสรุปได้ว่าประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์แบ่งออกเป็นหลายประเภทดังนี้ ข้อสอบแบบความเรียงหรืออัตนัย ข้อสอบแบบกาถูก-ผิด ข้อสอบแบบเติม คำแบบทดสอบแบบตอบสั้น ๆ ข้อสอบแบบจับคู่ ข้อสอบแบบเลือกคำตอบ การที่ครูผู้สอนจะเลือกออกข้อสอบประเภทใดนั้นต้องพิจารณาข้อดี ข้อจำกัด ความเหมาะสมของแบบทดสอบกับเนื้อหาหรือจุดประสงค์ในการเรียนรู้ให้ดีกว่าก่อน แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่า เป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ความสามารถของบุคคลในด้านวิชาการ ซึ่งเป็นผลจากการเรียนรู้ในเนื้อหาสาระตามจุดประสงค์ของรายวิชาแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้ 1) การประเมินผลแบบอิงกลุ่ม (Norm-Reference Evaluation) เป็นการประเมินโดยการเปรียบเทียบคะแนน 2) การประเมินผลแบบอิงเกณฑ์ (Criterion-Reference Evaluation) เป็นการประเมินผลโดยการนำคะแนนหรือผลของการสอนที่ได้ไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดไว้

3. ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งที่เป็นแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นและแบบทดสอบมาตรฐาน มีวิธีการในการสร้างข้อคำถามเหมือนกัน คือจะเป็นคำถามที่วัดเนื้อหาและพฤติกรรมที่ได้สอนนักเรียนไปแล้ว สำหรับที่ใช้วัดจะเป็นพฤติกรรมที่สามารถตั้งคำถามวัดได้ มักนิยมใช้ตามหลักที่ได้จากผลการประชุมของนักวัดผลซึ่ง Bloom (1976, p. 139) สรุปการวัดผลด้านสติปัญญาควรวัดพฤติกรรม ดังนี้

1. ด้านความรู้ – ความจำ (Knowledge) หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงเรื่องราวต่าง ๆ
2. ด้านความเข้าใจ (Comprehension) หมายถึง สมรรถภาพทางสมองของบุคคล ในการจัดระเบียบความคิดแล้วแสดงออกมา และสามารถที่จะนำเสนอความรู้ ความคิดที่ชัดเจนกว่าของเดิม
3. ด้านการนำไปใช้ (Application) หมายถึง การนำไปใช้เป็นความสามารถในการประยุกต์หลักการ เทคนิค แนวคิด หรือทฤษฎีต่าง ๆ เพื่อแก้ปัญหา ในสถานการณ์ที่แปลกใหม่ รวมไปถึงการนำกฎเกณฑ์หรือหลักความรู้ในเรื่องใดเรื่องหนึ่งไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ
4. ด้านการวิเคราะห์ (Analysis) หมายถึง ความสามารถในการแยกแยะรายละเอียดของเนื้อหาเรื่องราว เหตุการณ์ หรือข้อเท็จจริงใด ๆ เพื่อจำแนกให้เห็นส่วนประกอบ สาระสำคัญ และความสัมพันธ์ของส่วนประกอบเหล่านั้น ตลอดจนสกัด

ให้เห็นสิ่งที่เป็นหลักการที่เป็นต้นกำเนิดทำให้ส่วนประกอบเหล่านั้นรวมกันเป็นกลุ่มก้อนหรือเป็นเรื่องราวขึ้นมาได้

5. ด้านการสังเคราะห์ (Synthesis) หมายถึง ความสามารถในการผสมผสานส่วนย่อยเข้าเป็นเรื่องราวเดียวกัน ซึ่งจะเกี่ยวข้องกับกระบวนการทำงานการจัดเรียงเรียง และผสมผสานให้เกิดสิ่งใหม่ขึ้น

6. ด้านการประเมินค่า (Evaluation) หมายถึง การตัดสินใจเกี่ยวกับคุณค่าของสิ่งหนึ่งสิ่งใด ทั้งนี้อาจเป็นการตัดสินใจโดยยึดถือตามปริมาณ หรือคุณภาพ

สมชาย วรภิเษมสกุล (2555 หน้า 202-207) ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1. ขั้นกำหนดจุดมุ่งหมายของการทดสอบ การกำหนดจุดมุ่งหมายจะได้มาจากการวิเคราะห์หลักสูตร ที่จำแนกให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบย่อยที่เกี่ยวข้องกัน ได้แก่ เนื้อหา จุดมุ่งหมาย กิจกรรม ประสบการณ์ และพฤติกรรมที่เป็นจุดมุ่งหมายปลายทางของหลักสูตร

2. การออกแบบสร้างแบบทดสอบ เป็นการกำหนดรูปแบบของขอบเขตเนื้อหา และแนวทางการสร้างเพื่อพัฒนาให้ได้ข้อสอบและแบบทดสอบที่มีคุณภาพ ซึ่งมีขั้นตอนในการดำเนินการ ดังนี้

2.1 วางแผนการทดสอบ เป็นการกำหนดของครูผู้สอนว่าในแต่ละภาคเรียนมีการทดสอบอะไรบ้าง

2.2 กำหนดรูปแบบของข้อสอบ เป็นการพิจารณาของการใช้รูปแบบการทดสอบ ว่าจะเป็นในลักษณะใด เช่น แบบอิงเกณฑ์ แบบเขียนตอบ แบบอัตนัย ทดสอบแบบกลุ่มหรือรายบุคคล เป็นต้น

2.3 การสร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตร เป็นการวิเคราะห์ความสัมพันธ์และความสอดคล้องของจุดประสงค์

2.4 สร้างแผนผังการทดสอบเป็นตารางที่สร้างเพื่อนำเสนอว่าการทดสอบแต่ละครั้งจะวัดเนื้อหาอะไร และมีจุดประสงค์อะไรบ้าง

3. เขียนข้อสอบ เป็นขั้นตอนของการเขียนข้อสอบที่ครูผู้สอนต้องมีความรู้ในเนื้อหาสาระอย่างดี และมีทักษะในการเขียนข้อสอบที่มีขั้นตอน ดังนี้

3.1 กำหนดลักษณะเฉพาะของข้อสอบ เป็นการกำหนดลักษณะเฉพาะของข้อสอบตามจุดประสงค์การเรียนรู้ ที่ช่วยให้ประหยัดเวลาในการเขียนข้อสอบครั้งต่อไป

3.2 กำหนดข้อสอบฉบับร่าง เป็นการเขียนข้อสอบตามลักษณะเฉพาะที่กำหนดไว้ และควรสร้างข้อสอบเกินจำนวนที่ต้องการไว้ประมาณ 25% เพื่อ สำหรับการปรับปรุงแก้ไข

3.3 ทำการทบทวนและตรวจสอบแบบทดสอบฉบับร่างที่ได้สร้างเสร็จแล้ว

4. การทดลองใช้และการวิเคราะห์ข้อสอบเป็นขั้นตอนของการนำข้อสอบที่ได้รับการทบทวนและตรวจสอบ ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่ใกล้เคียงกับกลุ่มผู้สอบ ที่จะนำแบบทดสอบไปใช้จริงอย่างน้อยจำนวน 50 คน เพื่อให้มีความน่าเชื่อถือโดยมีขั้นตอนในการวิเคราะห์ ดังนี้

4.1 การวิเคราะห์ข้อสอบโดยแบ่งเป็นการวิเคราะห์ทางกายภาพ และการวิเคราะห์เชิงปริมาณ

4.2 การคัดเลือกข้อสอบเพื่อจัดทำแบบทดสอบ เป็นการคัดเลือกข้อสอบที่มีคุณภาพ คือ มีความยากพอเหมาะ (มีค่าระหว่าง .2-.8) และมีค่าอำนาจจำแนกสูงตั้งแต่ .2 ขึ้นไป

4.3 การวิเคราะห์ข้อสอบทั้งฉบับเป็นการนำข้อมูลของข้อสอบที่ได้รับการคัดเลือกเป็นแบบทดสอบมาคำนวณค่าความเที่ยงตรงและความเชื่อมั่นที่เป็นข้อมูลเบื้องต้นดังนั้นจึงต้องนำแบบทดสอบไปใช้และนำกลับมาวิเคราะห์เพื่อหาที่สมบรูณ์อีกครั้ง

5. การนำแบบทดสอบไปใช้ เป็นการจัดสภาพแวดล้อมและปัจจัยทั้งทางกายภาพและจิตวิทยาที่มีอิทธิพลต่อการแสดงความสามารถ ในการตอบคำถามของผู้สอบ หรือผู้สอบทุกคนจะต้องได้รับความเท่าเทียมกันในการแสดงความสามารถในการเรียนรู้

6. การวิเคราะห์แบบทดสอบ เป็นการนำผลที่ได้จากการนำไปใช้มาวิเคราะห์เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบในด้านความเที่ยงตรงและความเชื่อมั่น ดังนี้

6.1 การวิเคราะห์ค่าสถิติเบื้องต้นของแบบทดสอบ

6.2 การวิเคราะห์แบบทดสอบ เป็นการนำข้อมูลของผู้ตอบทั้งฉบับของผู้สอบมาวิเคราะห์ว่าสามารถใช้วัดผลการเรียนรู้ตามที่ต้องการได้หรือไม่

7. แก้ไขปรับปรุงแบบทดสอบ เป็นการนำแบบทดสอบไปใช้หลาย ๆ ครั้งตามเงื่อนไขแล้ววิเคราะห์ผลซ้ำ เพื่อใช้เป็นข้อมูลยืนยันว่าเป็นแบบทดสอบที่มีคุณภาพและอาจนำผลมาพัฒนาเป็นเกณฑ์ปกติ เพื่อเป็นบรรทัดฐานของการเปรียบเทียบความหมายของคะแนน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สามารถวัดได้จากการใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์แบบปรนัย

จากการศึกษาขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผู้วิจัยสามารถสรุปผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ระดับคะแนนความสามารถทางสติปัญญา ที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่แสดงออกมาในรูปแบบของคะแนนผลการเรียนรู้ สามารถวัดได้ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยแบ่งเป็น 6 ด้าน ดังนี้

1. ด้านความรู้ – ความจำ (Knowledge Comprehension) หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงเรื่องราวต่าง ๆ
2. ด้านความเข้าใจ (Comprehension) หมายถึง สมรรถภาพทางสมองของบุคคล ในการจัดระเบียบความคิดแล้วแสดงออกมา และสามารถที่จะนำเสนอความรู้ ความคิดที่ชัดเจนกว่าของเดิม
3. ด้านการนำไปใช้ (Application) หมายถึง ความสามารถในการประยุกต์หลักการ เทคนิค แนวคิด หรือทฤษฎีต่าง ๆ เพื่อแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่แปลกใหม่ รวมไปถึงการนำกฎเกณฑ์หรือหลักความรู้ในเรื่องใดเรื่องหนึ่งไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ
4. ด้านการวิเคราะห์ (Analysis) หมายถึง ความสามารถในการแยกแยะรายละเอียดของเนื้อหาเรื่องราว เหตุการณ์ หรือข้อเท็จจริงใด ๆ เพื่อจำแนกให้เห็นส่วนประกอบ สำคัญ และความสัมพันธ์ของส่วนประกอบเหล่านั้น ตลอดจนสกัดให้เห็นสิ่งที่เป็นหลักการที่เป็นต้นกำเนิดทำให้ส่วนประกอบเหล่านั้นรวมกันเป็นกลุ่มก้อน หรือเป็นเรื่องราวขึ้นมาได้
5. ด้านการสังเคราะห์ (Synthesis) หมายถึง ความสามารถในการผสมผสานส่วนย่อยเข้าเป็นเรื่องราวเดียวกัน ซึ่งจะเกี่ยวข้องกับกระบวนการทำงาน การจัดเรียงเรียง และผสมผสานให้เกิดสิ่งใหม่ขึ้น
6. ด้านการประเมินค่า (Evaluation) หมายถึง การตัดสินเกี่ยวกับคุณค่าของสิ่งหนึ่งสิ่งใด ทั้งนี้อาจเป็นการตัดสินโดยยึดถือตามปริมาณ หรือคุณภาพ

และมีขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้ 7 ขั้นตอน คือ

1. ชี้แจงกำหนดจุดมุ่งหมายของการทดสอบ การกำหนดจุดมุ่งหมายจะได้มาจากการวิเคราะห์หลักสูตร
2. การออกแบบสร้างแบบทดสอบ เป็นการกำหนดรูปแบบของขอบเขต เนื้อหา และแนวทางการสร้างเพื่อพัฒนาให้ได้ข้อสอบและแบบทดสอบที่มีคุณภาพ

3. เขียนข้อสอบเป็นขั้นตอนของการเขียนข้อสอบที่ครูผู้สอนต้องมีความรู้ ในเนื้อหาสาระอย่างดีและมีทักษะในการเขียนข้อสอบ
4. การทดลองใช้และการวิเคราะห์ข้อสอบเป็นขั้นตอนของการนำข้อสอบ ที่ได้รับการทบทวนและตรวจสอบ ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่ใกล้เคียงกับกลุ่มผู้สอบที่จะนำแบบทดสอบไปใช้จริง
5. การนำแบบทดสอบไปใช้ เป็นการจับสภาพแวดล้อมและปัจจัยทั้งทางกายภาพและจิตวิทยาที่มีอิทธิพลต่อการแสดงความสามารถ ในการตอบคำถามของผู้สอบ
6. การวิเคราะห์แบบทดสอบ เป็นการนำผลที่ได้จากการนำไปใช้มาวิเคราะห์เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบในด้านความเที่ยงตรงและความเชื่อมั่น
7. แก้ไขปรับปรุงแบบทดสอบ เป็นการนำแบบทดสอบไปใช้หลาย ๆ ครั้ง ตามเงื่อนไขแล้ววิเคราะห์ผลซ้ำ เพื่อใช้เป็นข้อมูลยืนยันว่าเป็นแบบทดสอบที่มีคุณภาพและอาจนำผลมาพัฒนาเป็นเกณฑ์ปกติ

4. ลักษณะของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่ดี

แบบทดสอบที่ดีมีคุณภาพย่อมทำให้ผลการวัดที่ได้มีความถูกต้อง แต่ถ้าแบบทดสอบมีคุณภาพไม่ดีย่อมทำให้ผลการวัดมีความผิดพลาด ดังนั้นในการวัดผล การศึกษาคุณภาพของเครื่องมือ ย่อมเป็นสิ่งที่ต้องให้ความสนใจเป็นพิเศษ ลักษณะของเครื่องมือวัดผลที่ดีมีหลายประการ ดังนี้ (ธีรศักดิ์ อุ่ นอารมณฺ์ เลิศ, 2549, หน้า 134-136)

4.1 ความเที่ยงตรง (Validity) หมายถึง แบบทดสอบสามารถวัดได้ตรงเป้าหมาย หรือวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้ หรือวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยพิจารณาจากความมุ่งหวังให้นักเรียนมีความรู้ความสามารถในด้านใด เครื่องมือวัดผลจะต้องมีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา คือวัดได้ตรงประเด็น หรือวัตถุประสงค์การเรียนรู้และครอบคลุมเนื้อหาสาระทั้งหมดที่เรียนมา และต้องมีความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง คือต้องวัดพฤติกรรมในด้านต่าง ๆ ที่สอดคล้องกับคุณลักษณะทางจิตวิทยา นอกจากนี้ควรจะต้องมีความเที่ยงตรงเชิงสภาพและความเที่ยงตรงเชิงพยากรณ์ด้วย ซึ่งความเที่ยงตรงถือว่าเป็นหัวใจสำคัญที่สุดของการวัดผลแบบประเพณีนิยม (Classical Test Theory)

4.2 ความเชื่อมั่นได้ (Reliability) หมายถึง ความน่าเชื่อถือของแบบสอบถามหรือความสามารถของข้อสอบที่จะสามารถวัดครั้งแรกแล้วนำไปวัด ครั้งที่สองค่าที่ได้จะเหมือนเดิม หรือใกล้เคียงกับครั้งแรก ได้แก่การที่คนเก่งสอบได้คะแนนสูง คนอ่อนสอบได้

คะแนนน้อย การวัดในครั้งที่สองก็ยังคงมีลักษณะเช่นเดิมอีก หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่ามีความคงเส้นคงวา

4.3 ความเป็นปรนัย (Objectivity) หมายถึง ข้อสอบที่ดีจะต้องมีความเป็นปรนัยสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ประการ ประการแรกคือ ผู้อ่านหรือผู้ทำข้อสอบอ่านข้อคำถามแล้วมีความเข้าใจตรงกันว่าคำถามหมายความว่าอย่างไร การตอบถูกหรือผิดเกิดจากความรู้ของผู้ตอบแต่ละบุคคลเท่านั้น ถ้าตอบผิดก็เป็นการตอบผิดไม่ได้เกิดจากความกำกวมของข้อคำถาม แต่ผู้ตอบไม่มีความรู้เรื่องนั่นเอง ประการที่สองคือ มีแบบแผนการตรวจคำตอบที่เหมือนกัน คือไม่ว่าใครเป็นผู้ตรวจจะต้องได้คะแนนเท่ากัน (กรณีข้อสอบปรนัย) และประการที่สาม คือ มีการแปลความหมายของคะแนนไม่ตรงกัน ไม่ว่าจะผู้ใดจะเป็นผู้ดำเนินการแปลผลก็ตาม

4.4 ประสิทธิภาพ (Efficiency) หมายถึง ข้อคำถามนั้นสามารถวัดได้จริง มีประสิทธิภาพสูง มีความถูกต้อง โดยสามารถประหยัดเวลาและงบประมาณได้ดีที่สุด วัดได้หลายด้านมีความคุ้มค่าใช้ประโยชน์ได้หลายอย่าง

4.5 ความยากง่ายเหมาะสม (Difficulty) หมายถึง แบบทดสอบที่ดีควรจะมีความยากง่ายพอเหมาะหรือปานกลาง คือ ค่าความยากอยู่ระดับ $p = .5$ การกำหนดค่าความยากพอเหมาะต้องพิจารณาว่า ข้อสอบที่ใช้วัดกับนักเรียนระดับใด ต้องพิจารณาเลือกให้เหมาะสม เพราะว่าถ้าข้อสอบมีความง่ายเกินไปเด็กเก่งและเด็กอ่อนก็จำถูกต้องหมด และข้อสอบที่ยากเกินไปเด็กที่เก่งและเด็กที่อ่อนก็จะทำผิดหมด จะเห็นว่าถ้าข้อสอบมีความยากเกินไป หรือง่ายเกินไปจะไม่สามารถจำแนกเด็กนักเรียนที่เก่ง หรืออ่อนได้ หรือไม่มีอำนาจจำแนก (ค่าความยากของข้อสอบที่สามารถนำไปใช้ได้มีค่าอยู่ระหว่าง .2-.8)

4.6 อำนาจจำแนก (Discrimination) หมายถึง แบบทดสอบจะต้องสามารถจำแนกนักเรียนที่เรียนเก่งออกจากเด็กนักเรียนที่เรียนอ่อน (ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบที่ดีมีค่าอยู่ระหว่าง .2 - 1.0)

4.7 คำถามถามลึก (Searching) หมายถึง การถามคำถามวัดพฤติกรรมที่ลึกกว่าพฤติกรรมทางด้านความจำ ความเข้าใจ ได้แก่การนำไปใช้ การวิเคราะห์ และการสังเคราะห์ หรือการประเมินค่า เป็นต้น

4.8 คำถามยั่วยุ (Exemplary) หมายถึง การถามคำถามที่มีลักษณะถ้าทายให้เด็กอยากคิดอยากทำมีข้อคำถามดึงดูดความสนใจ มีรูปภาพประกอบและการเรียงลำดับของข้อสอบควรเรียงจากง่ายไปหายาก

4.9 จำเพาะเจาะจง (Definite) หมายถึง คำถามที่ดีต้องไม่ถามกว้างเกินไป ไม่คลุมเครือ และมีความชัดเจน และมีความเฉพาะเจาะจงในข้อคำถาม

4.10 เวลาพอเหมาะ (Speediness) หมายถึง เวลาที่ใช้มีความพอกเหมาะ กับจำนวนข้อสอบ หรือประเภทของแบบทดสอบว่าเป็นแบบทดสอบประเภท Power Test หรือ Speed Test

4.11 ความยุติธรรม (Fairness) หมายถึง แบบทดสอบที่ดีต้องมีความยุติธรรม คือ เมื่อผู้สอบกลุ่มใดก็ตามที่ใช้แบบทดสอบชุดนั้นแล้วจะต้องไม่มีการได้เปรียบเสียเปรียบกันในตัวข้อคำถามที่เอื้อประโยชน์ให้กับกลุ่มหนึ่งกลุ่มใด หรือเกิดความลำเอียง หรือเรียกว่าข้อสอบมีความลำเอียง (Item Bias) ที่มีผลต่อการตอบข้อสอบ ได้แก่ เพศ สภาพแวดล้อม ภูมิหลังที่แตกต่างกัน เป็นต้น โดยที่คะแนนความแตกต่างที่ได้เป็นผลมาจากความสามารถของนักเรียนเองเท่านั้นไม่ใช่ปัจจัยอื่น

4.12 ความสามารถในการนำไปใช้ (Usability) หมายถึง แบบทดสอบที่จะต้องสามารถนำไปใช้สอยได้สะดวกและมีประสิทธิภาพด้านต่าง ๆ ได้แก่ ด้านที่ 1 ความง่ายต่อการดำเนินการสอบ คือ การมีคำชี้แจงในการสอบเกี่ยวกับวิธีการเวลาสอบที่แน่นอน เป็นต้น ด้านที่ 2 กำหนดเวลาที่เหมาะกับจำนวนข้อสอบและประเภทของข้อสอบ ด้านที่ 3 ความง่ายในการให้คะแนน และด้านที่ 4 ความง่ายในด้านการแปลความหมายสิ่งต่าง ๆ ที่กล่าววนอกจากทำให้การสอบมีประสิทธิภาพและวัดได้ถูกต้องและตรงสภาพความเป็นจริงแล้วยังสามารถช่วยเพิ่มคุณภาพการศึกษาได้อีกทางหนึ่ง

ดังนั้นจากลักษณะของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่ดีสรุปได้ว่า แบบทดสอบที่ดีมีคุณภาพย่อมทำให้ผลการวัดที่ได้มีความถูกต้อง แต่ถ้าแบบทดสอบมีคุณภาพไม่ดีย่อมทำให้ผลการวัดมีความผิดพลาด

ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้

1. ความหมายของความพึงพอใจ

ความหมายของประสิทธิภาพของเครื่องมือวิจัยได้มีนักการศึกษาได้ให้ความหมายไว้ ดังนี้

ศิริรักษ์ แก้วหานาม (2561, หน้า 71) จากความหมายของความพึงพอใจของนักวิชาการและนักการศึกษาข้างต้น สรุปได้ว่า ความพึงพอใจเป็นความรู้สึกนึกคิด

ของแต่ละบุคคลที่มีต่อสิ่งต่าง ๆ บางคนอาจชอบ บางคนอาจไม่ชอบในสิ่งเดียวกันนั้น ความรู้สึกพึงพอใจจะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อบุคคลนั้น ได้รับการตอบสนองในสิ่งที่เป็นความพึงพอใจหรือเป็นไปตามเป้าหมายที่ตนเองต้องการ

รสนุคนธ์ คำสุข (2560, หน้า 51) ความพึงพอใจ หมายถึงความคิดเห็น หรือความรู้สึกที่มีต่อการปฏิบัติงานอย่างใดอย่างหนึ่ง ซึ่งมีผลอย่างยิ่งต่อการปฏิบัติงานนั้น ๆ ให้สำเร็จลงได้ด้วยดีตามวัตถุประสงค์หรือตามเป้าหมาย

วัชรียา พรหมพันธ์ (2562, หน้า 59) ความพึงพอใจ หมายถึงความรู้สึกนึกคิดหรือเจตคติ ความชอบหรือไม่ชอบที่มีต่อสิ่งเร้าในด้านต่าง ๆ ของบุคคลนั้น ๆ ความรู้สึกพึงพอใจเกิดขึ้นเมื่อบุคคลได้รับสิ่งที่ตนต้องการ หรือเป็นไปตามเป้าหมายที่ตนต้องการ

เพ็ญนิภา แววศรี (2562, หน้า 79) ความพึงพอใจเป็นความรู้สึกของบุคคลในทางบวก ความชอบ ความสบายใจ ความสุขใจต่อสภาพแวดล้อมในด้านต่าง ๆ หรือเป็นความรู้สึกที่พอใจต่อสิ่งที่ทำให้เกิดความชอบ ความสบายใจ และเป็นความรู้สึกที่บรรลุถึงความต้องการ

จากความหมายข้างต้นสรุปได้ว่า ความพึงพอใจ หมายถึงความรู้สึกดี หรือรู้สึกชอบ และมีทัศนคติในทางที่ดีต่อสิ่งต่าง ๆ ซึ่งบุคคลจะตอบสนองต่อสิ่งที่เป็นความพึงพอใจ เกิดขึ้นจากความต้องการของตนเองและหากตนเองไม่ได้รับในสิ่งที่ต้องการก็จะไม่เกิดความพึงพอใจโดยประเมินความพึงพอใจของนักเรียน 5 ด้าน ดังนี้

1. ด้านสาระการเรียนรู้ หมายถึง การประเมินความพึงพอใจเกี่ยวกับเนื้อหาที่นำมาจัดกิจกรรมการเรียนรู้ว่าเหมาะสมกับนักเรียน เวลา มีความน่าสนใจ และสามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้
2. ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ หมายถึง การประเมินความพึงพอใจเกี่ยวกับรูปแบบของกิจกรรมการเรียนรู้ในห้องเรียน นักเรียนชอบหรือมีความสุขในการร่วมกิจกรรม ความเหมาะสมกับเนื้อหา และเวลา เป็นกิจกรรมที่ฝึกทักษะการคิดของนักเรียน
3. ด้านสื่อการเรียนรู้ หมายถึง การประเมินความพึงพอใจเกี่ยวกับสื่อที่ครูใช้ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ มีความหลากหลาย น่าสนใจ กระตุ้นให้นักเรียนเกิดการคิดวิเคราะห์หาคำต่าง ๆ
4. ด้านการวัดและประเมินผล หมายถึง การประเมินความพึงพอใจเกี่ยวกับการประเมินผลงานของนักเรียน นักเรียนมีส่วนร่วมในการประเมินผลงานของตนเองและเพื่อน

5. ด้านผู้สอน หมายถึง การประเมินความพึงพอใจเกี่ยวกับครูผู้สอน ด้านบุคลิกภาพ น้ำเสียง การให้คำแนะนำต่าง ๆ

2. การวัดระดับความพึงพอใจ

การวัดระดับความพึงพอใจได้มีนักการศึกษาได้ให้เสนอการวัดระดับความพึงพอใจไว้ ดังนี้

ศิริรักษ์ แก้วหานาม (2561, หน้า 69) การวัดความพึงพอใจเป็นการบอกถึงความชอบของบุคคลที่มีต่อสิ่งหนึ่งสิ่งใด ซึ่งสามารถวัดได้หลายวิธี ไม่ว่าจะเป็น การสัมภาษณ์ การใช้แบบสอบถามความคิดเห็น การใช้แบบสำรวจความรู้สึก

ภณิดา ชัยปัญญา (2541, หน้า 11) อ้างโดย (เพ็ญนิภา แวงศรี , 2562, หน้า 81) ได้กล่าวไว้ว่า การวัดความพึงพอใจนั้น สามารถทำได้หลายวิธีดังต่อไปนี้

1. การใช้แบบสอบถาม โดยผู้ออกแบบสอบถามต้องการทราบความคิดเห็นซึ่งสามารถกระทำได้ในลักษณะกำหนดคำตอบให้เลือก หรือตอบคำถามอิสระ คำถามดังกล่าวอาจถามความพอใจในด้านต่าง ๆ เพื่อให้ผู้ตอบทุกคนมาเป็นแบบแผนเดียวกัน มักใช้ในกรณีที่ต้องการข้อมูลกลุ่มตัวอย่างมาก ๆ วิธีนี้นับเป็นวิธีที่นิยมใช้กันมากที่สุดในการวัดทัศนคติ รูปแบบของแบบสอบถามจะใช้มาตรวัดทัศนคติ ซึ่งที่นิยมใช้ในปัจจุบันวิธีหนึ่ง คือ มาตราสวณแบบลิเคิร์ท ประกอบด้วยข้อความที่แสดงถึงทัศนคติของบุคคลที่มีต่อสิ่งเร้าอย่างใดอย่างหนึ่งที่มีคำตอบที่แสดงถึงระดับความรู้สึก 5 คำตอบ เช่น มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด

2. การสัมภาษณ์ เป็นวิธีการที่ผู้วิจัยจะต้องออกไปสอบถาม โดยการพูดคุย โดยมีการเตรียมแผนงานล่วงหน้าเพื่อให้ได้ข้อมูลที่เป็นจริงมากที่สุด

3. การสังเกต เป็นวิธีวัดความพึงพอใจโดยการสังเกตพฤติกรรมของบุคคลเป้าหมายไม่ว่าจะแสดงออกจากการพูดจา กริยา ท่าทาง วิธีนี้ต้องอาศัยการกระทำอย่างจริงจัง และสังเกตอย่างมีระเบียบแบบแผน วิธีนี้เป็นวิธีการศึกษาที่เก่าแก่และยังเป็นที่นิยมใช้อย่างแพร่หลายจนถึงปัจจุบัน จากการศึกษาการวัดความพึงพอใจ สรุปได้ว่าการวัดความพึงพอใจเป็นการบอกถึงความชอบของบุคคลที่มีต่อสิ่งหนึ่งสิ่งใด ซึ่งสามารถวัดได้หลายวิธี เช่น การสัมภาษณ์ การใช้แบบสอบถามความคิดเห็น และการใช้แบบสำรวจความรู้สึก

รสนุคนธ์ คำสุข (2560, หน้า 54) สรุปได้ว่า ความพึงพอใจในการเรียนที่จะทำให้ผลการเรียนเป็นไปในทางบวก ย่อมขึ้นอยู่กับกิจกรรมที่นักเรียนได้ปฏิบัติทำให้นักเรียนได้รับการตอบสนองความต้องการ ทั้งทางด้านร่างกายและจิตใจซึ่งเกิดความสมบูรณ์ในชีวิตมากขึ้นเพียงใดย่อมขึ้นอยู่กับองค์ประกอบต่าง ๆ ที่ครูผู้สอนจะนำมาใช้ส่งเสริมความพึงพอใจในการเรียนให้กับนักเรียน จากแนวคิดนี้นำมาประยุกต์ใช้กับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน นักเรียนมีส่วนเลือกเรียนตามความสนใจและมีโอกาสร่วมกันตั้งประเด็นปัญหาหรือความมุ่งหมายในการทำกิจกรรมได้ เลือกวิธีแสวงหาความรู้ด้วยวิธีที่นักเรียนถนัดและสามารถค้นหาคำตอบได้ ตลอดจนได้รับทราบผลสำเร็จของงานจากการประเมินผล

เพ็ญนิภา แววศรี (2562, หน้า 80) กล่าวว่า บุคคลพยายามที่สร้างความพึงพอใจให้กับความต้องการที่สำคัญที่สุดเป็นอันดับแรกก่อน เมื่อความต้องการนั้นได้รับความพึงพอใจ ความต้องการนั้นก็หมดลง และเป็นตัวกระตุ้นให้บุคคลพยายามสร้างความพึงพอใจให้กับความต้องการที่สำคัญที่สุด ตัวอย่าง เช่น คนที่อดอยาก (ความต้องการทางกาย) จะไม่สนใจต่องานศิลปะชิ้นล่าสุด (ความต้องการสูงสุด) หรือไม่ต้องการการยกย่องจากผู้อื่น หรือไม่ต้องการแม่แต่อากาศที่บริสุทธิ์ (ความปลอดภัย) แต่เมื่อความต้องการแต่ละขั้นได้รับความพึงพอใจแล้ว ก็จะมีความต้องการในขั้นลำดับต่อไป

จากความหมายข้างต้นสรุปได้ว่า การวัดระดับความพึงพอใจเป็นการบอกถึงความชอบความพึงพอใจของบุคคลที่มีต่อสิ่งหนึ่งสิ่งใด ซึ่งสามารถวัดได้หลายวิธี ไม่ว่าจะเป็นการสัมภาษณ์ การใช้แบบสอบถามความคิดเห็น การใช้แบบสำรวจความรู้สึก

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1 งานวิจัยในประเทศ

จากการศึกษางานวิจัยภายในประเทศที่เกี่ยวข้องกับการเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หน่วย ไฟฟ้า โดยการจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK มีงานวิจัยของนักวิชาการหลายท่านที่ได้ทำการศึกษา ดังนี้

น้ำผึ้ง เสนดี, อนันต์ ปานศุภวัชร และอุษา ปราบหงษ์ (2560, หน้า 1-13) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาการคิดวิเคราะห์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

รายวิชาชีววิทยา โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือรูปแบบ STAD ร่วมกับการใช้ผังมโนทัศน์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่าแผนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือรูปแบบ STAD ร่วมกับการใช้ผังมโนทัศน์ มีประสิทธิภาพเท่ากับ 77.10/77.14 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 75/75 ที่กำหนดไว้ นักเรียนมีการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01 มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมี นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมี นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

วัชรียา พรหมพันธ์, อรุณรัตน์ คำแห่งพล และถาดทอง ปานศุภวัชร (2563, หน้า 107-116) ได้ศึกษาการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้เรื่อง พอลิเมอร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับเทคนิค POE พบว่า 1) ทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน หลังเรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ เทคนิค STAD ร่วมกับเทคนิค POE สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 2) ทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน หลังเรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับเทคนิค POE สูงกว่าการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ .01 3) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน หลังเรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบ ร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับ เทคนิค POE สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ .01 4) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน หลังเรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบ ร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับเทคนิค POE สูงกว่าการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมี นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 5) ความพึงพอใจต่อการเรียนของนักเรียนโดยการจัดการ เรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับเทคนิค POE สูงกว่าการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ภัทรภร ศุขหงษ์ทอง (2563, หน้า 165-176) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการ พัฒนาแบบฝึกทักษะร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD เพื่อส่งเสริมทักษะ การแก้โจทย์ปัญหาบทประยุกต์ สำหรับนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6/1 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียน สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 มีความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียนอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.40$, S.D. = .73)

นิจันันท์ สุริวงษ์ และอภิชาติ สังข์ทอง (2563, หน้า 84-85) ได้ศึกษา เกี่ยวกับการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์เรื่อง แสงและทัศนอุปกรณ์

ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/2 โรงเรียนสนามชัยเขต ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 33 คน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยกลุ่มร่วมมือแบบ STAD พบว่าแผนการจัดการเรียนรู้นี้มีประสิทธิภาพ เท่ากับ 78.79 /78.91 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐาน นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้นี้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน (mean = 18.94, S.D. = 1.80) สูงกว่าก่อนเรียน (mean = 11.06, S.D. = 1.03) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนมีเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดีมาก (mean = 4.58, S.D. = .55)

จุฬารัตน์ ธรรมประทีป (2559, หน้า 1-13) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี (TPACK) ในการสอนวิทยาศาสตร์ พบว่า ครูวิทยาศาสตร์มีความรู้ความสามารถในการบูรณาการเทคโนโลยี (TPACK) เข้าไปในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ได้อย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพ จะส่งผลส่งเสริมและพัฒนาให้นักเรียนทั้งความรู้วิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเป็นการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาให้นักเรียนให้มีทักษะในการดำรงชีวิตในศตวรรษที่ 21

ลิลลา อุดุลยศาสน์ (2561, หน้า 115-116) ได้ศึกษาเกี่ยวกับผลของการพัฒนาความรู้ในการบูรณาการเทคโนโลยีกับวิธีสอนและเนื้อหาที่สอน (TPACK) ของนักศึกษาครุสาขาวิชาคณิตศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครูชั้นปีที่ 5 สาขาวิชาคณิตศาสตร์ จำนวน 3 กลุ่ม ค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองทั้ง 3 กลุ่มก่อนเรียนและหลังเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน นอกจากนี้ค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนในแต่ละเนื้อหาของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมในทุก ๆ เนื้อหา ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่าการบูรณาการเทคโนโลยีในการจัดการเรียนการสอนส่งผลให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ

จันทมณี สระทองหน และ จรินทร์ อุ่มไกร (2560, หน้า 42-47) ได้ทำการวิจัย เรื่อง การจัดการเรียนการสอนในศตวรรษที่ 21 แบบ TPACK MODEL โดยการใช้การสอนแบบเสมือนจริง ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กรณีศึกษาโรงเรียนอนุบาลกำแพงแสน พบว่าประสิทธิภาพของการพัฒนาการจัดการ

เรียนรู้มีค่าเท่ากับ 87.33/86.66 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนด้วย บทเรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้สื่อเสริมการเรียนรู้ โลกเสมือนผสมโลกจริง สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนแบบการแสดงผลภาพเสมือนจริง อยู่ในระดับมากที่สุด

2. งานวิจัยต่างประเทศ

จากการศึกษางานวิจัยต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับการเปรียบเทียบทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนของชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 3 หน่วย ไฟฟ้า โดยการจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK มีงานวิจัยของ นักวิชาการหลายท่านที่ได้ทำการศึกษา ดังนี้

Tiantong & Teemuangsai (2013, pp. 89–91) ได้ศึกษาเกี่ยวกับ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของการเรียนแบบกลุ่ม (STAD) ผ่านเทคนิค Moodle เพื่อยกระดับ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของคะแนนก่อนสอบแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากคะแนนหลังเรียนที่ระดับ .05 และค่าประสิทธิภาพของ บทเรียนอยู่ที่ 83.05/80.40 ตามสูตร E_1/E_2 ซึ่งสูงกว่า ค่ากำหนด 80/80

Isiaka & Olalere (2015, pp. 20–34) ได้ศึกษาเกี่ยวกับประสิทธิภาพ การเรียนรู้แบบร่วมมือของ STAD ที่ใช้คอมพิวเตอร์ในการแก้ปัญหาฟิสิกส์ ให้เกิดความจำ และความสำนึก นักเรียนโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายชั้นปีที่ 2 นักเรียนฟิสิกส์ (SS II) จำนวน 2 การศึกษานี้ ศึกษาประสิทธิผลของกลยุทธ์การเรียนรู้แบบร่วมมือในทีมนักเรียน โดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วย (STAD) ในการแก้ปัญหาฟิสิกส์ ประสิทธิภาพของนักเรียนจะ แตกต่างกันไปตามเพศหรือไม่ ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่สอนฟิสิกส์ด้วย STAD ที่รองรับ คอมพิวเตอร์ทำงานได้ดีกว่ากลุ่ม ICI นอกจากนี้ยังมีการรักษาที่ดีกว่าในกลุ่ม ICI อย่างไรก็ตาม เพศไม่มีอิทธิพลต่อประสิทธิภาพของนักเรียน จากผลการวิจัย เสนอแนะว่า ควรส่งเสริมให้ครูฟิสิกส์ใช้การสอนแบบมีส่วนร่วมด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพ การทำงานของนักเรียน

Djuli (2016, p. 502) ได้ทำการศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เทคนิค Jigsaw เทคนิค STAD และการเรียนรู้แบบองค์รวมในการสอนพบว่า การสอนโดยใช้เทคนิค STAD และ Jigsaw สามารถพัฒนาทักษะทางภาษาให้สูงขึ้น และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สูงขึ้น

Engr & Lantajo (2017, pp. 169–172) ได้ทำการศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค STAD รายวิชาเคมี เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาชั้นปีที่ 1 พบว่านักเรียนที่เรียนรายวิชาเคมีโดยใช้เทคนิค STAD มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าการเรียนแบบบรรยาย และมีทักษะการคิดวิเคราะห์เพิ่มขึ้นคิดวิเคราะห์เพิ่มขึ้น

Dongryeul (2018, pp. 306–307) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการศึกษาอิทธิพลของความสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนมัธยมต้นของเกาหลีผ่านชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ประยุกต์ STAD Cooperative Learning นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 30 คน ที่โรงเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นหญิงของเกาหลี การเรียนรู้แบบมีส่วนร่วมของ STAD พบว่าการจัดการเรียนรู้แบบ STAD มีการส่งเสริมการมีให้นักเรียนในห้องมีปฏิสัมพันธ์กัน นักเรียนมีการแลกเปลี่ยนข้อมูลอย่างอิสระ และสื่อสารกับสมาชิกทุกคนในกลุ่ม ความใกล้ชิดสนิทสนม ความสนิทสนมของนักเรียนที่อยู่ในอันดับต้น ๆ มักสูงหลังจากเรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้การเรียนรู้แบบ STAD

Prasart (2020, p. 998) ทำการศึกษา TPACK พบว่า ความรู้ด้านเทคโนโลยีการสอนและเนื้อหา (TPACK) มีความสำคัญต่อการพัฒนาครู การสำรวจที่ความพึงพอใจของครูที่มีต่อ TPACK อยู่ในระดับสูง ครูมีความสามารถในการสอนการบูรณาการเทคโนโลยีผ่านประเภทต่าง ๆ เข้ากับเนื้อหาและการสอน ครูออกแบบและนำเทคโนโลยีมาใช้ในหลักสูตรและการเรียนการสอน

จากงานวิจัยข้างต้นแสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK มาใช้ในการจัดการเรียนรู้ เป็นการบูรณาการเทคโนโลยีประเภทต่าง ๆ เข้ากับเนื้อหาและการสอนที่เหมาะสม ส่งผลให้นักเรียนมีความสนใจต่อการจัดการเรียนการสอนมากขึ้น เป็นวิธีการหนึ่งที่ส่งเสริมและพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา และส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นมีจิตวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับมาก มีทักษะการแก้ปัญหาและทักษะด้านต่าง ๆ มีความตั้งใจในการทำงาน และมีวินัยในตนเอง

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัย เรื่อง การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หน่วย ไฟฟ้า โดยการจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยตามลำดับขั้นตอนต่อไปนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. แบบแผนการทดลอง
3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. วิธีการสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ
5. วิธีการดำเนินการวิจัย
6. การวิเคราะห์ข้อมูล
7. สถิติที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากรที่ใช้ในงานวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบ้านโพนแพง เขียวรวนนทอุทิศ 5 อำเภอกุสุมาลย์ จังหวัดสกลนคร สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาเขต 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 2 ห้องคือชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/1 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/2 รวมทั้งสิ้น 61 คน

2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/1 ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 โรงเรียนบ้านโพนแพง เขียวรวนนทอุทิศ 5 อำเภอกุสุมาลย์ จังหวัดสกลนคร สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา เขต 1

จำนวน 1 ห้องเรียน 30 คน ได้มาจากเทคนิคการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling Technique) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยสุ่ม และมีการจัดนักเรียนแบบคละคนเรียน เก่ง กลาง อ่อน อยู่ด้วยกัน

แบบแผนการวิจัย

การทดลองครั้งนี้ใช้การทดลองเบื้องต้น (Pre-Experimental Designs) แบบศึกษาในกลุ่มตัวอย่างเดียวมีการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน (The One-Group Pretest-Posttest Design) (วรรรณี แกมเกตุ, 2555, หน้า 139) ซึ่งมีแบบแผนการวิจัย ดังตาราง 4 ดังนี้

ตาราง 4 แบบแผนของการวิจัย กลุ่มทดลองกลุ่มเดียววัดผลก่อนและหลังการทดลอง (The One-Group Pretest-Posttest Design)

กลุ่ม	ทดสอบก่อนเรียน	ตัวแปรทดลอง	ทดสอบหลังเรียน
E	T ₁	X	T ₂

เมื่อ E หมายถึง กลุ่มตัวอย่าง (Experiment Group)

T₁ หมายถึง การทดสอบก่อนเรียน

X หมายถึง การจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK

T₂ หมายถึง การทดสอบหลังเรียน

เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ประกอบด้วยเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง และเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

1. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

แผนการจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK หน่วย ไฟฟ้า จำนวน 6 แผน โดยดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ จำนวน 18 ชั่วโมงการทดสอบก่อนเรียน 1 ชั่วโมงและทดสอบหลังเรียน 1 ชั่วโมง รวมเวลา 20 ชั่วโมง รายละเอียด ดังนี้

แผนที่ 1 ปริมาณทางไฟฟ้า จำนวน 3 ชั่วโมง

แผนที่ 2 วงจรไฟฟ้า จำนวน 3 ชั่วโมง

แผนที่ 3 วงจรอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น จำนวน 3 ชั่วโมง

แผนที่ 4 พลังงานไฟฟ้า จำนวน 3 ชั่วโมง

แผนที่ 5 วงจรไฟฟ้า และเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้าน จำนวน 3 ชั่วโมง

แผนที่ 6 การใช้ไฟฟ้าอย่างประหยัดและปลอดภัย จำนวน 3 ชั่วโมง

แบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หน่วย ไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เป็นแบบปรนัย ชนิดตัวเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ

2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

2.1 แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หน่วย ไฟฟ้า เป็นแบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ

2.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หน่วย ไฟฟ้า เป็นแบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดย ยึดเนื้อหาจากจุดประสงค์การเรียนรู้ทั้งหน่วยการเรียนรู้ ซึ่งได้จากการวิเคราะห์ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้จากหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุงพุทธศักราช 2560)

2.3 แบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK เพื่อการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หน่วย ไฟฟ้า จำนวน 20 ข้อ

การสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือ

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างและหาประสิทธิภาพเครื่องมือ ดังนี้

1. การสร้างแผนการจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับTPACK

1.1 การสร้างแผนการจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK หน่วยไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 6 แผน รวมแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ทั้งหมดจำนวน 20 ชั่วโมง

1.1.1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1.1.2 ศึกษาและวิเคราะห์ สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ ทักษะกระบวนการ คุณลักษณะอันพึงประสงค์ และสมรรถนะที่สำคัญ กิจกรรมการเรียนรู้ ภาระ/ชิ้นงาน และการวัดและประเมินผล กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หน่วย ไฟฟ้า ดังตาราง 5

ตาราง 5 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ ทักษะกระบวนการ คุณลักษณะอันพึงประสงค์และสมรรถนะที่สำคัญ กิจกรรมการเรียนรู้ ภาระชิ้นงาน และการวัดและประเมินผล กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หน่วย ไฟฟ้า ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์	คุณลักษณะอันพึงประสงค์/สมรรถนะที่สำคัญ	กิจกรรมการเรียนรู้	ภาระงาน/ชิ้นงาน	การวัดและประเมินผล
ว 2.3 ม.3/1 ความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์ กระแสไฟฟ้า และความต้านทาน และคำนวณปริมาณที่เกี่ยวข้องโดยใช้สมการ $V = IR$ จากหลักฐานเชิงประจักษ์	- ความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์กระแสไฟฟ้า และความต้านทาน - คำนวณปริมาณที่เกี่ยวข้อง - แผนภาพและต่อวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย - การใช้โวลต์มิเตอร์แอมมิเตอร์ในการวัดปริมาณทางไฟฟ้า	1. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์กระแสไฟฟ้า และความต้านทาน 2. ใช้สมการ $V = IR$ คำนวณปริมาณที่เกี่ยวข้อง 3. เขียนแผนภาพและต่อวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย 4. ใช้โวลต์มิเตอร์แอมมิเตอร์	1. ทักษะการสังเกต 2. ทักษะการวัด 3. การจำแนกประเภท 4. ทักษะการคำนวณ 5. ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล 6. ทักษะการตั้งสมมติฐาน	คุณลักษณะอันพึงประสงค์ 1. รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์ 2. ซื่อสัตย์สุจริต 3. มีวินัย 4. ใฝ่เรียนรู้ 5. มุ่งมั่นในการทำงาน สมรรถนะที่สำคัญ 1. ความสามารถในการคิด 2. ความสามารถในการสื่อสาร	แผนการจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK	กิจกรรมที่ 1 การวัดวัดค่ากระแสไฟฟ้าโดยใช้แอมมิเตอร์พร้อมระบุหน่วยและวัดค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าโดยใช้โวลต์มิเตอร์พร้อมระบุหน่วย กิจกรรมที่ 2 กระแสไฟฟ้าและความต่างศักย์ไฟฟ้าของตัวนำไฟฟ้ามีความสัมพันธ์กัน	1. แบบทดสอบก่อนเรียน-หลังเรียนเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 2. แบบทดสอบก่อนเรียน-หลังเรียนเพื่อวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 3. แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์

ตาราง 5 (ต่อ)

ตัวชี้วัด	สาระ การเรียนรู้	จุดประสงค์ การเรียนรู้	ทักษะ กระบวนการ	คุณลักษณะอันพึง ประสงค์/สมรรถนะที่ สำคัญ	กิจกรรมการ เรียนรู้	ภาระงาน/ชิ้นงาน	การวัดและ ประเมินผล
ม.3/2 เขียนกราฟ ความสัมพันธ์ระหว่าง กระแสไฟฟ้าและ ความต่างศักย์ไฟฟ้า ม.3/3 ใช้โวลต์มิเตอร์ แอมมิเตอร์ในการวัด ปริมาณทางไฟฟ้า			7. ทักษะการทดลอง 8. ทักษะการ ตีความหมายของ ข้อมูลและลงข้อสรุป	3. ความสามารถในการ แก้ปัญหา		อย่างไร และการใช้ สมการ $V = IR$ คำนวณ ปริมาณที่เกี่ยวข้อง	
ว 2.3 ม.3/4 วิเคราะห์ความต่าง ศักย์ไฟฟ้าและ กระแสไฟฟ้าใน วงจรไฟฟ้าเมื่อต่อตัว ต้านทานหลายตัว แบบอนุกรมและแบบ ขนานจากหลักฐาน เชิงประจักษ์	- ความต่าง ศักย์ไฟฟ้าและ กระแสไฟฟ้าใน วงจรไฟฟ้าเมื่อต่อ ตัวต้านทานหลาย ตัวแบบอนุกรมและ แบบขนาน - แผนภาพ วงจรไฟฟ้าแสดง	1. วิเคราะห์และ อธิบายความต่าง ศักย์ไฟฟ้าและ กระแสไฟฟ้าใน วงจรไฟฟ้าเมื่อต่อ ตัวต้านทานหลายตัว แบบอนุกรมและ แบบขนาน	1. ทักษะการสังเกต 2. การจำแนก ประเภท 3. ทักษะการหา ความสัมพันธ์ ของสเปซกับเวลา 4. ทักษะการ คำนวณ	คุณลักษณะอันพึง ประสงค์ 1. รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์ 2. ซื่อสัตย์สุจริต 3. มีวินัย 4. ใฝ่เรียนรู้ 5. มุ่งมั่นในการทำงาน	แผนการจัดการ เรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK	กิจกรรมที่ 3 การ ต่อวงจรไฟฟ้าแบบ อนุกรมและขนาน	1. แบบทดสอบก่อน เรียน-หลังเรียน เพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน 2. แบบทดสอบก่อน เรียน-หลังเรียน เพื่อวัดทักษะ กระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์

ตาราง 5 (ต่อ)

ตัวชี้วัด	สาระ การเรียนรู้	จุดประสงค์ การเรียนรู้	ทักษะ กระบวนการ	คุณลักษณะอันพึง ประสงค์/สมรรถนะที่ สำคัญ	กิจกรรมการ เรียนรู้	ภาระงาน/ชิ้นงาน	การวัดและ ประเมินผล
ม.3/5. เขียนแผนภาพ วงจรไฟฟ้า แสดงการต่อตัว ต้านทานแบบอนุกรม และขนาน	- แผนภาพ วงจรไฟฟ้าแสดง การต่อตัวต้านทาน แบบอนุกรมและ ขนาน	2. เขียนแผนภาพ วงจรไฟฟ้าแสดง การต่อตัวต้านทาน แบบอนุกรมและ ขนาน	5. ทักษะการ พยากรณ์ 6. ทักษะการทดลอง	สมรรถนะที่สำคัญ 1. ความสามารถในการ คิด 2. ความสามารถในการ สื่อสาร 3. ความสามารถในการ แก้ปัญหา			3. แบบทดสอบก่อน เรียน-หลังเรียน
ว 2.3 ม.3/6 บรรยายการทำงาน ของชิ้นส่วน อิเล็กทรอนิกส์อย่าง ง่ายในวงจรจาก ข้อมูลที่รวบรวมได้	- การทำงานของ ชิ้นส่วน อิเล็กทรอนิกส์ อย่างง่าย - แผนภาพและต่อ ชิ้นส่วน อิเล็กทรอนิกส์ อย่างง่าย	1. อธิบายการ ทำงานของชิ้นส่วน อิเล็กทรอนิกส์อย่าง ง่าย 2. เขียนแผนภาพ และต่อชิ้นส่วน อิเล็กทรอนิกส์อย่าง ง่าย	1. ทักษะการสังเกต 2. ทักษะการจัด กระทำและสื่อ ความหมายข้อมูล 3. ทักษะการ ตั้งสมมติฐาน 4. ทักษะการกำหนด นิยามเชิงปฏิบัติการ	คุณลักษณะอันพึง ประสงค์ 1. รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์ 2. ซื่อสัตย์สุจริต 3. มีวินัย 4. ใฝ่เรียนรู้ 5. มุ่งมั่นในการทำงาน	แผนการการจัด เรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK	กิจกรรมที่ 7 วิเคราะห์และ อธิบายการทำงาน ของชิ้นส่วน อิเล็กทรอนิกส์อย่าง ง่าย	1. แบบทดสอบก่อน เรียน-หลังเรียน เพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน 2. แบบทดสอบก่อน เรียน-หลังเรียน เพื่อวัดทักษะ กระบวนการ

ตาราง 5 (ต่อ)

ตัวชี้วัด	สาระ การเรียนรู้	จุดประสงค์ การเรียนรู้	ทักษะ กระบวนการ	คุณลักษณะอันพึง ประสงค์/สมรรถนะที่ สำคัญ	กิจกรรมการ เรียนรู้	ภาระงาน/ชิ้นงาน	การวัดและ ประเมินผล
ม.3/7 เขียนแผนภาพ และต่อชิ้นส่วน อิเล็กทรอนิกส์อย่าง ง่ายในวงจรไฟฟ้า			5. ทักษะการ กำหนดและ ควบคุมตัวแปร	สมรรถนะที่สำคัญ 1. ความสามารถในการ คิด 2. ความสามารถในการ สื่อสาร 3. ความสามารถในการ แก้ปัญหา		กิจกรรมที่ 8 เขียน แผนภาพและต่อ ชิ้นส่วน อิเล็กทรอนิกส์อย่าง ง่าย	ทางวิทยาศาสตร์ 3. แบบทดสอบก่อน เรียน-หลังเรียน
ว 2.3 ม.3/8 . อธิบายและคำนวณ พลังงานไฟฟ้าโดยใช้ สมการ $W = Pt$ รวมทั้งคำนวณค่า ไฟฟ้าของ เครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้าน	- คำนวณพลังงาน ไฟฟ้า - คุณค่าของการ เลือกใช้ เครื่องใช้ไฟฟ้า อย่างประหยัดและ ปลอดภัย	1. ใช้สมการ $W = Pt$ คำนวณพลังงาน ไฟฟ้า และคำนวณ ค่าไฟฟ้าของ เครื่องใช้ไฟฟ้าใน บ้าน	1. ทักษะการสังเกต 2. ทักษะการ จำแนกประเภท 3. ทักษะการ คำนวณ 4. ทักษะการจัด กระทำและสื่อ ความหมายข้อมูล	คุณลักษณะอันพึง ประสงค์ 1. รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์ 2. ซื่อสัตย์สุจริต 3. มีวินัย 4. ใฝ่เรียนรู้ 5. มุ่งมั่นในการทำงาน	แผนการจัดการจัด เรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK	กิจกรรมที่ 4 ใช้ เครื่องใช้ไฟฟ้าอย่าง ประหยัดและ ปลอดภัย	1. แบบทดสอบก่อน เรียน-หลังเรียน เพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน 2. แบบทดสอบก่อน เรียน-หลังเรียน เพื่อวัดทักษะ กระบวนการ

ตาราง 5 (ต่อ)

ตัวชี้วัด	สาระ การเรียนรู้	จุดประสงค์ การเรียนรู้	ทักษะ กระบวนการ	คุณลักษณะอันพึง ประสงค์/สมรรถนะ ที่สำคัญ	กิจกรรมการเรียนรู้	ภาระงาน/ชิ้นงาน	การวัดและ ประเมินผล
ม.3/9. ตระหนักใน คุณค่าของการ เลือกใช้ เครื่องใช้ไฟฟ้าโดย นำเสนอวิธีการใช้ เครื่องใช้ไฟฟ้าอย่าง ประหยัดและ ปลอดภัย		2. รู้คุณค่าของการ เลือกใช้ เครื่องใช้ไฟฟ้าอย่าง ประหยัดและ ปลอดภัย	5. ทักษะการ ตีความหมายของ ข้อมูลและลงข้อสรุป	สมรรถนะที่สำคัญ 1. ความสามารถในการคิด 2. ความสามารถในการสื่อสาร 3. ความสามารถในการแก้ปัญหา			ทางวิทยาศาสตร์ 3. แบบทดสอบก่อน เรียน-หลังเรียน

1.1.3 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้
เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK

1.1.4 ผู้วิจัยดำเนินการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD
ร่วมกับ TPACK หน่วย ไฟฟ้า สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 6 แผนการ
เรียนรู้อรวม 18 ชั่วโมง ซึ่งไม่รวมการทดสอบก่อนและหลังเรียนดังตาราง 6

ตาราง 6 แสดงเนื้อหาและเวลาที่ใช้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการ เรียนรู้ที่	เนื้อหา	เวลา (ชั่วโมง)
1	ปริมาณทางไฟฟ้า	3
2	วงจรไฟฟ้า	3
3	วงจรอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น	3
4	พลังงานไฟฟ้า	3
5	วงจรไฟฟ้า และเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้าน	3
6	การใช้ไฟฟ้าอย่างประหยัดและปลอดภัย	3
รวม		18

ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วยมาตรฐาน ตัวชี้วัด สาระ
การเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ ทักษะกระบวนการ คุณลักษณะอันพึงประสงค์และ
สมรรถนะที่สำคัญ กิจกรรมการเรียนรู้ ภาระ/ชิ้นงาน และการวัดและประเมินผล

1.1.5 จัดหาและผลิตสื่อการเรียนรู้ที่จะนำมาใช้ในแผนการเรียนรู้
โดยคำนึงถึงความน่าสนใจ ความชัดเจนของสิ่งที่นำเสนอ และครอบคลุมเนื้อหา

1.1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้และสื่อที่สร้างขึ้นเสนอคณะกรรมการ
ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อพิจารณาตรวจสอบความถูกต้องความเที่ยงตรงด้านเนื้อหา
ภาษาและรูปแบบกิจกรรม จัดการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้เทคนิค
STAD ร่วมกับ TPACK หน่วย ไฟฟ้า หรือไม่ เพียงใด จากนั้นนำมาปรับปรุงแก้ไขตาม
คำแนะนำของคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

1.1.7 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วให้ผู้เชี่ยวชาญ

3 คน ประกอบด้วย

- 1) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.หรรษกร วรรณนะสาร สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
- 2) ดร.ปิยวรรณ ศิริสวัสดิ์ ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ วิทยาลัยเทคนิคสกลนคร อำเภอเมือง จังหวัดสกลนคร
- 3) นางอังคณา บุตรสุวรรณ ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โรงเรียนบ้านบอนสหราษฎร์บำรุง อำเภอเมือง จังหวัดสกลนคร สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาสกลนครเขต 1

เพื่อพิจารณาตรวจสอบความเที่ยงตรงตามเนื้อหาความเหมาะสมของเนื้อหา ความสอดคล้องของจุดประสงค์กับกระบวนการเรียนรู้ ภาษาที่ใช้ และวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ กับจุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหาและขั้นตอนการดำเนินกิจกรรมโดยพิจารณาค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ .50 ขึ้นไปถือว่ามีความสอดคล้อง ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้มีค่าเท่ากับ 1.00 แสดงว่าแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นมีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ และเนื้อหา

1.1.8 นำผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้จากผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยระดับความเหมาะสม โดยใช้แบบประเมินที่มีลักษณะเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า Rating Scale ตามวิธีของ Likert (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, หน้า 69-71) ซึ่งมีคุณภาพเป็น 5 ระดับ ดังนี้

- ระดับ 5 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด
- ระดับ 4 หมายถึง เหมาะสมมาก
- ระดับ 3 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง
- ระดับ 2 หมายถึง เหมาะสมน้อย
- ระดับ 1 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุดหรือไม่เหมาะสม

เกณฑ์การแปลความหมาย (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, หน้า 69-71)

ค่าเฉลี่ย 4.51-5.00 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.51-4.50 หมายถึง เหมาะสมมาก

ค่าเฉลี่ย 2.51-3.50 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.51-2.50 หมายถึง เหมาะสมน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00-1.50 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

1.1.9 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านผู้เชี่ยวชาญประเมิน

และปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้ กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2565 โรงเรียนบ้านโพนแพง เขียวรวนนทอุทิศ 5 ที่ได้เรียน หน่วย ไฟฟ้า ผ่านมาแล้ว และไม่ใช้กลุ่มตัวอย่าง โดยสุ่มแผนการจัดการเรียนรู้ไปทดลองใช้จัดการเรียนรู้ เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของเนื้อหา กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อ การเรียนรู้ การวัด และการประเมินผล ตลอดจนเวลาที่ใช้ในการทำกิจกรรมการเรียนรู้ จากนั้นทำการปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ให้สมบูรณ์

1.1.10 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านผู้เชี่ยวชาญประเมิน

และปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้ (Try-Out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้การจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK หน่วย ไฟฟ้า เพื่อหาประสิทธิภาพกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2565 โรงเรียนบ้านโพนแพง เขียวรวนนทอุทิศ 5 อำเภอกุสุมาลย์ จังหวัดสกลนคร ซึ่งเป็นนักเรียนที่ไม่ใช้กลุ่มตัวอย่าง เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของเนื้อหา การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ วิธีการวัดและการประเมินผล ตลอดจนเวลาที่ใช้ในการทำกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งผู้วิจัยดำเนินการ ดังนี้

1) การทดลองแบบหนึ่งต่อหนึ่ง ผู้วิจัยทดลองหาประสิทธิภาพกับนักเรียนจำนวน 3 คน โดยเลือกนักเรียนที่มีผลการเรียน สูง 1 คน ปานกลาง 1 คน และอ่อน 1 คน แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขจากการสังเกตและข้อเสนอแนะของนักเรียน

2) การทดลองกับกลุ่มเล็ก ผู้วิจัยได้ทำการทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพกับนักเรียน จำนวน 30 คน โดยเลือกนักเรียนที่มีผลการเรียน สูง 2 คน ปานกลาง 2 คน และอ่อน 2 แล้วนำปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นมาวิเคราะห์เพื่อปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ให้ดียิ่งขึ้น

3) นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว จัดทำเป็นฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปทดลองจัดการเรียนรู้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

2.1 แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างและพัฒนาแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

2.1.1 ศึกษาหลักสูตร เอกสารวารสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวิธีการสร้างแบบทดสอบ และทักษะการใช้คำถามที่นำไปสู่ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2.1.2 สร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แบบปรนัยเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ให้มีเนื้อหาครอบคลุมจุดมุ่งหมายของแต่ละทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 13 ทักษะ จำนวน 30 ข้อ ดังตาราง 7

ตาราง 7 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างแผนการจัดการเรียนรู้ หน่วย ไฟฟ้า และจำนวนข้อสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ผู้รู้หรือระดับชั้นเรียน	หน่วยการเรียนรู้	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์														
		การสังเกต	การวัด	การแปลผล	การระบุแหล่งข้อมูล	การตั้งคำถามและรวบรวมข้อมูล	การสังเกตและบันทึกข้อมูล	การตั้งสมมติฐาน	การออกแบบการทดลอง	การควบคุมตัวแปร	การตีความข้อมูล	การสื่อสารผลการทดลอง	การประเมินผล	การสรุปผล	การประเมินผล	
1	ปริมาณทางไฟฟ้า		2	1				1		2			2		8	5
2	วงจรไฟฟ้า	1			1	2			2				1	1	8	6
3	วงจรอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น	1		1			2				2	2			8	5
4	พลังงานไฟฟ้า			2	1		1								4	4
5	เครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้าน	1		1	1									2	5	5
6	การใช้ไฟฟ้าอย่างประหยัดและปลอดภัย	1		1	1			2	1					1	7	5
	รวม	4	2	6	4	2	3	3	3	2	2	2	3	4	40	30

2.1.3 นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้น เสนอต่อคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อปรับปรุงแก้ไข แล้วนำเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 3 คน ซึ่งเป็นชุดเดิม วิเคราะห์ข้อมูลความสอดคล้องในด้านความสัมพันธ์ของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับเนื้อหา ความเหมาะสมของตัวเลือกและภาษาที่ใช้ โดยใช้แบบตรวจสอบคุณภาพของผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบดัชนีความสอดคล้องของจุดประสงค์ (Index of Item-Objective Congruence: IOC) ของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ให้คะแนนเป็น +1 เมื่อเห็นว่าแบบทดสอบเหมาะสมสอดคล้องจุดประสงค์

ให้คะแนนเป็น 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าแบบทดสอบเหมาะสมสอดคล้องจุดประสงค์

ให้คะแนนเป็น -1 เมื่อแน่ใจว่าแบบทดสอบไม่เหมาะสมสอดคล้องจุดประสงค์

2.1.4 นำแบบทดสอบที่แก้ไขปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญเรียบร้อยแล้ว เสนอต่อคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์อีกครั้ง

2.1.5 นำผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อสอบแต่ละข้อมาวิเคราะห์ค่า IOC แล้วพิจารณาคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ .50-1.00 มาจัดพิมพ์เป็นแบบทดสอบ

2.1.6 นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบ้านโพนแพง เจียรนวนนทอุทิศ 5 ที่ได้ผ่านการเรียน หน่วย ไฟฟ้า มาแล้วและไม่ใช้กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน เพื่อวิเคราะห์หาคุณภาพของแบบทดสอบ

2.1.7 นำผลการสอบของนักเรียนมาวิเคราะห์หาค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) คัดเลือกข้อสอบที่มีค่า p ตั้งแต่ .20 ถึง .80 และ r ตั้งแต่ .20 ขึ้นไป นำผลการสอบมาวิเคราะห์คำนวณหาค่าความเชื่อมั่น โดยใช้วิธีการของ Kuder-Richardson สูตร KR-20 ผลการวิเคราะห์ได้ค่าความยาก (p) อยู่ระหว่าง .37-.77 ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบอยู่ระหว่าง .25-.86 และมีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ เท่ากับ 0.75

2.1.8 นำแบบทดสอบที่คัดเลือกไว้แล้วมาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่น โดยใช้สูตร KR-20 (Kuder, F., 1991, pp. 873-874) เท่ากับ 0.75

2.1.9 จัดพิมพ์แบบทดสอบฉบับสมบูรณ์ จำนวน 30 ข้อ นำไปใช้ในการศึกษาวิจัยกับกลุ่มตัวอย่าง

2.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หน่วย ไฟฟ้า โดยใช้การจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หน่วย ไฟฟ้า กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 30 ข้อ แบบปรนัยเลือกตอบ 4 ตัวเลือก โดยผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างตามขั้นตอน ดังนี้

2.2.1 ศึกษาวิธีการสร้างแบบทดสอบ และคู่มือการวัดและประเมินผลกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ศึกษาขอบข่าย เนื้อหา วิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัดและเนื้อหา หน่วย ไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

2.2.2 กำหนดสัดส่วนเนื้อหาแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หน่วย ไฟฟ้า แบบปรนัยเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ให้มีเนื้อหาครอบคลุมตัวชี้วัด จำนวน 30 ข้อ ตามตารางวิเคราะห์ตาราง 8

ตาราง 8 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างแผนการจัดการเรียนรู้กับพฤติกรรมที่ต้องการวัดในแต่ละด้าน หน่วย ไฟฟ้า

แผนการจัดการเรียนรู้	พฤติกรรมที่ต้องการวัด 6 ด้าน						รวม (ข้อ)	จำนวนข้อที่ต้องการ
	ความรู้ความเข้าใจ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์	การสังเคราะห์	การประเมินค่า		
1. ปริมาณทางไฟฟ้า	1	1	1	1	1	1	6	5
2. วงจรไฟฟ้า	2	1	1	1	1	1	7	5
3. วงจรอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น	1	1	1	2	1	1	7	5
4. พลังงานไฟฟ้า	1	1	2	1	1	1	7	5
5. เครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้าน	1	2	1	1	1	1	7	5
6. การใช้ไฟฟ้าอย่างประหยัดและปลอดภัย	1	1	1	1	1	1	6	5
รวม	7	7	7	7	6	6	40	30

2.2.3 นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้น เสนอต่อคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อปรับปรุงแก้ไข แล้วนำเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 3 คน ซึ่งเป็นชุดเดิม วิเคราะห์ข้อมูลความสอดคล้องในด้านความสัมพันธ์ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กับเนื้อหา ความเหมาะสมของตัวเลือกและภาษาที่ใช้โดยใช้แบบตรวจสอบคุณภาพของผู้เชี่ยวชาญหาค่าดัชนีความสอดคล้องของจุดประสงค์ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หน่วย ไฟฟ้า สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้การจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK

ให้คะแนนเป็น +1 เมื่อเห็นว่าแบบทดสอบเหมาะสม

สอดคล้องจุดประสงค์

ให้คะแนนเป็น 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าแบบทดสอบเหมาะสม

สอดคล้องจุดประสงค์

ให้คะแนนเป็น -1 เมื่อแน่ใจว่าแบบทดสอบไม่เหมาะสม

สอดคล้องจุดประสงค์

2.2.4 นำแบบทดสอบที่แก้ไขปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญเรียบร้อยแล้ว เสนอต่อคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์อีกครั้ง

2.2.5 นำผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อสอบแต่ละข้อมาวิเคราะห์ค่า IOC แล้วพิจารณาคัดเลือกข้อสอบ ที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง ตั้งแต่ .50–1.00 มาจัดพิมพ์เป็นแบบทดสอบ

2.2.6 นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบ้านโพนแพง จังหวัดหนองคาย 5 ที่ได้ผ่านการเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับ หน่วย ไฟฟ้า กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มาแล้วและไม่ใช้กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน เพื่อวิเคราะห์หาคุณภาพเครื่องมือของแบบทดสอบ

2.2.7 นำผลการสอบของนักเรียนมาวิเคราะห์หาค่าความยาก p และค่าอำนาจจำแนก r คัดเลือกข้อสอบที่มีค่า p ตั้งแต่ .20 ถึง .80 และ r ตั้งแต่ .20 ขึ้นไป นำผลการสอบมาวิเคราะห์คำนวณหาค่าความเชื่อมั่น โดยใช้วิธีการของ Kuder–Richardson สูตร KR–20 ผลการวิเคราะห์ได้ค่าความยาก (p) อยู่ระหว่าง .43–.80 ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบอยู่ระหว่าง .23–.75 และมีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ เท่ากับ 0.75

2.2.8 นำแบบทดสอบที่คัดเลือกไว้แล้วมาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับโดยใช้สูตร KR–20

2.2.9 จัดพิมพ์แบบทดสอบฉบับสมบูรณ์ จำนวน 30 ข้อ นำไปใช้ในการศึกษาวิจัยกับกลุ่มตัวอย่าง

2.3 สร้างแบบสอบถามความพึงพอใจ

2.3.1 สร้างแบบสอบถามความพึงพอใจโดยผู้วิจัยกำหนดไว้ 4 ด้าน คือ เนื้อหา การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ สื่ออุปกรณ์การเรียนรู้ และการวัดและประเมินผล ผู้วิจัยได้สร้างแบบสอบถามความพึงพอใจเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า Rating Scale มี 5 ระดับ ตามวิธีของ Likert ดังนี้

ระดับ 5 หมายถึง ฟังพอใจมากที่สุด

ระดับ 4 หมายถึง ฟังพอใจมาก

ระดับ 3 หมายถึง ฟังพอใจปานกลาง

ระดับ 2 หมายถึง ฟังพอใจน้อย

ระดับ 1 หมายถึง ฟังพอใจน้อยที่สุด

ผู้วิจัยกำหนดไว้ 4 ด้าน คือ เนื้อหา การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ สื่ออุปกรณ์การเรียนรู้ และการวัดการประเมินผล ตรวจสอบคุณภาพของแบบประเมิน ความพึงพอใจเพื่อพิจารณาความเหมาะสม และความสอดคล้องระหว่างข้อความ กับเนื้อหา

2.3.2 นำแบบสอบถามความพึงพอใจที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เสนอต่อ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญชุดเดิม จำนวน 3 คน เพื่อประเมินความเที่ยงตรง วิเคราะห์เนื้อหา วิเคราะห์ข้อมูลค่าดัชนี ความสอดคล้องในด้านความสัมพันธ์ ความเหมาะสมของตัวเลือกและภาษาที่ใช้

2.3.3 นำผลการตรวจสอบของผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์ความ สอดคล้อง โดยใช้ดัชนีความสอดคล้อง IOC

ให้คะแนนเป็น +1 เมื่อเห็นว่าแบบสอบถามเหมาะสมสอดคล้อง จุดประสงค์

ให้คะแนนเป็น 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าแบบสอบถามเหมาะสม สอดคล้องจุดประสงค์

ให้คะแนนเป็น -1 เมื่อแน่ใจว่าแบบสอบถามไม่เหมาะสม สอดคล้องจุดประสงค์

2.3.5 นำแบบสอบถามความพึงพอใจที่แก้ไขปรับปรุงตามข้อเสนอแนะ ของผู้เชี่ยวชาญเรียบร้อยแล้ว เสนอต่อคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์อีกครั้ง

2.3.6 วิเคราะห์ข้อมูลค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC คัดเลือกที่มีค่า .50-1.00 จำนวน 20 ข้อ

2.3.7 นำแบบสอบถามความพึงพอใจที่วิเคราะห์หาคุณภาพ แล้วจัดพิมพ์ เพื่อนำไปใช้ในการเก็บข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเองโดยทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2565 โรงเรียนบ้านโพนแพง เขียวรอนนทอุทิศ 5 อำเภอกุสุมาลย์ จังหวัดสกลนคร จำนวน 30 คน ได้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1. จัดทำหนังสือขอจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์จากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร เลขที่รับรองจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ 150/2565
2. จัดทำหนังสือขอความอนุเคราะห์ในการเก็บข้อมูลจากมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร ไปยังโรงเรียนบ้านโพนแพง เขียวรอนนทอุทิศ 5 เป็นโรงเรียนกลุ่มตัวอย่างประสานงานกับผู้บริหารโรงเรียน เพื่อกำหนด วัน เวลา ในการทดลอง
3. ผู้วิจัยชี้แจงที่มาและจุดประสงค์ของการวิจัยในครั้งนี้ให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างฟัง และขอความร่วมมือในการทดลอง
4. ทำการทดสอบวัดผลก่อนเรียน (Pre-test) กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างโดยใช้แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จำนวน 30 ข้อ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 30 ข้อ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นก่อนที่จะดำเนินการจัดการเรียนรู้
5. ดำเนินการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างโดยใช้การจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK หน่วย ไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น
6. เมื่อสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้ครบทุกแผนแล้ว จึงทำการทดสอบหลังเรียน (Post-test) โดยใช้แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ฉบับเดียวกับกับการวัดผลก่อนเรียน (Pre-test)
7. เมื่อสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้ครบทุกแผนการจัดการเรียนรู้แล้ว ให้นักเรียนทำแบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK

8. ผู้วิจัยนำผลคะแนนจากการตรวจแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้มาวิเคราะห์ข้อมูล สรุปผล และอภิปรายผลต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. วิเคราะห์หาค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบย่อยประจำเนื้อหา แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK
2. วิเคราะห์ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK หน่วย ไฟฟ้า ซึ่งการวิจัยในครั้งนี้ใช้เกณฑ์ 80/80 ดังนี้

เกณฑ์ 80 ตัวแรก หมายถึง จำนวนร้อยละคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างทั้งกลุ่ม ที่ได้จากการทำกิจกรรมระหว่างการจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK หน่วย ไฟฟ้า ทั้ง 6 แผน

เกณฑ์ 80 ตัวหลัง หมายถึง จำนวนร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างทั้งกลุ่ม ที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (ชนิดตัวเลือก 4 ตัวเลือก) และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ชนิดตัวเลือก 4 ตัวเลือก) โดยใช้การจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK หน่วย ไฟฟ้า หลังการทดลองเสร็จสิ้นลง

3. วิเคราะห์เปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้สถิติที (t-test for Dependent Samples)

4. วิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้สถิติการหาค่าที (t-test for Dependent samples)

5. วิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK หน่วย ไฟฟ้า ด้วยการหาค่าเฉลี่ย \bar{X} และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน S.D. ซึ่งเป็นแบบมาตราส่วน ประมาณค่า 5 ระดับ ของ Likert

ระดับ 5 หมายถึง พึงพอใจมากที่สุด

ระดับ 4 หมายถึง พึงพอใจมาก

ระดับ 3 หมายถึง พึงพอใจปานกลาง

ระดับ 2 หมายถึง พึงพอใจน้อย

ระดับ 1 หมายถึง พึงพอใจน้อยที่สุด

เกณฑ์การแปลความหมาย (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, หน้า 121)

ค่าเฉลี่ย 4.51–5.00 หมายถึง มีระดับความพึงพอใจ มากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.51–4.50 หมายถึง มีระดับความพึงพอใจ มาก

ค่าเฉลี่ย 2.51–3.50 หมายถึง มีระดับความพึงพอใจ ปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.51–2.50 หมายถึง มีระดับความพึงพอใจ น้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00–1.50 หมายถึง มีระดับความพึงพอใจ น้อยที่สุด

สถิติที่ใช้ในการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้มีสถิติที่ใช้ในการวิจัย ดังนี้

1. สถิติพื้นฐาน

สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, หน้า 15)

1.1 ค่าร้อยละ (Percentage) หาได้จากการเทียบความถี่หรือจำนวนที่ต้องการกับความถี่หรือจำนวนทั้งหมดที่เทียบเป็น 100 ดังนี้

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

เมื่อ P แทน ร้อยละ

f แทน ความถี่ที่ต้องการแปลงให้เป็นร้อยละ

N แทน จำนวนความถี่ทั้งหมด

1.2 ค่าเฉลี่ย (Arithmetic Mean) หรือตัวกลางเลขคณิต หรือคะแนนเฉลี่ยจากสูตร

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

เมื่อ \bar{X} แทน ค่าเฉลี่ย

$\sum x$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

1.3 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation: S.D.)

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

เมื่อ S.D. แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$\sum x$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

$\sum x^2$ แทน ผลรวมของคะแนนยกกำลังสอง

n แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

2. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์หาคุณภาพของเครื่องมือ

2.1 วิเคราะห์หาคุณภาพแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.1.1 หาความเที่ยงตรง (Validity) โดยหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหา และขั้นตอนการดำเนินกิจกรรม (วาโร เฟิงส์วีสต์, 2551, หน้า 245) มีสูตร ดังนี้

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

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์กับเนื้อหา

หรือความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์

$\sum R$ แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

n แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2.1.2 วิเคราะห์หาค่าระดับความยาก (p) ของแบบทดสอบวัด

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, หน้า 81)

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

เมื่อ p แทน ระดับความยาก

R แทน จำนวนผู้ตอบถูกทั้งหมด

N แทน จำนวนคนในกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ

2.1.3 หาค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

ทางการเรียน (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, หน้า 87-89)

$$r = \frac{U}{n_1} - \frac{L}{n_2}$$

เมื่อ r แทน ค่าอำนาจจำแนกรายข้อของแบบทดสอบ

n_1 แทน จำนวนคนในกลุ่มสูง

n_2 แทน จำนวนคนในกลุ่มต่ำ

U แทน จำนวนคนในกลุ่มสูงที่ตอบถูก

L แทน จำนวนคนในกลุ่มต่ำที่ตอบถูก

2.1.4 หาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบ โดยใช้วิธี

ของสูตร KR-20 จากสูตร

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

- เมื่อ r_{tt} แทน ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
 s^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนทั้งฉบับ
 p แทน สัดส่วนของนักเรียนที่ทำถูก
 q แทน สัดส่วนของนักเรียนที่ทำผิด
 K แทน จำนวนข้อสอบ

2.2 การวิเคราะห์คุณภาพของแบบประเมินความพึงพอใจต่อการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK

2.2.1 หาความเที่ยงตรง (Validity) โดยหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้เนื้อหาและขั้นตอนการดำเนินกิจกรรม (วาโร เฟิงส์วีสต์, 2551, หน้า 245) มีสูตร ดังนี้

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

- เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์กับเนื้อหา
 หรือความสอดคล้องระหว่างข้อสอบ
 กับจุดประสงค์

$\sum R$ แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ
 ทั้งหมด

n แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

3 สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

ทดสอบสมมติฐานข้อที่ 1 หาประสิทธิภาพของโดยใช้การจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK โดยใช้สูตรในการคำนวณ E_1/E_2 (เพชฌัญ กิจระการ, 2544, หน้า 49-51) ดังนี้

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

เมื่อ E_1 แทน ประสิทธิภาพของกระบวนการ

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนจากแบบทดสอบระหว่างเรียน
ของนักเรียนทุกคน

N แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

A แทน คะแนนเต็มของแบบทดสอบระหว่างเรียน

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

เมื่อ E_2 แทน ประสิทธิภาพของผลลัพธ์

$\sum Y$ แทน ผลรวมของคะแนนจากแบบทดสอบหลังเรียน
ของนักเรียนทุกคน

N แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

B แทน คะแนนเต็มของแบบทดสอบระหว่างเรียน

ทดสอบสมมติฐานข้อที่ 2 และ 3 ในการเปรียบเทียบแบบทดสอบวัด
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่าง
ก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้สถิติการหาค่าที่ (t-test Dependent samples)
(บุญชม ศรีสะอาด, 2546, หน้า 109) ดังนี้

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

เมื่อ t แทน ค่าสถิติที่จะใช้เปรียบเทียบกับค่าวิกฤติเพื่อทราบ
ความมีนัยสำคัญ

D แทน ค่าผลต่างระหว่างคู่คะแนน

n แทน จำนวนกลุ่มตัวอย่างหรือจำนวนคู่คะแนน

ทดสอบสมมติฐานข้อที่ 4 แบบสอบถามความพึงพอใจ ต่อการเรียน
โดยใช้การจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK หน่วย ไฟฟ้า ของกลุ่มเป้าหมาย
ครบทุกหน่วยย่อย โดยหาค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน
แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียน แล้วนำค่าคะแนนเฉลี่ยมาเทียบกับเกณฑ์
5 ระดับ ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.51–5.00 หมายถึง มีระดับความพึงพอใจ มากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.51–4.50 หมายถึง มีระดับความพึงพอใจ มาก

ค่าเฉลี่ย 2.51–3.50 หมายถึง มีระดับความพึงพอใจ ปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.51–2.50 หมายถึง มีระดับความพึงพอใจ น้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00–1.50 หมายถึง มีระดับความพึงพอใจ น้อยที่สุด

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้วิเคราะห์การพัฒนาก্ষะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หน่วย ไฟฟ้า โดยการจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK ผู้วิจัยได้เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับ ดังนี้

1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล
2. การวิเคราะห์ข้อมูล
3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ตอนที่ 1 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ

ตอนที่ 2 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

เพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกันในการสื่อความหมายข้อมูล ผู้วิจัยได้กำหนดความหมายของสัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

N แทน จำนวนนักเรียน

\bar{X} แทน ค่าเฉลี่ย

S.D แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

E_1 แทน ประสิทธิภาพของกระบวนการจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK

E_2 แทน ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ที่เกิดจากการจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK

D แทน ผลต่างระหว่างคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน

$\sum D^2$ แทน ผลรวมของความแตกต่างระหว่างคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน

t	แทน สถิติทดสอบที่ใช้เปรียบเทียบกับค่าวิกฤตใน t-distribution
df	แทน ชั้นแห่งความเป็นอิสระ (Degrees of Freedom)
**	แทน มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ลำดับขั้นในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยแบ่งการวิเคราะห์ข้อมูลออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ

1. การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK หน่วย ไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามเกณฑ์ 80/80
2. การเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนเรียนและหลังเรียน หน่วย ไฟฟ้า โดยการจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK
3. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนเรียนและหลังเรียน หน่วย ไฟฟ้า โดยการจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK
4. การศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หน่วย ไฟฟ้า โดยการจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK

ตอนที่ 2 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

1. สังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน โดยการจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK ติดตามดูพฤติกรรมเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
2. การสัมภาษณ์ และซักถามนักเรียนในระหว่างเรียน และหลังการจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK
3. ตรวจสอบผลงาน ชิ้นงาน ที่ได้รับมอบหมายโดยการจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลเป็น 2 ตอน ตามความมุ่งหมายของการวิจัย ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ

1. หาค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) โดยหาค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่ได้จากการทำใบกิจกรรม ชิ้นงาน และแบบทดสอบ หลังเรียนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 6 แผน ผลการวิเคราะห์แสดงดังตาราง 9

ตาราง 9 ผลการหาค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) ของแผนการจัดการเรียนรู้

หน่วย ไฟฟ้า โดยการจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

แผนการจัดการเรียนรู้	คะแนนเต็ม	N	\bar{X}	S.D.	ร้อยละ
1. ปริมาณทางไฟฟ้า	30	30	24.43	2.33	81.44
2. วงจรไฟฟ้า	30	30	24.03	2.81	80.11
3. วงจรอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น	30	30	24.20	2.94	80.67
4. พลังงานไฟฟ้า	30	30	24.47	2.37	81.56
5. วงจรไฟฟ้า และเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้าน	30	30	24.20	2.55	80.67
6. การใช้ไฟฟ้าอย่างประหยัดและปลอดภัย	30	30	24.83	2.36	82.78
รวม	180	30	146.17	2.55	81.20

จากตาราง 9 ผลการหาค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) ของแผนการจัดการเรียนรู้ หน่วย ไฟฟ้า โดยการจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า คะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการทำกิจกรรม ชิ้นงาน และแบบทดสอบหลังเรียนประจำแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 6 แผน เท่ากับ 146.17 คะแนน จากคะแนนเต็ม 180 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 81.20 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.55

2. การหาค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) โดยหาได้จากค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการทดลองเสร็จสิ้น ดังตาราง 10

ตาราง 10 ผลการหาค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) ของแผนแบบทดสอบหน่วย ไฟฟ้า โดยการจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

แบบทดสอบ	คะแนนเต็ม	N	\bar{X}	S.D.	ร้อยละ
แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	30	30	24.47	2.24	81.56
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	30	30	24.80	2.44	82.67
รวม	60	30	49.27	4.40	82.11

จากตาราง 10 ผลการหาค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) ของแบบทดสอบหน่วย ไฟฟ้า โดยการจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า คะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเท่ากับ 49.27 คะแนน จากคะแนนเต็ม 60 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 82.11 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 4.40

3. การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK หน่วย ไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามเกณฑ์ 80/80 ผลการหาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ หน่วย ไฟฟ้า โดยการจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามเกณฑ์ 80/80 ดังตาราง 11

ตาราง 11 ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ หน่วย ไฟฟ้า โดยการจัดการเรียนรู้
เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

กระบวนการ/ผลลัพธ์	N	คะแนนเต็ม	\bar{x}	S.D	ร้อยละ
ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E ₁)	30	180	146.17	2.55	81.20
ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E ₂)	30	60	49.27	4.40	82.11
E ₁ /E ₂ เท่ากับ 81.20/82.11					

จากตาราง 11 พบว่า คะแนนเฉลี่ยจากการทำกิจกรรมระหว่างเรียนในแต่ละแผน
จำนวน 6 แผน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 146.17 จากคะแนนเต็ม 180 คะแนน คิดเป็นร้อยละ
81.20 คะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
และแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เท่ากับ 49.27 จากคะแนนเต็ม 60 คะแนน
คิดเป็นร้อยละ 82.11 แสดงให้เห็นว่า แผนการจัดการเรียนรู้ มีประสิทธิภาพ 81.20/82.11
ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่ตั้งไว้

4. เปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 3 ก่อนเรียนและหลังเรียน หน่วย ไฟฟ้า โดยการจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับ
TPACK

ผลการเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนเรียนและหลังเรียน หน่วย ไฟฟ้า โดยการจัดการเรียนรู้เทคนิค
STAD ร่วมกับ TPACK ดังตาราง 12

ตาราง 12 การเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 3 ก่อนเรียนและหลังเรียน หน่วย ไฟฟ้า โดยการจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD
ร่วมกับ TPACK

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	N	คะแนนเต็ม	\bar{x}	S.D.	t
ก่อนเรียน	30	30	4.87	2.01	50.86**
หลังเรียน	30	30	24.47	2.24	

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

จากตาราง 12 พบว่า นักเรียนมีคะแนนความสามารถในด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 4.87 และ 24.47 ตามลำดับ จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน ผลการวิเคราะห์ค่า t ปรากฏว่า ค่า t จากการคำนวณมีค่าเท่ากับ 50.86 เมื่อพิจารณาว่า ค่า t จากตารางค่าวิกฤตการแจกแจง t (Mc Millan and Schumacher, 1997, p. 366) ที่ $df = 29$ ได้เท่ากับ 2.24 แสดงว่าค่าคำนวณมากกว่าค่า t จากตาราง แสดงว่านักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

5. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนเรียนและหลังเรียน หน่วย ไฟฟ้า โดยการจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนเรียนและหลังเรียน หน่วย ไฟฟ้า โดยการจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK ดังตาราง 13

ตาราง 13 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนเรียนและหลังเรียน หน่วย ไฟฟ้า โดยการจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	N	คะแนนเต็ม	\bar{x}	S.D.	t
ก่อนเรียน	30	30	4.57	1.85	49.87**
หลังเรียน	30	30	24.80	2.44	

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

จากตาราง 13 พบว่า นักเรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน เฉลี่ยเท่ากับ 4.57 และ 24.80 ตามลำดับ จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน ผลการวิเคราะห์ค่า t ปรากฏว่า ค่า t จากการคำนวณมีค่าเท่ากับ 49.87 เมื่อพิจารณาว่า ค่า t จากตารางค่าวิกฤตการแจกแจง t (Mc Millan and Schumacher, 1997, p. 366) ที่ $df = 29$ ได้เท่ากับ 2.46 แสดงว่าค่า t คำนวณมากกว่าค่า t จากตาราง แสดงว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

6. ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของการจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD
 ร่วมกับ TPACK หน่วย ไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
 ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้เทคนิค
 STAD ร่วมกับ TPACK หน่วย ไฟฟ้า ผลปรากฏดังตาราง 14

ตาราง 14 การวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD
 ร่วมกับ TPACK หน่วย ไฟฟ้า

รายการประเมิน	N=30		ระดับ ความพึงพอใจ
	\bar{x}	S.D	
ด้านเนื้อหาสาระการเรียนรู้			
1. เนื้อหาที่ใช้สอดคล้องกับตัวชี้วัดและจุดประสงค์	4.67	0.48	มากที่สุด
2. เนื้อหาที่มีความชัดเจน เข้าใจง่าย	4.73	0.45	มากที่สุด
3. เนื้อหาเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน	4.40	0.50	มาก
4. เนื้อหาที่มีความน่าสนใจ	4.57	0.50	มากที่สุด
5. เนื้อหาที่มีความเหมาะสมกับเวลาเรียน	4.60	0.51	มากที่สุด
เฉลี่ย	4.59	0.50	มากที่สุด
ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้			
6. กิจกรรมเหมาะสมกับเนื้อหา	4.83	0.46	มากที่สุด
7. กิจกรรมน่าสนใจ สนุก กระตุ้นการเรียนรู้	4.87	0.35	มากที่สุด
8. กิจกรรมเน้นนักเรียนมีส่วนร่วม ได้ลงมือปฏิบัติด้วย ตนเอง	4.80	0.41	มากที่สุด
9. กิจกรรมส่งเสริมการฝึกทักษะการเรียนรู้และ นวัตกรรมและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	4.83	0.38	มากที่สุด
10. ใช้เทคโนโลยีหรือนวัตกรรมในการจัดกิจกรรมการ เรียนรู้ที่เหมาะสม	4.90	0.31	มากที่สุด
เฉลี่ย	4.85	0.38	มากที่สุด

ตาราง 14 (ต่อ)

รายการประเมิน	\bar{x}	S.D	ระดับ ความพึงพอใจ
ด้านสื่อและอุปกรณ์			
11. สื่อเหมาะสมกับเนื้อหา	4.57	0.50	มากที่สุด
12. สื่อส่งเสริมกระตุ้นความสนใจ	4.63	0.49	มากที่สุด
13. สื่อส่งเสริมการเรียนรู้ให้กับผู้เรียน	4.57	0.50	มากที่สุด
14. ความเหมาะสมของสื่ออุปกรณ์กับเนื้อหาและ กิจกรรม	4.60	0.50	มากที่สุด
15. ความพร้อมของ สื่อ อุปกรณ์ ดิจิทัลกระตุ้นผู้เรียนให้ เกิดความสนใจในการค้นคว้าอย่างเหมาะสม และเพียงพอ	4.77	0.43	มากที่สุด
เฉลี่ย	4.63	0.49	มากที่สุด
ด้านการวัดและประเมินผล			
16. การวัดประเมินผลสอดคล้องกับจุดประสงค์การ เรียนรู้ ครอบคลุมทุกด้าน	4.90	0.31	มากที่สุด
17. มีการวัดและประเมินผลที่สอดคล้องกับกิจกรรมการ เรียนรู้	4.53	0.51	มากที่สุด
18. สะท้อนผลการเรียนที่ได้จากการวัดผลการเรียนรู้ หลังเรียน	4.87	0.35	มากที่สุด
19. การวัดและประเมินผล มีความชัดเจนและยุติธรรม	4.50	0.51	มากที่สุด
20. ให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อนำไปสู่การพัฒนาตนเอง	4.77	0.43	มากที่สุด
เฉลี่ย	4.67	0.47	มากที่สุด
รวม	4.70	0.46	มากที่สุด

จากตาราง 14 พบว่า ความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้
เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK พบว่า โดยภาพรวมนักเรียนมีความพึงพอใจ อยู่ในระดับ
มากที่สุด ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.70 เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านเรียงค่าเฉลี่ย จากมากไปหา
น้อยตามลำดับ ดังนี้ 1) ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.85 เมื่อ

พิจารณาความพึงพอใจแล้วเนื่องจากมีการจัดกิจกรรมการทดลองเพื่อฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ทำทหายและทันสมัย ได้มีการนำเทคโนโลยีเข้ามาช่วยในการทำการทดลองจึงทำให้นักเรียนเกิดความทหายอยากค้นหาคำตอบ มีกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้ใช้ความสามารถด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น มีกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้เรียนรู้และทำงานร่วมกันมากขึ้น มีกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นและร่วมมือกันในการแก้ไขปัญหา และมีกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนมีส่วนร่วมและช่วยเหลือกันมากขึ้น 2) ด้านการวัดและประเมินผลได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.67 ผู้วิจัยได้มีวิธีวัดและเครื่องมือมีความสอดคล้องกับสาระการเรียนรู้ วิธีวัดและเครื่องมือมีความสอดคล้องกับธรรมชาติของวิชา วิธีวัดและเครื่องมือมีความสอดคล้องกับขั้นตอนและกิจกรรมการเรียนการสอน แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีความสอดคล้องกับผลการเรียนรู้ และแบบทดสอบก่อนเรียนหลังเรียนมีความสอดคล้องกับผลการเรียนรู้ 3) ด้านสื่อและอุปกรณ์ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.63 ห้องเรียนมีบรรยากาศส่งเสริมการเรียนรู้และเทคโนโลยีเข้ามาใช้ในการสร้างสื่อและใช้เป็นสื่อ นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการทำกิจกรรม นักเรียนมีอิสระในการเรียนรู้ นักเรียนได้เรียนรู้อย่างมีความสุข จัดกลุ่มนักเรียนอย่างเหมาะสม และวัสดุ อุปกรณ์ที่ทันสมัย มีตัวอย่างการทดลองที่ทันสมัยและสามารถจำลองการทดลองได้เสมือนจริง มีใบงาน แบบฝึกกิจกรรมเหมาะสม และ 4) ด้านเนื้อหา ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.59 ได้มีการนำเทคโนโลยีเข้ามาช่วยในการนำเสนอเนื้อหาจึงทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในเนื้อหา มีความสนใจและตั้งใจที่จะเรียนรู้ อยากค้นหาคำตอบ มีกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้ใช้ความสามารถด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ ผู้วิจัยได้สังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน และสัมภาษณ์นักเรียนในระหว่างและหลังการจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK หน่วย ไฟฟ้า ในแต่ละครั้ง โดยนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต และสัมภาษณ์ มาวิเคราะห์ ดังนี้

1. พฤติกรรมความร่วมมือในการทำงานกลุ่ม

การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนดำเนินการจัดกลุ่ม กลุ่มละ 6 คน โดยในกลุ่มประกอบด้วยสมาชิกที่มีความสามารถต่างกัน คือ เก่ง ปานกลาง และอ่อน ร่วมกันทำกิจกรรมศึกษาหาความรู้ในบทเรียน ช่วยเหลือ และให้กำลังใจต่อกัน นอกจากนี้

ยังทำให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์ที่ดีต่อกัน โดยยึดหลักความสำเร็จของกลุ่มคือความสำเร็จของสมาชิกทุกคนในกลุ่ม

จากการสังเกต และสัมภาษณ์พบว่า เมื่อเริ่มเรียนนักเรียนมีความกังวลในความยากเนื้อหา แต่พอมีกิจกรรมกลุ่มพบว่านักเรียนมีความตั้งใจทำงาน สมาชิกในกลุ่มให้ความร่วมมือกันดี ช่วยเหลือซึ่งกันและกัน ร่วมกันทำกิจกรรม แลกเปลี่ยนเรียนรู้ และยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น นักเรียนที่เรียนเก่งและปานกลางช่วยอธิบายให้นักเรียนที่เรียนอ่อนฟัง นักเรียนที่เรียนอ่อนกล้าแสดงความคิดเห็น และกล้าถามสมาชิกในกลุ่มในประเด็นที่ตนเองสงสัยหรือไม่เข้าใจ มีการแบ่งหน้าที่กันทำกิจกรรมของสมาชิกภายในกลุ่ม ทำให้บรรยากาศในการเรียนรู้สนุกสนาน มีความเป็นกันเอง มีปฏิสัมพันธ์ภายในกลุ่มและภายในชั้นเรียน ดังคำตอบจากการสัมภาษณ์นักเรียน ดังนี้

“การจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD ทำให้มีความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียนมากขึ้น จากกิจกรรมกลุ่มทำร่วมกันได้ค้นคว้าและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันภายในกลุ่ม”

“การจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD ทำให้มีความมั่นใจกล้าแสดงออกมากขึ้น ได้ทำกิจกรรมร่วมกันกับเพื่อน ช่วยเหลือซึ่งกันและกัน”

“การจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD ทำให้สมาชิกทุกคนในกลุ่มมีความรับผิดชอบมากขึ้น มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ และช่วยเหลือซึ่งกันและกัน”

“การจัดการเรียนรู้แบบเทคนิค STAD ทำให้เกิดสมาชิกทุกคนในกลุ่มช่วยกันศึกษาหาความรู้ แลกเปลี่ยนเรียนรู้ เมื่อเกิดข้อผิดพลาดก็ร่วมกันวางแผนแก้ไข”

2. ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

การจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK เน้นนักเรียนได้ทำกิจกรรมส่งผลให้นักเรียนพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้งหมด 13 ทักษะ จากการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน และสัมภาษณ์นักเรียนในระหว่างการจัดการเรียนรู้ พบว่า นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจด้านการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการทำกิจกรรมต่าง ๆ สามารถระบุกิจกรรมให้ตรงตามทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง เกิดการเรียนรู้ที่เป็นลำดับขั้นตอน เป็นเหตุเป็นผล นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียนรู้ และปฏิบัติกิจกรรมด้วยความตั้งใจ ดังคำตอบจากการสัมภาษณ์นักเรียน ดังนี้

“จากการเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK ตื่นเต้นกับการทำการทดลอง เพราะได้ปฏิบัติจริงไม่น่าเบื่อ ได้ฝึกการใช้ประสาทสัมผัสทั้ง 5 ที่ช่วยในการสังเกตวัตถุสิ่งของ”

“จากการเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK ทำให้ได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมจริงมีการแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ในการทำกิจกรรม ซึ่งทำให้เข้าใจในเนื้อหามากยิ่งขึ้น และมีการสรุปผลทำให้เข้าใจเนื้อหามากยิ่งขึ้น”

“จากการเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK สามารถนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาสถานการณ์ต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันได้”

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK จากการสังเกตพบว่า จากการสังเกตนักเรียนมีความกระตือรือร้นในการทำกิจกรรมกลุ่ม ร่วมกันศึกษาวางแผนการทำงาน ลงมือปฏิบัติ และร่วมกันนำเสนอผลงานร่วมกัน อีกทั้งยังมีความมุ่งมั่นในการเรียน นักเรียนแสดงความคิดเห็นของนักเรียน “ได้รับความรู้เพิ่มมากขึ้นคะ เห็นความสำคัญของการต่อวงจรไฟฟ้าแบบต่าง ๆ” “ชอบกิจกรรมการจำลองการทดลองวงจรไฟฟ้า สนุกเหมือนได้เล่นเกม ได้ลงมือปฏิบัติจริง และยังได้ความรู้ด้วยคะ” ภาพบรรยากาศการจัดกิจกรรม และผลงานของนักเรียนจากกิจกรรมบางส่วน แสดงดังภาพประกอบ 3-9 ดังนี้



ภาพประกอบ 3 กิจกรรมการเรียนการสอน เรื่อง ปริมาณไฟฟ้า



ภาพประกอบ 4 กิจกรรมกลุ่มการใช้เทคโนโลยีสืบค้นข้อมูล เรื่อง ปริมาณไฟฟ้า



ภาพประกอบ 5 กิจกรรมจำลองการทดลองต่อวงจรไฟฟ้า เรื่อง ปริมาณไฟฟ้า



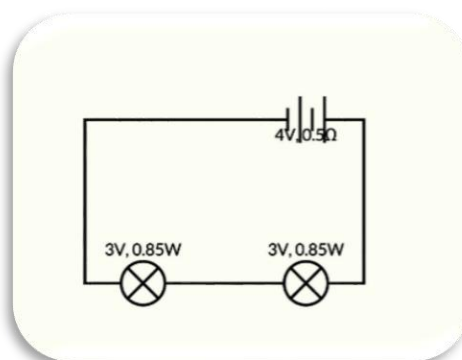
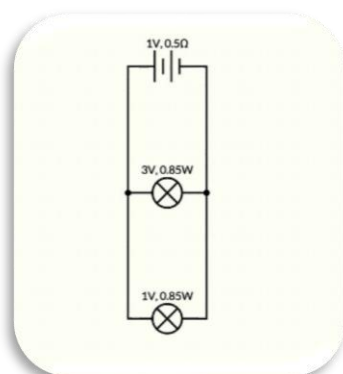
ภาพประกอบ 6 การทดลอง เรื่อง ปริมาณไฟฟ้า



ภาพประกอบ 7 การจำลองการทดลองต่อวงจรไฟฟ้า เรื่อง วงจรไฟฟ้า



ภาพประกอบ 8 การทดลอง เรื่อง วงจรไฟฟ้า



ภาพประกอบ 9 ผลงานการใช้เทคโนโลยีในการเขียนแผนภาพวงจรไฟฟ้า เรื่อง วงจรไฟฟ้า

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

ผลการวิจัยการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หน่วย ไฟฟ้า โดยใช้การจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK ผู้วิจัยได้สรุปผล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะตามหัวข้อ ดังนี้

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

ความมุ่งหมายของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดความมุ่งหมายของการวิจัยไว้ ดังนี้

1. เพื่อพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ หน่วย ไฟฟ้า โดยใช้การจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80
2. เพื่อเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนเรียนและหลังเรียน หน่วย ไฟฟ้า โดยใช้การจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK
3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนเรียนและหลังเรียน หน่วย ไฟฟ้า โดยใช้การจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK

4. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้การจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK หน่วย ไฟฟ้า

สมมติฐานของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้สมมติฐานของการวิจัยไว้ ดังนี้

1. การจัดการเรียนรู้ หน่วย ไฟฟ้า โดยใช้การจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80
2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หน่วย ไฟฟ้า โดยใช้การจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หน่วย ไฟฟ้า โดยใช้การจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
4. ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หน่วย ไฟฟ้า โดยใช้การจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK อยู่ในระดับมากขึ้นไป

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากรในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบ้านโพนแพง เจียรนวนนท์อุทิศ 5 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาสกลนคร เขต 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 2 ห้อง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/1 จำนวน 30 คน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/2 จำนวน 31 คน รวมทั้งหมด 61 คน
2. กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/1 โรงเรียนบ้านโพนแพง เจียรนวนนท์อุทิศ 5 มีนักเรียน 30 คน ซึ่งได้จากการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยสุ่ม ภายในห้องเรียนเดียวกันประกอบด้วยนักเรียนที่คละเทศ และคละความสามารถทางการเรียน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

1.1 การจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK หน่วยไฟฟ้า รายวิชา วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 6 แผน 18 ชั่วโมง Pre-test และ Post-test 2 ชั่วโมง ดังนี้

แผนที่ 1 ปริมาณทางไฟฟ้า

แผนที่ 2 วงจรไฟฟ้า

แผนที่ 3 วงจรอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น

แผนที่ 4 พลังงานไฟฟ้า

แผนที่ 5 วงจรไฟฟ้า และเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้าน

แผนที่ 6 การใช้ไฟฟ้าอย่างประหยัดและปลอดภัย

ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วยมาตรฐานการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ สาระสำคัญ จุดประสงค์ กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อ/แหล่งการเรียนรู้ การวัด และประเมินผล

2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

2.1 แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.3 แบบสอบถามความพึงพอใจ

วิธีการดำเนินการวิจัย

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลตามขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1. จัดทำหนังสือขออนุญาตการวิจัยในมนุษย์จากคณะกรรมการจริยธรรม การวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร เลขที่รับรองจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ 150/2565

2. ผู้วิจัยติดต่อขอหนังสือขอความอนุเคราะห์ทดลองใช้เครื่องมือการวิจัย และหนังสือขอความอนุเคราะห์เก็บรวบรวมข้อมูลจากบัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยราชภัฏ สกลนคร ส่งถึงผู้อำนวยการโรงเรียนบ้านโพนแพงเจียรนวนนท์อุทิศ 5 ตำบลโพธิ์โพธิ์ศาล อำเภอกุสุมาลย์ จังหวัดสกลนคร เพื่อขออนุญาตดำเนินการทดลองใช้และเก็บข้อมูล

3. ผู้วิจัยปฐมนิเทศนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เพื่อชี้แจงแนวทางการจัดการเรียนการสอน และดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK หน่วย ไฟฟ้า ตามแผนการจัดการเรียนรู้

4. ทำการทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างด้วยแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หน่วย ไฟฟ้า และบันทึกผลการทดสอบไว้เป็นคะแนนก่อนเรียนเพื่อใช้สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูล

5. ดำเนินการสอนให้กับกลุ่มตัวอย่างด้วยการเรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK หน่วย ไฟฟ้า กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง

6. เมื่อสิ้นสุดการสอนด้วยการเรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK หน่วย ไฟฟ้า แล้วทดสอบหลังเรียน โดยใช้แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฉบับเดียวกันที่ใช้ทดสอบก่อนเรียน และบันทึกผลการทดสอบไว้เป็นคะแนนหลังเรียน เพื่อใช้สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูล

7. ชั้นหลังการทดลอง ผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยที่ผู้สอนอ่านแบบสอบถามทีละข้อตามลำดับพร้อมทั้งอธิบายข้อความหากนักเรียนมีข้อสงสัย

8. นำผลคะแนนแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้มาวิเคราะห์โดยวิธีการทางสถิติเพื่อทดสอบสมมติฐาน และสรุปผลการวิจัย

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลต่าง ๆ ดังนี้

1. วิเคราะห์หาคุณภาพของเครื่องมือ

1.1 วิเคราะห์หาค่าประสิทธิผลการเรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK หน่วย ไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยหาค่าประสิทธิภาพ E_1/E_2 เทียบกับเกณฑ์ 80/80 ที่ตั้งไว้

1.2 วิเคราะห์แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยวิเคราะห์ค่า IOC ดัชนีความสอดคล้องแบบทดสอบกับวัตถุประสงค์ (Index of Item-Objective Congruence: IOC) ตามวิธีการของโรวินเนลลี และแฮมเบิลตัน (Rovinell and Hambleton) วิเคราะห์ค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนกรายข้อ (r) ของข้อสอบ และวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบทั้งฉบับ โดยใช้สูตร KR-20 คูเดอร์ ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson)

1.3 วิเคราะห์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการ โดยวิเคราะห์ค่า IOC ตามวิธีการของโรวินเนลลีและแฮมเบิลตัน (Rovinell and Hambleton) วิเคราะห์ค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนกรายข้อ (r) ของข้อสอบและวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบทั้งฉบับ โดยใช้สูตร KR-20 คูเดอร์ ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson)

1.4 วิเคราะห์แบบสอบถามความพึงพอใจ ซึ่งเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า โดยวิเคราะห์หาค่า IOC

2. วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อทดสอบสมมติฐาน

2.1 วิเคราะห์หาค่าประสิทธิภาพของการเรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK หน่วย ไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เพื่อทดสอบสมมติฐานข้อที่ 1 โดยหาค่าประสิทธิภาพ E_1/E_2 (เผชิญ กิจระการ, 2544, หน้า 49-51)

2.2 วิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน เพื่อทดสอบสมมติฐานข้อที่ 2 โดยใช้สถิติทดสอบค่าที่แบบกลุ่มที่ไม่เป็นอิสระต่อกัน (t-test for Dependent Samples)

2.3 วิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน เพื่อทดสอบสมมติฐานข้อที่ 3 โดยใช้สถิติทดสอบค่าที่แบบกลุ่มที่ไม่เป็นอิสระต่อกัน (t-test for Dependent Samples)

2.4 วิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังเรียน เพื่อทดสอบสมมติฐานข้อที่ 4 โดยหาค่าเฉลี่ย (\bar{x}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) แล้วเทียบเกณฑ์การประเมินความพึงพอใจ (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, หน้า 121)

สรุปผลการวิจัย

จากการดำเนินการวิจัยการเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หน่วย ไฟฟ้า โดยการจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK สามารถสรุปผลการวิจัยได้ ดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หน่วย ไฟฟ้า มีประสิทธิภาพเท่ากับ 81.20/82.11 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้
2. การจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หน่วย ไฟฟ้า นักเรียนได้ปฏิบัติกิจกรรมร่วมกันทำให้มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น ซึ่งมีคะแนนก่อนเรียนร้อยละ 16.22 และหลังเรียนมีคะแนนร้อยละ 81.56 เมื่อเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
4. ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK หน่วย ไฟฟ้า อยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.70

อภิปรายผลการวิจัย

การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หน่วย ไฟฟ้า โดยใช้การจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK สามารถอภิปรายผลตามสมมติฐานการวิจัย ดังนี้

1. ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ หน่วย ไฟฟ้า โดยใช้การจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ด้วยแผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 6 แผน มีประสิทธิภาพเท่ากับ 81.20/82.11 สูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้เพราะแผนการจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK ที่ผู้วิจัยได้ออกแบบสร้างขึ้น ได้ผ่านกระบวนการดำเนินการสร้างถูกต้องตามขั้นตอนดำเนินการอย่างเป็นระบบและมีวิธีการที่เหมาะสม โดยเริ่มจากศึกษาและวิเคราะห์หลักสูตร

แกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุงพุทธศักราช 2560) เนื้อหาตัวชี้วัด และการวัดผล ประเมินผล ตลอดจนจรรยาบรรณคู่มือการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เอกสารที่เกี่ยวข้องกับกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK ผ่านกระบวนการตรวจสอบ แก่ไขจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญด้านจุดประสงค์ เนื้อหา การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ การวัดผลและประเมินผลก่อนนำไปใช้กับนักเรียน และในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนได้ลงมือฝึกปฏิบัติ ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผ่านกระบวนการทางด้านวิทยาศาสตร์ทั้ง 13 ทักษะ ในแต่ละด้านอย่างเป็นระบบ นักเรียนเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิม สามารถจัดลำดับความคิด และลำดับขั้นตอนในการศึกษาอย่างเป็นระบบ นักเรียนสามารถสรุปความรู้ในเรื่องต่าง ๆ ออกมาได้ และเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ ส่งผลให้แผนการจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK จำนวน 6 แผน มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 สอดคล้องกับงานวิจัยของ ศิริรักษ์ แก้วหานาม อนันต์ ปานศุภวัชร และอรุณรัตน์ คำแหงพล (2562, หน้า 21-29) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เสี่ยงกับการได้ยิน โดยใช้การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับผังมโนทัศน์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่า 1) แผนการจัดการเรียนรู้ แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับผังมโนทัศน์ เรื่อง เสี่ยงและการได้ยิน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 80.55/80.22 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 2) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 3) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนสูง กว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 4) ความพึงพอใจของนักเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.57 อยู่ในระดับมากที่สุด และสอดคล้องกับงานวิจัย น้ำผึ้ง เสนดี (2560, หน้า 158) ได้ศึกษาการพัฒนาการคิดวิเคราะห์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ รายวิชาชีววิทยา เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือรูปแบบ STAD ร่วมกับการใช้ผังมโนทัศน์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่า 1) แผนการจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพเท่ากับ 77.10/76.67 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ และสอดคล้องกับงานวิจัยของ วาสนา ศิริจันทร์พันธุ์ (2557, หน้า 98) ได้ศึกษาการพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง ไฟฟ้า โดยเทคนิค STAD กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า ชุดกิจกรรมการเรียนรู้มีประสิทธิภาพ 80.03/83.89 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้

2. ผลการศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หน่วย ไฟฟ้า โดยใช้การจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK พบว่า นักเรียนได้ทำกิจกรรมเป็นกลุ่มทำให้นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 4.83 คิดเป็นร้อยละ 16.22 และหลังเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 24.47 คิดเป็นร้อยละ 81.56 เมื่อเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สอดคล้องตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ เนื่องจากการจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK เป็นการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ ทำกิจกรรมร่วมกันเป็นกลุ่ม นำเทคโนโลยีเข้ามาช่วยในการสอนเช่น YouTube, PPT, Cava และ Google เป็นสื่อการสอน และนำแอปพลิเคชัน Physics-Lab มาใช้ในการทำกิจกรรมจำลองการทดลอง นักเรียนมีส่วนร่วมในทุกขั้นตอนของการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ เป็นผลมาจากพฤติกรรมที่เกิดจากการปฏิบัติ การฝึกฝน การเรียนรู้ของนักเรียนแต่ละบุคคล โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ให้ได้มาซึ่งความรู้ซึ่งประกอบด้วยพฤติกรรม การสังเกต การวัด การจำแนกประเภท การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปส การคำนวณ การจัดกระทำ และสื่อความหมายของข้อมูล การลงความเห็นจากข้อมูล การพยากรณ์ การทดลอง การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ เพ็ญนิภา แววศรี (2562, หน้า 31-42) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับแผนผังความคิด พบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 26.69 มากกว่าก่อนเรียนซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 24.38 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และสอดคล้องกับงานวิจัยของ กวีชัย จำปา (2560, หน้า 85-92) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ไฟฟ้ากระแส โดยการจัดการเรียนรู้กลุ่มร่วมมือแบบ STAD ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และสอดคล้องกับจุฬารัตน์ ธรรมประณีป (2559, หน้า 1-13) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยีในการสอนวิทยาศาสตร์ พบว่าการบูรณาการเทคโนโลยีเข้าไปในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพจะส่งเสริมและพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หน่วย ไฟฟ้า โดยใช้การจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนเท่ากับ 4.57 และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 24.80 แสดงว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้เนื่องจากการจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ นำเทคโนโลยีมาช่วยในการนำเสนอเนื้อหา YouTube, PPT, Cava และ Google เป็นสื่อในการสอน และนำแอปพลิเคชัน Physics-Lab มาใช้ในการทำกิจกรรมจำลองการทดลอง ตลอดจนใช้อินเตอร์เน็ต มือถือหรือคอมพิวเตอร์ในการทำกิจกรรมและค้นคว้าหาความรู้ นักเรียนได้มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างสมาชิกในกลุ่ม เพราะมีการแบ่งหน้าที่กันในการทำงาน สมาชิกในกลุ่มช่วยเหลือซึ่งกันและกัน ทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ และลงมือทดลองในแอปพลิเคชันแบบจำลองกิจกรรม แล้วจึงปฏิบัติกิจกรรมตามที่ได้รับมอบหมาย ทำให้เข้าใจในเนื้อหาวิชาที่ได้ดีมากยิ่งขึ้น เนื่องจากได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นในระหว่างสมาชิกในกลุ่มขณะที่ทำกิจกรรม นักเรียนที่อธิบายให้เพื่อนฟังทำให้เข้าใจยิ่งขึ้น เพราะได้ทบทวนความรู้ความเข้าใจในเนื้อหา ใช้แอปพลิเคชันแบบจำลองต่อวงจรไฟฟ้า ทำให้นักเรียนเห็นภาพการต่อวงจรไฟฟ้า สามารถชี้ให้เห็นอันตรายหรือข้อเสีย หากมีการต่อวงจรไฟฟ้าผิดไปจะไม่ติดและทำให้อุปกรณ์ไฟฟ้านั้นเสียหายได้ ยังเห็นถึงข้อดีข้อเสียในการต่ออุปกรณ์ไฟฟ้าแบบต่าง ทำให้เกิดความผิดพลาดน้อยเมื่อมีการทำการทดลองจริง ซึ่งมีส่วนส่งเสริมการพัฒนากระบวนการคิด และความเข้าใจการต่อวงจรไฟฟ้าที่ถูกต้อง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัย เพ็ญนิภา แววศรี (2562, หน้า 31-42) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับแผนผังความคิด พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และสอดคล้องกับงานวิจัยของ กวีชัย จำปา (2560, หน้า 85-92) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ไฟฟ้ากระแส โดยการจัดการเรียนรู้กลุ่มร่วมมือแบบ STAD ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และสอดคล้องกับงานวิจัยของ ลิลลา อุดุลยศาสตร์ (2561, หน้า 115-128) ได้ทำการวิจัย

เกี่ยวกับผลของการพัฒนาความรู้ในการบูรณาการเทคโนโลยีกับวิธีสอนและเนื้อหาที่สอน (TPACK) พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

4. ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้การจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK หน่วย ไฟฟ้า พบว่า โดยภาพรวมนักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.70 เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านเรียงค่าเฉลี่ยจากมากไปหาน้อยตามลำดับ ดังนี้ 1) ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.85 เมื่อพิจารณาความพึงพอใจแล้วจากมีการจัดกิจกรรมการทดลองเพื่อฝึกทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ที่ท้าทายและทันสมัย ได้มีการนำเทคโนโลยีเข้ามาช่วยในการทำการทดลองจึงทำให้นักเรียนเกิดความท้าทายอยากค้นหาคำตอบ มีกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้ใช้ความสามารถด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น มีกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้เรียนรู้และทำงานร่วมกันมากขึ้น มีกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นและร่วมมือกันในการแก้ไขปัญหา และ มีกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนมีส่วนร่วมและช่วยเหลือกันมากขึ้น

2) ด้านการวัดและประเมินผลได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.67 ผู้วิจัยได้มีวิธีวัดและเครื่องมือมีความสอดคล้องกับสาระการเรียนรู้ วิธีวัดและเครื่องมือมีความสอดคล้องกับธรรมชาติของวิชา วิธีวัดและเครื่องมือมีความสอดคล้องกับขั้นตอนและกิจกรรมการเรียนรู้ การสอนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีความสอดคล้องกับผลการเรียนรู้ และแบบทดสอบก่อนเรียนหลังเรียนมีความสอดคล้องกับผลการเรียนรู้ 3) ด้านสื่อและอุปกรณ์ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.63 ห้องเรียนมีบรรยากาศส่งเสริมการเรียนรู้ นักเรียนมีอิสระในการเรียนรู้ นักเรียนได้เรียนรู้อย่างมีความสุข จัดกลุ่มนักเรียนอย่างเหมาะสมความสะดวกสามารถแก่ง ปานกลาง และอ่อนน มีวัสดุอุปกรณ์ที่ทันสมัย มีตัวอย่างการทดลองที่ทันสมัยสอดคล้องกับเนื้อหาที่เรียนและสามารถจำลองการทดลองได้เสมือนจริงมีใบงาน แบบฝึกกิจกรรมเหมาะสม และ 4) ด้านเนื้อหา ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.59 ได้มีการนำเทคโนโลยีเข้ามาช่วยในการนำเสนอเนื้อหาจึงทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในเนื้อหา มีความสนใจและตั้งใจที่จะเรียนรู้ อยากค้นหาคำตอบ มีกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้ใช้ความสามารถด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ รสสุคนธ์ คำสุข (2560, หน้า 85) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ความมีเหตุผล เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

โดยการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่า ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ต่อการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ เทคนิค STAD ร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงของนักเรียนอยู่ในระดับมาก และสอดคล้องกับงานวิจัยของ จันทมณี สระทองหน และ จรินทร์ อุ้มไกร (2560, หน้า 42-47) ได้ทำการวิจัย เรื่อง การจัดการเรียนการสอนในศตวรรษที่ 21 แบบ TPACK MODEL โดยการใช้การสอนแบบเสมือนจริง ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กรณีศึกษา โรงเรียนอนุบาลกำแพงแสน ผลการวิจัยพบว่า ความพึงพอใจของนักเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.82 อยู่ในระดับมากที่สุด

การจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK หน่วย ไฟฟ้า เป็นการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยเรียนรู้เป็นกลุ่ม แต่ละกลุ่มประกอบด้วยสมาชิกที่มีความรู้ความสามารถแตกต่างกัน โดยเรียนแบบร่วมมือ ช่วยกันคิด ช่วยกันเรียน คนเก่งและคนปานกลางได้ช่วยอธิบายให้คนอ่อนเข้าใจ มีการจัดกิจกรรมที่น่าสนใจท้าทายนักเรียนได้ทำความเข้าใจกับปัญหา ร่วมกันวางแผนแก้ปัญหา ปฏิบัติกิจกรรม กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้เกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ อีกทั้งในด้านการใช้สื่อการสอนและบรรยากาศในการเรียนรู้มีการใช้สื่อและเทคโนโลยีที่ทันสมัย หลากหลาย และเหมาะสมมาประกอบการสอน ทำให้นักเรียนเกิดความกระตือรือร้นสนใจในบทเรียน มีความอยากร่วมทำกิจกรรม มีบรรยากาศการเรียนการสอนในชั้นเรียนเป็นบรรยากาศที่อบอุ่น มีความเป็นกันเอง สมาชิกในกลุ่มช่วยเหลือซึ่งกันและกัน ทุกคนมีความรับผิดชอบ และมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม โดยยึดหลักความสำเร็จของนักเรียนแต่ละคนคือความสำเร็จของกลุ่ม ทั้งนี้เพราะนักเรียนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมที่ทำให้กลุ่มประสบผลสำเร็จ การจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ เข้าใจในบทเรียน เสริมสร้างสมรรถภาพทางการเรียนรู้ของนักเรียนจากนั้นให้นักเรียนทำกิจกรรม โดยใช้เทคโนโลยีเข้ามาช่วยในการนำเสนอเนื้อหาและจัดกิจกรรมการเรียน มีการแข่งขันกัน เพื่อประเมินความสำเร็จของกลุ่ม มีการให้คำชมเชยหรือรางวัลซึ่งเป็นสิ่งกระตุ้นให้นักเรียนอยากเรียนรู้อยากได้รางวัล จึงทำให้นักเรียน เกิดความสนใจ และตั้งใจทำกิจกรรมส่งผลให้ตนเองและสมาชิกในกลุ่ม ประสบผลสำเร็จ และเรียนรู้อย่างมีความสุข และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นได้ออกแบบเหมาะสมกับวัยของนักเรียนซึ่งเป็นไปตามแนวคิดสำหรับการสร้างความพึงพอใจ

ของ สมนึก ภัททิยธนี (2556, หน้า 36) กล่าวว่า ความพึงพอใจเป็นความรู้สึกหรืออารมณ์ของบุคคลที่มีต่อความสัมพันธ์ของสิ่งเร้าต่าง ๆ เป็นผลมาจากการที่บุคคลประเมินสิ่งเร้านั้นแล้วพอใจ และ รีเบอร์ (Reber, 1985, p. 660) กล่าวถึง ความพึงพอใจว่าเป็นสภาวะทางอารมณ์ (Emotional State) ของบุคคลที่นำไปสู่เป้าหมายความสำเร็จและแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นได้ออกแบบเหมาะสมกับวัยของนักเรียน นักเรียนมีส่วนร่วมในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เสริมสร้างสมรรถภาพทาง การเรียนรู้ของนักเรียน สอดคล้องกับงานวิจัยของหลายท่านที่นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยแผนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด เพราะกิจกรรมการเรียนรู้เป็นรูปแบบของกลุ่ม ได้ทำงานร่วมกับผู้อื่น ทำให้เกิดความสนุกสนานได้พึ่งพาช่วยเหลือซึ่งกันและกัน สอดคล้องกับงานวิจัยของ ศิริรักษ์ แก้วหานาม, อนันต์ ปานศุภวัชร และ อรุณรัตน์ คำแหงพล (2562, หน้า 21–29) ได้ทำการวิจัย เรื่อง การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เสียงกับการได้ยิน โดยใช้การจัดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับผังมโนทัศน์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่า ความพึงพอใจของนักเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.57 อยู่ในระดับมากที่สุด

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้ สำหรับครูผู้สอนควรนำการจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK หน่วย ไฟฟ้า ไปใช้พัฒนาความสามารถทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนมีข้อเสนอแนะ ดังนี้

1. สำหรับการนำไปใช้ในกิจกรรมการเรียนการสอน

1.1 ผู้สอนควรเตรียมความพร้อม จัดเตรียมสื่อการเรียนการสอน จัดเตรียมข้อมูล จัดเตรียมสภาพแวดล้อม คำถามกระตุ้นความสนใจของนักเรียนเพื่อส่งผลต่อการพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียนได้เต็มตามศักยภาพ

1.2 ก่อนดำเนินการเรียนการสอน ครูควรให้นักเรียนได้ศึกษากิจกรรมมาก่อนล่วงหน้า แนะนำวิธีการให้นักเรียนเข้าใจ และควรแนะนำนักเรียนในการทำงานกลุ่ม รวมทั้งมีความรับผิดชอบต่อหน้าที่ รู้จักยอมรับฟังความคิดเห็นซึ่งกันและกันเพื่อเป็นการเตรียมความพร้อม

1.3 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอน ครูควรอธิบายขั้นตอนที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนให้นักเรียนทั้งห้องได้เข้าใจก่อนที่จะลงมือปฏิบัติ การสอนจริงเพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ตรงกัน ซึ่งจะส่งผลให้กิจกรรมการเรียนรู้การสอน มีประสิทธิภาพและบรรลุจุดประสงค์ที่ตั้งไว้

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK ในหน่วยการเรียนรู้อื่น ๆ

2.2 ควรมีการศึกษาวิจัยโดยใช้การจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK กับนักเรียนระดับชั้นอื่น ๆ เพื่อทำให้นักเรียนเป็นผู้ที่มีความสามารถด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

2.3 ควรมีการศึกษาตัวแปรอื่น ๆ ที่มีผลต่อการเรียนรูของนักเรียน หลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กมลวรรณ วิพรรณะ. (2559). การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือ แบบการแบ่งปันความสำเร็จ (STAD) แบบช่วยกันคิดช่วยกันเรียน (TAI) และแบบเรียนรู้ร่วมกัน (LT) วิชาชีววิทยา หน่วยการเรียนรู้ คุณภาพของสิ่งมีชีวิต ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ ค.ม. สกนนคร: มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.
- กรมวิชาการ. (2554). เอกสารชุดเทคนิคการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่ผู้เรียนสำคัญที่สุด. กรุงเทพฯ: กรมศาสนา.
- กระทรวงศึกษาธิการและUnicef. (2563). คู่มือครูสำหรับการจัดกิจกรรมส่งเสริมการเรียนรู้เกี่ยวกับโรคโควิด-19. กรุงเทพฯ: กสศ.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- _____. (2551). หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ: กระทรวงศึกษาธิการ
- _____. (2552). หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ: กระทรวงศึกษาธิการ
- _____. (2553). หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- _____. (2560). หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- กวีชัย จำปา. (2560). การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่องไฟฟ้ากระแส โดยการจัดการเรียนรู้กลุ่มร่วมมือแบบ STAD ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์ ค.ม. สกนนคร: มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.
- กิงดาว ทาลี. (2544). การศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาอังกฤษของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

- เขมวันต์ กระดั่งงา. (2554). ผลการเรียนรู้ด้วยกระบวนการกลุ่มร่วมกับเว็บสนับสนุนการเรียนรู้ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม วิชาการพัฒนาเว็บไซต์เบื้องต้น นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. *Veridian E-Journal*, 5(2), 521–537.
- _____. (2554). ผลการเรียนรู้ด้วยกระบวนการกลุ่มร่วมกับเว็บสนับสนุนการเรียนรู้ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม วิชาการพัฒนาเว็บไซต์เบื้องต้น นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- จันทมณี สระทองหน และ จรินทร์ คุ้มไกร. (2560). การจัดการเรียนการสอนในศตวรรษที่ 21 แบบ TPACK MODEL โดยการใช้การสอนแบบเสมือนจริง ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กรณีศึกษาโรงเรียนอนุบาลกำแพงแสน. *วารสารวิชาการ การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ*, 3(2), 42–47.
- จุฬารัตน์ ธรรมประธิป. (2559). การพัฒนาความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยีในการสอนวิทยาศาสตร์. *วารสารวิจัยและพัฒนาหลักสูตร*, 6(2), 1–13.
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2556). การทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอน. *วารสารศิลปการศึกษาศาสตร์วิจัย*, 5(1), 7–20.
- ณรงค์ ชุมแวงวาปี. (2561). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ประกอบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ สารภูมิศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ ค.ม. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- ธีรศักดิ์ อุ่ณอรณณ์เลิศ. (2549). เครื่องมือวิจัยทางการศึกษา: การสร้างและการพัฒนา. นครปฐม: มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- น้ำผึ้ง เสนดี. (2560). การพัฒนาการคิดวิเคราะห์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ รายวิชาชีววิทยา เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือรูปแบบ STAD ร่วมกับการใช้ผังมโนทัศน์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์ ค.ม. สกลนคร: มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.
- น้ำผึ้ง เสนดี, อนันต์ ปานศุภวัชร และอุษา ปราบหงษ์. (2561). การพัฒนาการคิดวิเคราะห์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์รายวิชาชีววิทยา เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือรูปแบบ STAD ร่วมกับการใช้ผังมโนทัศน์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. *วารสารวิชาการหลักสูตรและการสอน*, 10(28), 1–13.

- นิจินันท์ สุริวงษ์ และ อภิชาติ สังข์ทอง. (2563). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา ฟิสิกส์ เรื่อง แสงและทัศนอุปกรณ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการ จัดการเรียนรู้ด้วยกลุ่มร่วมมือแบบ STAD. *วารสารวิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ศึกษา (JSSE)*, 3(1), 84–97.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2545). *การวิจัยเบื้องต้น*. (พิมพ์ครั้งที่ 7). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- _____. (2546). *การพัฒนาหลักสูตร*. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- ปฏิภาณ ชาติวิวัฒนาการ. (2563). การศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ด้วยการจัดกิจกรรมการ เรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคแบบ STAD ร่วมกับเทคนิค KWDL ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3. *Journal of Research and Curriculum Development*, 10(2), 182–194.
- ปราศรัย ภูซุม . (2561). การพัฒนาชุดฝึกทักษะคอมพิวเตอร์โดยการจัดการเรียนรู้แบบ กาเข้าร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ที่มีผลต่อพฤติกรรม ความร่วมมือ การคิดวิเคราะห์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้น ประถมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ ค.ม. สกจนคร: มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.
- ปัญญารัตน์ พุฒานวงศ์. (2561). การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับเทคนิค KWDL ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์ ค.ม. สกจนคร: มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.
- เพชฌู กิจระการ. (2540). *การวิจัยทางการศึกษา*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย.
- _____. (2544). การวิเคราะห์ประสิทธิภาพสื่อและเทคโนโลยีทางการศึกษา (E1/E2). *วารสารการวัดผลการศึกษา*, 8(1), 30–36.
- _____. (2544). การวิเคราะห์สื่อและเทคโนโลยีเพื่อการศึกษา (E1–E2). *วารสาร การวัดผลการศึกษา*, 7(4), 45–56.
- _____. (2544). *การหาค่าดัชนีประสิทธิผล*. มหาสารคาม: ภาควิชาเทคโนโลยี และสื่อสารการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- เพชฌู กิจระการ และสมนึก ภิทธิธานี. (2545). *การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของสื่อ และเทคโนโลยีเพื่อการศึกษา (E1/E2)*. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

- พันธ์ ทองชุมนุม. (2547). *การสอนวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษา*. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร.
- เพ็ญนิภา แววดศรี . (2562). *การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับแผนผังความคิด*. วิทยานิพนธ์ ค.ม. สกจนคร: มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.
- ภนิตา ชัยปัญญา. (2541). *การวัดความพึงพอใจ*. กรุงเทพฯ: แสงอักษร.
- ภัทรกร ศุขหงษ์ทอง. (2563). *การพัฒนาแบบฝึกทักษะร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD. วารสารเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา, 3(7), 165-176.*
- ยาเชร์ หะสาเมาะ. (2562). *ผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ที่มีผลต่อการพัฒนามโนคติทางวิทยาศาสตร์ เรื่องระบบหมุนเวียนเลือดของคน สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5*. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. สงขลา: มหาวิทยาลัยทักษิณ.
- รสสุคนธ์ คำสุข. (2560). *การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ความมีเหตุผล ความพอประมาณ และการมีภูมิคุ้มกัน เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5*. วิทยานิพนธ์ ค.ม. สกจนคร: มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.
- รายงานผลการทดสอบทางการศึกษา. (2563). *รายงานผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินี้ขั้นพื้นฐาน (O-NET) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2563*. เข้าถึงได้จาก <http://www.newonetestresult.niets.or.th/AnnouncementWeb/Login.aspx?ReturnUrl=%2fAnnouncementWeb%2fSchool%2fReportSchoolBySchool.aspx%3fmi%3d2&mi=2> 20 พฤษภาคม 2564.
- ลิลลา อุดุลยศาสน. (2561). *ผลของการพัฒนาความรู้ในการบูรณาการเทคโนโลยีกับวิธีสอนและเนื้อหาที่สอน (TPACK)*. *วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา, 13(1), 115-128.*
- วรรณิ์ แกมเกตุ. (2555). *วิธีวิทยาการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์*. (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วรรณทิพา รอดแรงคำ และ พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์. (2542). *การพัฒนาการคิดของครูด้วยกิจกรรม ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ (พ.ว.).

- วัชรียา พรหมพันธ์. (2562). การเปรียบเทียบทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง พอลิเมอร์ โดยการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับเทคนิค POE และการจัดการเรียนรู้แบบปกติ. วิทยานิพนธ์ ค.ม. สกจนคร: มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.
- วัชรียา พรหมพันธ์, อรุณรัตน์ คำแหงพล และถาดทอง ปานศุภวัชร. (2563). การเปรียบเทียบทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง พอลิเมอร์ โดยการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับเทคนิค POE และการจัดการเรียนรู้แบบปกติ. วารสารวิชาการหลักสูตรและการสอน, 10(2), 1-13.
- วัฒนาพร ระบุทุกข์. (2542). แผนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง. (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: แอล ที แพลส.
- วาโร เพ็งสวัสดิ์. (2551). วิธีวิทยาการวิจัย. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- วาสนา ศิริจันทร์พันธุ์. (2557). การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง ไฟฟ้า โดยเทคนิค STAD กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ ค.ม. สกจนคร: มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.
- ศิริรักษ์ แก้วหานาม. (2561). การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เสี่ยงกับการได้ยิน โดยใช้การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับผังมโนทัศน์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์ ค.ม. สกจนคร: มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.
- ศิริรักษ์ แก้วหานาม อนันต์ ปานศุภวัชร และอรุณรัตน์ คำแหงพล. (2562). การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เสี่ยงกับการได้ยิน โดยใช้การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับผังมโนทัศน์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5. วารสารวิชาการหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร, 11(30), 21-29
- ศิริวรรณ ฉัตรมณีรุ่งเจริญ (2562) ความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยีเพื่อการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาในประเทศไทย. วารสารศึกษาศาสตร์ปริทัศน์, 1(34), 51-64.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2545). คู่มือการจัดการจัดการเรียนรู้กลุ่มวิทยาศาสตร์หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546). *คู่มือการจัดการจัดการการเรียนรู้ กลุ่มวิทยาศาสตร์หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สมเกียรติ พรพิสุทธิมาศ. (2551). การสอนวิทยาศาสตร์โดยเป็นทักษะกระบวนการ. *วารสารวิชาการ*, 8(2), 28–34
- สมชาย วรภิเกษมสกุล. (2555). *ระเบียบวิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์*. (พิมพ์ครั้งที่ 3). อุตรธานี: โรงพิมพ์อักษรศิลป์.
- สมนึก ภัททิยธนี. (2551). *การวัดผลการศึกษา*. (พิมพ์ครั้งที่ 3). กทม.: ประสานการพิมพ์. _____ . (2556). *การวัดผลการศึกษา*. (พิมพ์ครั้งที่ 4). กทม.: ประสานการพิมพ์.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานกระทรวงศึกษาธิการ. (2563). *แนวทางการจัดการเรียนการสอนทางไกลในสถานการณ์การแพร่ระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (COVID-19)*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (2554). *แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 11 (พ.ศ. 2555–2559)*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา. (2553). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา. (2560). *สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา*. กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน และกระทรวงศึกษาธิการ.
- สุวิมล อินทร์บริสุทธิ (2556). *ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หน่วยการเรียนรู้ แรงและการเคลื่อนที่ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้น ประถมศึกษาปีที่ 5 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบอริยสัจ 4*. วิทยานิพนธ์ ค.ม. นครราชสีมา: มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา.
- สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ. (2545). *19 วิธีจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.
- อรอุมา สิงห์สวัสดิ์, ศิริรัตน์ ศรีสะอาด และนาตยา ปิณฑนานนท์. (2565). TPACK ในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์: TPACK ในฟิลิปปินส์. *วารสารครุศาสตร์บริหารศาสตร์*, 9(1), 316–326.

- Arends, R. I. . (1994). *Learning to teach*. (3rded). New York: McGraw Hill.
- Bloom, B. S. (1976). *Taxonomy of Educational Objectives, Handbook 1: Cognitive Domain*. New York: McKay.
- Djuli, L. (2016). Effect of Method Method Versus Jigsaw Teams– Student Achievement Divisions (STAD) and Style Cognitive Learning Outcomes Of Discourse Reading Comprehension Grade SMPN 10 Kota Kupang. *International Conference*, 499–505.
- Dongryeul, K. (2018). A Study on the Influence of Korean Middle School Students' Relationship through Science Class Applying STAD Cooperative Learning. *Journal of Technology and Science Education*, 291–309.
- Engr, J. T., & Lantajo, Ph.D. (2017). The Use of STAD Model in Teaching Chemistry: Its Effect to Students' Academic Performance. *tudies in Business, Management, Education and Law (SBMEL-17)*, 169–173.
- Isiaka, G. A., & Olalere, Y.M. (2015). Effectiveness of Computer–Assisted STAD Cooperative Learning Strategy on Physics Problem Solving, Achievement and Retention. *Malaysian Online Journal of Educational Technology*, 3(3), 20–34.
- Johnson D.W.; & Johnson R.T. (1996). *The role of cooperative learning in assessing and communicating student learning*. Alexandria: In T. R. Gusky (Ed.)
- Koehler, M. J., & Mishra, P. (2006). Technological Pedagogical Content Knowledge. *A Framework for Teacher Knowledge*, 1017–1054.
- _____. (2008). *Introducing TPCK*. New York: Handbook of Technological Pedagogical Content Knowledge for Educators.
- Kuder, F. (1991). Comments Concerning the Appropriate use of Formulas for Estimating the Internal–Consistency Reliability of Tests. *Educational and Psychological Measurement*, 51(1991), 873–874.
- McMillan, J. H., & Schumacher, S. S. (1997). *Research in education: A conceptual introduction*. New York: Longman
- Mishra & Koehler. (2006). Technological Pedagogical Content Knowledge. *A Framework for Teacher Knowledge*, 108(6), 1017–1054.

- Prasart, N. (2020). TPACK in ASEAN Perspectives: Case Study on Thai Pre-Service Teacher. *International Journal of Evaluation and Research in Education*, 9(4), 993–999.
- Reber, Arthur S. (1985). *The Penguin Dictionary of Psychology*. New York: Penguin.
- Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4–15.
- Slavin, R. E. (1980). *Cooperative Learning*. New York: Longman.
- _____. (1990). *Cooperative learning Theory research and practice*. New Jersey: Prentice Hall.
- _____. (1995). *Cooperative Learning: Theory, Research, and Practice*. Boston: Allyn and Bacon.
- Tiantong, M. & Teemuangsai, S. (2013). Student Team Achievement Divisions (STAD) Technique through the Moodle to Enhance Learning Achievement. *International Education Studies*, 6(4), 85–92 .

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

1. รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือการวิจัย
2. หนังสือขอความอนุเคราะห์ผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือการวิจัย
3. หนังสือขอความอนุเคราะห์ทดลองเครื่องมือวิจัย
4. หนังสือขอความอนุเคราะห์เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อวิจัย

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือวิจัย

1. ผศ. ดร.หรรษกร วรรณะสาร อาจารย์สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์และ
เทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
2. ดร.ปิยวรรณ ศิริสวัสดิ์ ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
วิทยาลัยเทคนิคสกลนคร อำเภอเมือง จังหวัดสกลนคร
3. นางนางอังคณา บุตรสุวรรณ ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
และเทคโนโลยี โรงเรียนบ้านบอนสหราษฎร์บำรุง อำเภอ
เมือง จังหวัดสกลนคร สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา
ประถมศึกษาสกลนครเขต 1



ที่ อว ๐๖๒๑.๑๒/ว ๗๒๒

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

๑๕ สิงหาคม ๒๕๖๕

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทรงกร วรรณะสาร

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. กรอบแนวคิดการวิจัย และนิยามศัพท์เฉพาะ

๒. เครื่องมือการวิจัย

๓. แบบประเมินเครื่องมือการวิจัย

ด้วย นางสาวจิราพร ภูวันนา รหัสประจำตัวนักศึกษา ๖๓๔๒๑๒๓๘๒๑๑ ซึ่งเป็นนักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓ เรื่องไฟฟ้า โดยการจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต (ค.ม.) โดยมี รองศาสตราจารย์อนันต์ ปานศุภวัชร เป็นประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ถาดทอง ปานศุภวัชร เป็นกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถ และเชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์ท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการพิจารณาตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย เพื่อใช้ประกอบการทำวิทยานิพนธ์ที่นักศึกษาได้จัดทำขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.วโร เพ็งสวัสดิ์)

รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติราชการแทน

อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

บัณฑิตวิทยาลัย

โทร. ๐ ๔๒๔๗ ๐๒๒๔

โทรสาร ๐ ๔๒๔๗ ๐๐๓๒

ผู้ประสานงาน นางสาวจิราพร ภูวันนา โทรศัพท์เคลื่อนที่ ๐๙ ๑๕๕๑ ๑๖๘๗

“อยู่สกล รักสกล ทำเพื่อสกลนคร”



ที่ อว ๐๖๒๑.๑๒/ว ๗๒๒

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

๑๕ สิงหาคม ๒๕๖๕

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย

เรียน ดร. ปิยวรรณ ศิริสวัสดิ์

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. กรอบแนวคิดการวิจัย และนิยามศัพท์เฉพาะ

๒. เครื่องมือการวิจัย

๓. แบบประเมินเครื่องมือการวิจัย

ด้วย นางสาวจิราพร ภูวันนา รหัสประจำตัวนักศึกษา ๖๓๔๒๑๒๓๘๒๑๑ ซึ่งเป็นนักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓ เรื่องไฟฟ้า โดยการจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต (ค.ม.) โดยมี รองศาสตราจารย์อนันต์ ปานศุภวัชร เป็นประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ถาดทอง ปานศุภวัชร เป็นกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถ และเชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์ท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการพิจารณาตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย เพื่อให้ประกอบการทำวิทยานิพนธ์ที่นักศึกษาได้จัดทำขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.วโร เพ็งสวัสดิ์)

รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติราชการแทน

อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

บัณฑิตวิทยาลัย

โทร. ๐ ๔๒๔๗ ๐๒๒๔

โทรสาร ๐ ๔๒๔๗ ๐๐๓๒

ผู้ประสานงาน นางสาวจิราพร ภูวันนา โทรศัพท์เคลื่อนที่ ๐๙ ๑๕๕๑ ๑๖๘๗

“อยู่สกล รักสกล ทำเพื่อสกลนคร”



ที่ อว ๐๖๒๑.๑๒/ว ๗๒๒

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

๑๕ สิงหาคม ๒๕๖๕

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย

เรียน นางอังคณารักษ์ บุตรสุวรรณ

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. กรอบแนวคิดการวิจัย และนิยามศัพท์เฉพาะ

๒. เครื่องมือการวิจัย

๓. แบบประเมินเครื่องมือการวิจัย

ด้วย นางสาวจิราพร ภูวนา รหัสประจำตัวนักศึกษา ๖๓๔๒๑๒๓๘๒๑๑ ซึ่งเป็นนักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓ เรื่องไฟฟ้า โดยการจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต (ค.ม.) โดยมี รองศาสตราจารย์อนันต์ ปานศุภวัชร เป็นประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ถาดทอง ปานศุภวัชร เป็นกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถ และเชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์ท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการพิจารณาตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย เพื่อใช้ประกอบการทำวิทยานิพนธ์ที่นักศึกษาได้จัดทำขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.วโร เพ็งสวัสดิ์)

รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติราชการแทน

อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

บัณฑิตวิทยาลัย

โทร. ๐ ๔๒๔๗ ๐๒๒๔

โทรสาร ๐ ๔๒๔๗ ๐๐๓๒

ผู้ประสานงาน นางสาวจิราพร ภูวนา โทรศัพท์เคลื่อนที่ ๐๙ ๑๕๕๑ ๑๖๘๗

“อยู่สกล รักสกล ทำเพื่อสกลนคร”



COA NO. ๑๕๐/๒๕๖๕

IEC NO. HE ๖๕-๑๒๐

คณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

ขอรับรองว่าโครงการวิจัยเรื่อง : การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓ เรื่อง ไฟฟ้า โดยการจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK
(Development of Science Process Skills and Learning Achievement of
Mathayornsuksa ๓ Students on the Topic of Electricity by Using STAD
Technique with TPACK)

หัวหน้าโครงการวิจัย : นางสาวจิราพร ภูวันนา

ผู้ร่วมโครงการวิจัย : รองศาสตราจารย์อนันต์ ปานศุภวัชร

หน่วยงานต้นสังกัด : สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์

เอกสารที่รับรอง

๑. แบบขอรับการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์
๒. แบบฟอร์มโครงการวิจัย
๓. ประวัติผู้วิจัย/ผู้ร่วมวิจัย
๔. เอกสารชี้แจงอาสาสมัครที่เข้าร่วมโครงการวิจัย (สำหรับตอบแบบสอบถาม เด็กอายุ ๑๒-๑๕ ปี)
๕. เอกสารชี้แจงสำหรับผู้ปกครองอาสาสมัครที่เข้าร่วมโครงการวิจัย (ตอบแบบสอบถาม เด็กอายุ ๑๒-๑๕ ปี)
๖. แบบแสดงความยินยอมให้ทำการวิจัยจากอาสาสมัคร (สำหรับเด็กอายุ ๑๒-๑๕ ปี)
๗. แบบแสดงความยินยอมให้ทำการวิจัยจากอาสาสมัคร (สำหรับผู้ปกครองเด็กอายุ ๑๒-๑๕ ปี)
๘. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่
 - ๘.๑ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ ๑ เรื่อง ปริมาณทางไฟฟ้า
 - ๘.๒ แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ไฟฟ้า
 - ๘.๓ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ไฟฟ้า
 - ๘.๔ แบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK เรื่อง ไฟฟ้า

ได้ผ่านการรับรองจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์แบบยกเว้น (Exemption Review) จากคณะกรรมการ
จริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร โดยยึดหลักพื้นฐานของหลักจริยธรรมการวิจัยสากล

รับรอง ณ ๒๓ พฤศจิกายน ๒๕๖๕
วันหมดอายุ ๒๓ พฤศจิกายน ๒๕๖๖
รายงานความก้าวหน้า -

สุภาวดี คุปตะบุตร
(นางสาวสุภาวดี คุปตะบุตร)
ประธานกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์
มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

ทั้งนี้ การรับรองนี้มีเงื่อนไขดังที่ระบุไว้ด้านหลังทุกข้อ



ที่ อว ๐๖๒๑.๑๒/๑๓๐๙

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
๖๘๐ ถนนโยธา ต.ธาตุเชิงชุม
อ.เมือง จ.สกลนคร ๔๗๐๐๐

๒๖ พฤศจิกายน ๒๕๖๕

เรื่อง ขออนุญาตยืมเครื่องใช้เครื่องมือการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนบ้านโพนแพง เขียวนวนท์อุทิศ ๕

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือการวิจัย จำนวน ๑ ชุด

ด้วย นางสาวจิราพร ภูวันนา รหัสประจำตัวนักศึกษา ๖๓๔๒๑๒๓๘๒๑๑ ซึ่งเป็นนักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์เรื่อง “การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓ เรื่อง ไฟฟ้า โดยการจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต (ค.ม.) โดยมี รองศาสตราจารย์อนันต์ ปานศุภวัชร เป็นประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ถาดทอง ปานศุภวัชร เป็นกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ทั้งนี้ นักศึกษามีความประสงค์ขอยืมเครื่องใช้เครื่องมือการวิจัย เพื่อหาความเชื่อมั่นในการศึกษาวิจัยประกอบการทำวิทยานิพนธ์ โดยเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้ผ่านการรับรองจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์แบบยกเว้น (Exemption Review) จากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร โดยยึดหลักพื้นฐานของหลักจริยธรรมการวิจัยสากล เลขที่ใบรับรอง ๑๕๐/๒๕๖๕ ลงวันที่ ๒๓ พฤศจิกายน พ.ศ. ๒๕๖๕ ดังนั้น บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร จึงขออนุญาตยืมเครื่องใช้เครื่องมือการทดลองให้แก่นักศึกษาทำการทดลองใช้เครื่องมือวิจัยดังกล่าวด้วย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรศักดิ์ แสนทวีสุข)
ผู้อำนวยการบัณฑิตวิทยาลัย ปฏิบัติราชการแทน
อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

บัณฑิตวิทยาลัย

โทร. ๐ ๔๓๙๗ ๐๒๒๙

โทรสาร ๐ ๔๒๙๗ ๐๐๓๒

ผู้ประสานงาน นางสาวจิราพร ภูวันนา โทรศัพท์เคลื่อนที่ ๐๙ ๑๕๕๑ ๑๖๘๗

ที่ อว ๐๖๒๑.๑๒/๗



โรงเรียนบ้านโพนแพง เขียวรวนท์อุทิศ ๕

เลขที่ 14 / 66

วันที่ 6 มี.ค. 66

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

๖๘๐ ถนนโยธา ตำบลเชิงชุม

อ.เมือง จ.สกลนคร ๔๗๐๐๐

๔ มกราคม ๒๕๖๖

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนบ้านโพนแพง เขียวรวนท์อุทิศ ๕

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือการวิจัย

ด้วย นางสาวจิราพร ภูวันนา รหัสประจำตัวนักศึกษา ๖๓๔๒๑๒๓๘๒๑๑ ซึ่งเป็นนักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓ เรื่อง ไฟฟ้า โดยการจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต (ค.ม.) โดยมี รองศาสตราจารย์อนันต์ ปานศุภวัชร เป็นประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภคทอง ปานศุภวัชร เป็นกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

เพื่อให้การศึกษาค้นคว้าสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร จึงขอความอนุเคราะห์จากท่าน ให้นักศึกษารายดังกล่าวได้เก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัย โดยเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้ผ่านการรับรองจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์แบบยกเว้น จากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร เลขที่ใบรับรอง ๑๕๐/๒๕๖๕ ลงวันที่ ๒๓ พฤศจิกายน พ.ศ. ๒๕๖๕ เพื่อนำข้อมูลที่ได้ประกอบการศึกษาวิทยานิพนธ์ และขอขอบคุณในความอนุเคราะห์มา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนบ้านโพนแพง เขียวรวนท์อุทิศ ๕

- เรียนมา เพื่อทราบ
 เพื่ออนุมัติ
 เพื่อพิจารณาดำเนินการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์/ดร.สุรศักดิ์ แสนทวีสุข)

ผู้อำนวยการบัณฑิตวิทยาลัย ปฏิบัติราชการแทน
อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

ทราบ

มอบกลุ่มงาน

- งานบริหารทั่วไป
 งานวิชาการ
 งานบุคลากร
 งานแผนและงบประมาณ
 งานกิจการนักศึกษา
 งานพิเศษ

บัณฑิตวิทยาลัย

โทร. ๐ ๔๒๙๗ ๐๒๒๙

โทรสาร ๐ ๔๒๙๗ ๐๐๓๒

ผู้ประสานงาน นางสาวจิราพร ภูวันนา โทรศัพท์เคลื่อนที่ ๐๙ ๑๕๕๑ ๑๖๘๗

นาง.....

(ชื่อ).....

ภาคผนวก ข

ผลการประเมินและวิเคราะห์เครื่องมือวิจัย

1. ผลการประเมินค่า IOC ของเนื้อหาเกี่ยวกับวัตถุประสงค์ของการจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK หน่วย ไฟฟ้า โดยผู้เชี่ยวชาญ
2. ผลการประเมินค่า IOC ของคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK หน่วย ไฟฟ้า โดยผู้เชี่ยวชาญ
3. ผลการวิเคราะห์ค่า IOC ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับจุดประสงค์การเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หน่วย ไฟฟ้า โดยการจัดการจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK โดยผู้เชี่ยวชาญ
4. ผลการวิเคราะห์ค่า IOC ของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับจุดประสงค์การเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หน่วย ไฟฟ้า โดยการจัดการจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK โดยผู้เชี่ยวชาญ
5. ผลการวิเคราะห์ค่า IOC ของแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หน่วย ไฟฟ้า โดยผู้เชี่ยวชาญ
6. ผลการวิเคราะห์ค่าระดับความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
7. ผลการวิเคราะห์ค่าระดับความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ตาราง 15 ผลการประเมินค่า IOC ของเนื้อหาเกี่ยวกับวัตถุประสงค์ของแผนการจัดการเรียนรู้
เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK หน่วย ไฟฟ้า โดยผู้เชี่ยวชาญ

จุดประสงค์ การเรียนรู้	แผนการจัดการ เรียนที่	ผู้เชี่ยวชาญคนที่			ค่า IOC	สรุปผล
		1	2	3		
1. ระบุความสัมพันธ์ ระหว่างความต่างศักย์ กระแสไฟฟ้า และความ ต้านทานได้	แผนที่ 1 ปริมาณ ทางไฟฟ้า	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
2. อธิบายการสมการ $V = IR$ คำนวณปริมาณความ ต่างศักย์กระแสไฟฟ้า และ ความต้านทานได้		+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
3. ระบุการใช้โวลต์มิเตอร์ และแอมมิเตอร์ได้		+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
4. วิเคราะห์ความต่าง ศักย์ไฟฟ้าและ กระแสไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้า เมื่อต่อตัวต้านทานหลาย ตัวแบบอนุกรมและแบบ ขนานจากหลักฐานเชิง ประจักษ์	แผนที่ 2 วงจรไฟฟ้า	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
5. เขียนแผนภาพ วงจรไฟฟ้าแสดงการต่อตัว ต้านทานแบบอนุกรมและ ขนาน		+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้

ตาราง 15 (ต่อ)

จุดประสงค์ การเรียนรู้	แผนการจัดการ เรียนที่	ผู้เชี่ยวชาญคนที่			ค่า IOC	สรุปผล
		1	2	3		
6. บรรยายการทำงาน ของชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ อย่างง่ายในวงจรจาก ข้อมูลที่รวบรวมได้	แผนที่ 3 วงจร อิเล็กทรอนิกส์	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
7. เขียนแผนภาพและต่อ ชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ อย่างง่ายในวงจรไฟฟ้า		+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
8. อธิบายและคำนวณ พลังงานไฟฟ้าโดยใช้ สมการ $W = Pt$ รวมทั้ง คำนวณค่าไฟฟ้าของ เครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้าน	แผนที่ 4 พลังงาน ไฟฟ้า	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
9. ตระหนักในคุณค่าของ การเลือกใช้เครื่องใช้ไฟฟ้า โดยนำเสนอวิธีการใช้ เครื่องใช้ไฟฟ้า อย่าง ประหยัดและปลอดภัย	แผนที่ 5 เครื่องใช้ไฟฟ้าใน บ้าน แผนที่ 6 การใช้ ไฟฟ้าอย่างประหยัด และปลอดภัย	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้

ตาราง 16 ผลการประเมินค่า IOC ของคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD
ร่วมกับ TPACK หน่วย ไฟฟ้า โดยผู้เชี่ยวชาญ

จุดประสงค์การเรียนรู้	รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญคนที่			ค่า IOC	สรุปผล
		1	2	3		
1. ระบุความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์ กระแสไฟฟ้า และความต้านทานได้	ด้านองค์ประกอบของแผน					
2. อธิบายการสมการ $V = IR$ คำนวณปริมาณความต่างศักย์ กระแสไฟฟ้า และความต้านทานได้	1. กำหนดองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ถูกต้องครบถ้วน	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
3. ระบุการใช้โวลต์มิเตอร์ และแอมมิเตอร์ได้	2. เขียนสาระสำคัญสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ และบ่งบอกถึงสิ่งสำคัญของเรื่องที่จะสอนได้ชัดเจน	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
4. วิเคราะห์ความต่างศักย์ไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้าเมื่อต่อตัวต้านทานหลายตัวแบบอนุกรมและแบบขนานจากหลักฐานเชิงประจักษ์	3. จุดประสงค์การเรียนรู้ในแต่ละแผนสอดคล้องกับตัวชี้วัดของหลักสูตร	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
5. เขียนแผนภาพวงจรไฟฟ้าแสดงการต่อตัวต้านทานแบบอนุกรมและขนาน	4. มีการกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ได้ครบ ทั้งด้านความรู้ ด้านทักษะกระบวนการ และด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
	ด้านเนื้อหาสาระการเรียนรู้					
	1. เนื้อหาสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ และผลการเรียนรู้ของหลักสูตร	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
	2. เนื้อหาที่มีความน่าสนใจ เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
	3. เนื้อหาสาระในแต่ละเรื่องทำให้นักเรียนมีความรู้ ความเข้าใจ เกิดการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและนำความรู้ไปใช้ได้	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
	4. เนื้อหาสาระในแต่ละเรื่องมีความเหมาะสมกับเวลาที่ใช้ในการศึกษา	0	+1	+1	0.67	ใช้ได้

ตาราง 16 (ต่อ)

จุดประสงค์ การเรียนรู้	รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญคนที่			ค่า IOC	สรุป ผล
		1	2	3		
6. บรรยายการทำงาน ของชิ้นส่วน อิเล็กทรอนิกส์อย่างง่าย ในวงจรจากข้อมูลที่ รวบรวมได้	ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้					
	1. กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้อง เหมาะสมกับจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
7. เขียนแผนภาพและต่อ ชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ อย่างง่ายในวงจรไฟฟ้า รวมทั้งคำนวณค่าไฟฟ้า ของเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้าน	2. กิจกรรมการเรียนรู้สามารถ พัฒนาทักษะการทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
8. อธิบายและคำนวณ พลังงานไฟฟ้าโดยใช้ สมการ $W = Pt$	3. กิจกรรมเป็นไปตามขั้นตอนของ การจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
9. ตระหนักในคุณค่าของ การเลือกใช้ เครื่องใช้ไฟฟ้าโดย นำเสนอวิธีการใช้ เครื่องใช้ไฟฟ้า อย่าง ประหยัดและปลอดภัย	4. กิจกรรมการเรียนรู้ทำให้นักเรียน ได้ปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
	ด้านสื่อและอุปกรณ์การเรียนรู้					
	1. มีสื่อประกอบที่หลากหลาย น่าสนใจทันสมัย และเตรียมได้ ง่าย	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
	2. สื่อและอุปกรณ์เหมาะสมกับการ จัดกิจกรรม	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
	3. สื่อและอุปกรณ์ช่วยให้นักเรียน สร้างความรู้ ความเข้าใจ และ ช่วยพัฒนาความสามารถในการ แก้ปัญหาผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนได้	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
	4. สื่อและอุปกรณ์การจัดการ เรียนรู้ทำให้นักเรียนสามารถนำ วิธีการเรียนรู้ไปใช้ใน ชีวิตประจำวันได้	0	+1	+1	0.67	ใช้ได้

ตาราง 16 (ต่อ)

จุดประสงค์การเรียนรู้	รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญคนที่			ค่า IOC	สรุปผล
		1	2	3		
ด้านการวัดผลและประเมินผล						
	1. วิธีการวัดผล ประเมินผล สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
	2. วัดและประเมินผลได้ครอบคลุม พฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย ทักษะพิสัย และจิตพิสัย	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
	3. มีการวัดและการประเมินผลด้วยรูปแบบที่หลากหลาย ได้แก่ การประเมินด้านความรู้ ด้านความสามารถในการแก้ปัญหา ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
	4. เครื่องมือที่ใช้ในการวัดผล ประเมินผลมีความเหมาะสม สามารถนำไปใช้ได้ตรงตามวัตถุประสงค์	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้

ตาราง 17 ผลการวิเคราะห์ค่า IOC ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับ
จุดประสงค์การเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หน่วย ไฟฟ้า
โดยการจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK โดยผู้เชี่ยวชาญ

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

ตาราง 17 (ต่อ)

ข้อที่	ระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	สรุปผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
21	0	+1	+1	2	0.67	ใช้ได้
22	+1	+1	+1	3	0.67	ใช้ได้
23	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้
24	0	+1	+1	2	0.67	ใช้ได้
25	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
26	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
27	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
28	0	+1	+1	2	0.67	ใช้ได้
29	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
30	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
31	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
32	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
33	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้
34	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
35	0	+1	+1	2	0.67	ใช้ได้
36	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
37	0	+1	+1	2	0.67	ใช้ได้
38	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
39	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
40	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้

ตาราง 18 ผลการวิเคราะห์ค่า IOC ของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการ

ทางวิทยาศาสตร์กับจุดประสงค์การเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

หน่วย ไฟฟ้าโดยการจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK โดยผู้เชี่ยวชาญ

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

ตาราง 18 (ต่อ)

ข้อที่	ระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	สรุปผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
22	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
23	0	+1	+1	2	0.67	ใช้ได้
24	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
25	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้
26	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
27	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
28	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
29	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
30	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
31	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
32	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
33	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้
34	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
35	0	+1	+1	2	0.67	ใช้ได้
36	+1	+1	+1	2	1	ใช้ได้
37	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
38	+1	+1	+1	2	0.67	ใช้ได้
39	+1	+1	0	2	0.67	ใช้ได้
40	0	+1	+1	2	0.67	ใช้ได้

ตาราง 19 ผลการวิเคราะห์ค่า IOC ของแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หน่วย ไฟฟ้า โดยผู้เชี่ยวชาญ

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญคนที่			ค่า IOC	สรุปผล
	1	2	3		
ด้านเนื้อหาสาระการเรียนรู้					
1. เนื้อหาที่ใช้สอดคล้องกับตัวชี้วัดและ จุดประสงค์	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
2. เนื้อหาที่มีความชัดเจน เข้าใจง่าย	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
3. เนื้อหาเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
4. เนื้อหาที่มีความน่าสนใจ	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
5. เนื้อหาที่มีความเหมาะสมกับเวลาเรียน	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้					
6. กิจกรรมเหมาะสมกับเนื้อหา	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
7. กิจกรรมน่าสนใจ สนุก กระตุ้นการเรียนรู้	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
8. กิจกรรมเน้นนักเรียนมีส่วนร่วม ได้ลงมือ ปฏิบัติด้วยตนเอง	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
9. กิจกรรมส่งเสริมการฝึกทักษะการเรียนรู้ และนวัตกรรมและกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์	0	+1	+1	0.67	ใช้ได้
10. ใช้เทคโนโลยีหรือนวัตกรรมในการจัด กิจกรรมการเรียนรู้อย่างเหมาะสม	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้

ตาราง 19 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญคนที่			ค่า IOC	สรุปผล
	1	2	3		
ด้านสื่อและอุปกรณ์					
11. สื่อเหมาะสมกับเนื้อหา	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
12. สื่อส่งเสริมกระตุ้นความสนใจ	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
13. สื่อส่งเสริมการเรียนรู้ให้กับผู้เรียน	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
14. ความเหมาะสมของสื่ออุปกรณ์กับเนื้อหาและ กิจกรรม	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
15. ความพร้อมของ สื่อ อุปกรณ์ ดิจิทัลกระตุ้น ผู้เรียนให้เกิดความสนใจในการค้นคว้าอย่าง เหมาะสม และเพียงพอ	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
ด้านการวัดและประเมินผล					
16. การวัดประเมินผลสอดคล้องกับจุดประสงค์ การเรียนรู้ ครอบคลุมทุกด้าน	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
17. มีการวัดและประเมินผลที่สอดคล้องกับ กิจกรรมการเรียนรู้	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
18. สะท้อนผลการเรียนที่ได้จากการวัดผลการ เรียนรู้หลังเรียน	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
19. การวัดและประเมินผล มีความชัดเจนและ ยุติธรรม	0	+1	+1	0.67	ใช้ได้
20. ให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อนำไปสู่การพัฒนาตนเอง	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้

ตาราง 20 ผลการวิเคราะห์ค่าระดับความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของ
แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
ศึกษาปีที่ 3 หน่วย ไฟฟ้า โดยการจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK

ข้อที่	ระดับความยาก (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	ข้อที่	ระดับความยาก (p)	ค่าอำนาจ จำแนก (r)
1	0.67	0.57	21	0.43	0.70
2	0.47	0.60	22	0.57	0.58
3	0.70	0.25	23	0.43	0.56
4	0.70	0.25	24	0.57	0.45
5	0.73	0.31	25	0.67	0.57
6	0.57	0.79	26	0.70	0.38
7	0.57	0.58	27	0.73	0.31
8	0.43	0.82	28	0.77	0.56
9	0.60	0.50	29	0.77	0.36
10	0.53	0.40	30	0.53	0.67
11	0.63	0.64	31	0.57	0.30
12	0.67	0.33	32	0.60	0.62
13	0.63	0.54	33	0.53	0.55
14	0.50	0.64	34	0.53	0.86
15	0.63	0.73	35	0.70	0.69
16	0.37	0.43	36	0.63	0.54
17	0.57	0.58	37	0.63	0.42
18	0.77	0.47	38	0.73	0.63
19	0.57	0.45	39	0.70	0.50
20	0.63	0.54	40	0.50	0.64

จากตาราง 20 พบว่า ผลการวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทักษะ
กระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยใช้สูตร KR-20 เท่ากับ 0.75

ตาราง 21 ผลการวิเคราะห์ค่าระดับความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของ
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
หน่วย ไฟฟ้า โดยการจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK

ข้อที่	ระดับความยาก (p)	ค่าอำนาจ จำแนก (r)	ข้อที่	ระดับความยาก (p)	ค่าอำนาจ จำแนก (r)
1	0.80	0.59	21	0.43	0.56
2	0.57	0.45	22	0.63	0.54
3	0.67	0.33	23	0.43	0.56
4	0.70	0.38	24	0.63	0.54
5	0.77	0.23	25	0.50	0.64
6	0.43	0.70	26	0.67	0.33
7	0.60	0.62	27	0.73	0.31
8	0.43	0.70	28	0.73	0.63
9	0.67	0.67	29	0.73	0.43
10	0.57	0.30	30	0.57	0.58
11	0.57	0.58	31	0.53	0.40
12	0.70	0.50	32	0.63	0.54
13	0.63	0.54	33	0.50	0.64
14	0.47	0.60	34	0.50	0.75
15	0.57	0.69	35	0.67	0.67
16	0.57	0.27	36	0.63	0.54
17	0.63	0.57	37	0.70	0.33
18	0.70	0.60	38	0.70	0.50
19	0.53	0.40	39	0.60	0.50
20	0.60	0.50	40	0.60	0.62

จากตาราง 21 พบว่า ผลการวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผล
สัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้สูตร KR-20 เท่ากับ 0.75

ภาคผนวก ค

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์คะแนนประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) ของการจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK
2. วิเคราะห์คะแนนประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) ของแผนการจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK
3. วิเคราะห์คะแนนวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยแผนการจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK
4. วิเคราะห์คะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยแผนการจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK
5. ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK

ตาราง 22 วิเคราะห์คะแนนประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) ของแผนการจัดการเรียนรู้
เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK หน่วย ไฟฟ้า

เลขที่	คะแนนระหว่างเรียน ตามแผนการจัดการเรียนรู้ (ใบงาน ชิ้นงานและแบบทดสอบหลังเรียน)						คะแนนเต็ม (180)
	แผนที่ 1	แผนที่ 2	แผนที่ 3	แผนที่ 4	แผนที่ 5	แผนที่ 6	
	30	30	30	30	30	30	
1	26	24	26	27	26	27	156
2	26	25	25	26	25	25	152
3	23	24	24	23	23	24	141
4	25	26	25	25	26	26	153
5	26	27	28	27	27	26	161
6	27	28	28	27	27	28	165
7	23	24	22	23	23	24	139
8	25	25	26	26	26	27	155
9	27	26	28	28	26	28	163
10	24	27	27	25	26	26	155
11	25	25	24	25	25	24	148
12	24	24	25	25	24	25	147
13	28	28	26	26	27	27	162
14	25	24	24	25	24	25	147
15	25	25	25	25	24	26	150
16	25	24	25	25	25	25	149
17	26	25	27	25	26	27	156
18	28	28	28	27	28	28	167
19	28	27	28	28	28	27	166

ตาราง 22 (ต่อ)

เลขที่	คะแนนระหว่างเรียน ตามแผนการจัดการเรียนรู้						คะแนนเต็ม (180)
	(ใบงาน ชิ้นงานและแบบทดสอบหลังเรียน)						
	แผนที่ 1	แผนที่ 2	แผนที่ 3	แผนที่ 4	แผนที่ 5	แผนที่ 6	
	30	30	30	30	30	30	
20	27	26	25	26	26	27	157
21	23	23	23	22	22	23	136
22	22	20	21	23	20	20	126
23	20	19	22	22	20	23	126
24	25	25	24	26	25	25	150
25	20	19	21	20	20	20	120
26	23	22	22	23	24	25	139
27	22	21	22	20	21	22	128
28	20	22	18	22	20	23	125
29	23	18	17	23	22	20	123
30	22	20	20	19	20	22	123
รวม	733	721	726	734	726	745	4385
เฉลี่ย	24.43	24.03	24.20	24.47	24.20	24.83	146.17
ร้อยละ	81.44	80.11	80.67	81.56	80.67	82.78	81.20
S.D.	2.33	2.81	2.94	2.37	2.55	2.36	2.55

ตาราง 23 วิเคราะห์คะแนนประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E₂) ของแผนการจัดการเรียนรู้
เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK

เลขที่	แบบทดสอบวัด ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์ (30)	แบบทดสอบวัด ผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน (30)	คะแนนเต็ม (30)
1	27	26	53
2	27	25	52
3	22	23	45
4	24	24	48
5	26	28	54
6	27	28	55
7	20	21	41
8	24	25	49
9	28	28	56
10	25	26	51
11	26	24	50
12	25	26	51
13	25	26	51
14	27	29	56
15	24	25	49
16	24	24	48
17	23	24	47
18	28	28	56
19	27	29	56

ตาราง 23 (ต่อ)

เลขที่	แบบทดสอบวัด ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์ (30)	แบบทดสอบวัด ผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน (30)	คะแนนเต็ม (60)
20	26	27	53
21	23	24	47
22	23	23	46
23	20	23	43
24	25	25	50
25	23	20	43
26	25	24	49
27	23	22	45
28	20	24	44
29	23	20	43
30	24	23	47
รวม	734	744	1478
เฉลี่ย	24.47	24.80	49.27
ร้อยละ	81.56	82.67	82.11
S.D.	2.24	2.44	4.40

ตาราง 24 วิเคราะห์คะแนนวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียน
ด้วยแผนการจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK

เลขที่	แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์		D	D ²	t-test
	ก่อนเรียน (30)	หลังเรียน (30)			
1	10	27	17	289	50.86
2	7	27	20	400	
3	3	22	19	361	
4	5	24	19	361	
5	5	26	21	441	
6	4	27	23	529	
7	2	20	18	324	
8	7	24	17	289	
9	6	28	22	484	
10	5	25	20	400	
11	4	26	22	484	
12	7	25	18	324	
13	7	25	18	324	
14	6	27	21	441	
15	5	24	19	361	
16	5	24	19	361	
17	5	23	18	324	
18	3	28	25	625	
19	4	27	23	529	

ตาราง 24 (ต่อ)

เลขที่	แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์		D	D ²	t-test
	ก่อนเรียน (30)	หลังเรียน (30)			
20	8	26	18	324	
21	2	23	21	441	
22	3	23	20	400	
23	2	20	18	324	
24	5	25	20	400	
25	4	23	19	361	
26	8	25	17	289	
27	3	23	20	400	
28	4	20	16	256	
29	5	23	18	324	
30	2	24	22	484	
รวม	146	734			
เฉลี่ย	4.87	24.47			
ร้อยละ	16.22	81.56			
S.D.	2.01	2.24			

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

ตาราง 25 วิเคราะห์คะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการ
จัดการเรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK

เลขที่	แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน		D	D ²	t-test
	ก่อนเรียน (30)	หลังเรียน (30)			
1	6	26	20	400	49.87
2	5	25	20	400	
3	2	23	21	441	
4	4	24	20	400	
5	5	28	23	529	
6	10	28	18	324	
7	3	21	18	324	
8	5	25	20	400	
9	5	28	23	529	
10	7	26	19	361	
11	6	24	18	324	
12	6	26	20	400	
13	5	26	21	441	
14	7	29	22	484	
15	7	25	18	324	
16	3	24	21	441	
17	4	24	20	400	
18	3	28	25	625	
19	4	29	25	625	
20	3	27	24	576	

ตาราง 25 (ต่อ)

เลขที่	แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน		D	D ²	t-test
	ก่อนเรียน (30)	หลังเรียน (30)			
21	2	24	22	484	
22	3	23	20	400	
23	3	23	20	400	
24	6	25	19	361	
25	2	20	18	324	
26	5	24	19	361	
27	2	22	20	400	
28	5	24	19	361	
29	5	20	15	225	
30	4	23	19	361	
รวม	137	744			
เฉลี่ย	4.57	24.80			
ร้อยละ	15.22	82.67			
S.D.	1.85	2.44			

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

ตาราง 26 ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้เทคนิค
STAD ร่วมกับ TPACK หน่วย ไฟฟ้า

ข้อที่	ค่าเฉลี่ย	S.D.	สรุปผล
1	4.67	0.48	มากที่สุด
2	4.73	0.45	มากที่สุด
3	4.40	0.50	มากที่สุด
4	4.57	0.50	มากที่สุด
5	4.50	0.51	มากที่สุด
6	4.53	0.57	มากที่สุด
7	4.67	0.48	มากที่สุด
8	4.57	0.50	มากที่สุด
9	4.57	0.50	มากที่สุด
10	4.63	0.49	มากที่สุด
11	4.57	0.50	มากที่สุด
12	4.63	0.49	มากที่สุด
13	4.57	0.50	มากที่สุด
14	4.60	0.50	มากที่สุด
15	4.77	0.43	มากที่สุด
16	4.90	0.31	มากที่สุด
17	4.33	0.48	มากที่สุด
18	4.87	0.35	มากที่สุด
19	4.50	0.51	มากที่สุด
20	4.77	0.43	มากที่สุด
เฉลี่ยรวม	4.82	สรุปผลรวม	มากที่สุด

ภาคผนวก ง

เครื่องมือวิจัย

1. ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK หน่วย ไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
2. แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK หน่วย ไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการจัดการจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK หน่วย ไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
4. แบบทดสอบความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK หน่วย ไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 ไฟฟ้า	เวลาเรียนทั้งหมด 18 ชั่วโมง
เรื่อง ปริมาณทางไฟฟ้า	เวลา 3 ชั่วโมง
ผู้สอน นางสาวจิราพร ภูวันนา	วันที่.....เดือน.....พ.ศ.

1. สาระและมาตรฐานการเรียนรู้

สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ

มาตรฐาน ว 2.3 เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลงและการถ่ายโอนพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติของ คลื่น ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสง และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รวมทั้ง นำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด ม.3/1 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์กระแสไฟฟ้าและความต้านทาน และคำนวณปริมาณที่เกี่ยวข้องโดยใช้สมการ $V = IR$ จากหลักฐานเชิงประจักษ์

ตัวชี้วัด ม.3/2 เขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้า และความต่างศักย์ไฟฟ้า

ตัวชี้วัด ม.3/3 ใช้โวลต์มิเตอร์แอมมิเตอร์ในการวัดปริมาณทางไฟฟ้า

2. สาระการเรียนรู้

1. ความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์ กระแสไฟฟ้า และความต้านทาน
2. คำนวณปริมาณความต่างศักย์ กระแสไฟฟ้า และความต้านทาน
3. ต่อดวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย
4. การใช้โวลต์มิเตอร์ และแอมมิเตอร์ในการวัดปริมาณทางไฟฟ้า

3. สาระสำคัญ

วงจรไฟฟ้าอย่างง่ายประกอบด้วยแหล่งกำเนิดไฟฟ้า ตัวนำไฟฟ้า และอุปกรณ์ไฟฟ้า เมื่อต่อครบวงจรจะมีกระแสไฟฟ้าเคลื่อนที่จากขั้วบวกของแหล่งกำเนิดไฟฟ้าผ่านอุปกรณ์ไฟฟ้าแล้วกลับมายังขั้วลบของแหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสไฟฟ้าคือปริมาณประจุไฟฟ้าที่เคลื่อนที่ผ่านตัวนำไฟฟ้าจากจุดที่มีศักย์ไฟฟ้าสูงไปยังจุดที่มีศักย์ไฟฟ้าต่ำในหนึ่งหน่วยเวลา มีหน่วยเป็นแอมแปร์ ซึ่งวัดค่ากระแสไฟฟ้าได้ด้วยแอมมิเตอร์ ส่วนความ

แตกต่างของศักย์ไฟฟ้าระหว่าง 2 จุด เรียกว่า ความต่างศักย์ไฟฟ้า มีหน่วยเป็นโวลต์ ซึ่งวัดค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าได้ด้วยโวลต์มิเตอร์ สำหรับวัตถุที่เป็นตัวนำไฟฟ้านั้น ค่ากระแสไฟฟ้า และความต่างศักย์ไฟฟ้ามีความสัมพันธ์แบบเชิงเส้น โดยอัตราส่วนระหว่างความต่างศักย์ไฟฟ้ากับกระแสไฟฟ้า เรียกว่า ความต้านทานไฟฟ้า

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

นักเรียนมีความรู้ ความสามารถในแต่ละด้าน ดังนี้

4.1 ด้านความรู้ (Knowledge)

1. ระบุความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์กระแสไฟฟ้า และความต้านทานได้
2. อธิบายการสมการ $V = IR$ คำนวณปริมาณความต่างศักย์กระแสไฟฟ้า และความต้านทานได้
3. ระบุการใช้โวลต์มิเตอร์และแอมมิเตอร์ได้

4.2 ด้านทักษะกระบวนการ

ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

1. ทักษะการสังเกต
2. ทักษะการวัด
3. การจำแนกประเภท
4. ทักษะการคำนวณ
5. ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
6. ทักษะการตั้งสมมติฐาน
7. ทักษะการทดลอง
8. ทักษะการตีความหมายของข้อมูลและลงข้อสรุป

4.3 ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ และสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

1. รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์
2. ซื่อสัตย์สุจริต
3. มีวินัย
4. ใฝ่เรียนรู้
5. มุ่งมั่นในการทำงาน
6. ความสามารถในการคิด
7. ความสามารถในการสื่อสาร

8. ความสามารถในการแก้ปัญหา

5. การจัดกิจกรรมจัดการจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบเทคโนโลยี TPACK มี 5 ขั้นตอน ดังนี้

ชั่วโมงที่ 1

ขั้นตอนที่ 1 ช้่นนำเสนอเนื้อหา

1. ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ให้นักเรียนทราบ จากนั้นครูให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน เพื่อวัดความรู้เดิมของนักเรียนเป็นรายบุคคลก่อนเข้าสู่กิจกรรม

2. ครูเกริ่นนำเกี่ยวกับความสามัคคีกันในชาติและการทำความดี โดยครูถามคำถามนักเรียนว่า เคยดูภาพยนตร์เกี่ยวกับประวัติศาสตร์ของประเทศไทยหรือไม่ และได้อะไรจากการดูหนังเรื่องนั้น ๆ เพื่อส่งเสริมให้นักเรียน รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์ ทำความดี มีวินัย และความกตัญญู หลังจากนั้นครูให้นักเรียนบันทึกความสิ่งที่ได้จากการดูหนังเรื่องนี้นักเรียนเคยดูลงในแอปบันทึกความดีที่ครูทำขึ้น

3. ครูเกริ่นนำเกี่ยวกับไฟฟ้าว่า ไฟฟ้าที่อยู่รอบ ๆ ตัวเรามีความสำคัญต่อชีวิตประจำวันอย่างไร และในเครื่องใช้ไฟฟ้านั้นประกอบไปด้วยชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์หลายชนิดมากและให้นักเรียนร่วมอภิปราย จากนั้นครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยการแสดงภาพในทีวีให้นักเรียนดูและถาม ดังนี้

“ในทีชณะฝนตกนักเรียนสังเกตเห็นปรากฏการณ์อะไรบ้างขณะที่ฝนกำลังตก”
(ตัวอย่างคำตอบ เช่น พัดฟ้า พัดแลบ)

“นักเรียนคิดว่าปรากฏการณ์นี้เกิดขึ้นได้อย่างไร” (ตัวอย่างคำตอบ เช่น เกิดจากการปล่อยพลังงานไฟฟ้าที่สะสมในเมฆ)

“นักเรียนคิดว่าปริมาณทางไฟฟ้ามีอะไรบ้าง และมีความสัมพันธ์กันอย่างไร”
โดยให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายแสดงความคิดเห็นอย่างอิสระโดยครูเขียนคำตอบของนักเรียนไว้ แล้วครูจะมาตรวจสอบคำตอบหลังเรียนเสร็จ (แนวตอบ : ปริมาณทางไฟฟ้าประกอบด้วย กระแสไฟฟ้า ความต่างศักย์ และความต้านทาน โดยอัตราส่วนระหว่างกระแสไฟฟ้ากับความต่างศักย์จะมีค่าเท่ากับความต้านทาน)

4. ครูนำเสนอเนื้อหาเกี่ยวกับนิยามของกระแสไฟฟ้าและการวัดกระแสไฟฟ้า โดยมี Power Point และเปิดวีดิทัศน์การเกิดไฟฟ้าสถิตผ่านทาง YouTube ประกอบ และครูใช้คำถามเพื่อตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน ดังนี้

- วงจรไฟฟ้ามีส่วนประกอบอะไรบ้าง (แนวตอบ : แหล่งกำเนิดไฟฟ้า

สายไฟฟ้า และอุปกรณ์ไฟฟ้า)

- กระแสไฟฟ้าคืออะไร และเกิดขึ้นได้อย่างไร (แนวตอบ : กระแสไฟฟ้าคือปริมาณประจุไฟฟ้าที่เคลื่อนที่ในตัวนำไฟฟ้าในหนึ่งหน่วยเวลา กระแสไฟฟ้าเกิดจากการเคลื่อนที่ของประจุไฟฟ้าผ่านพื้นที่หน้าตัดของตัวนำไฟฟ้าจากจุดที่มีศักย์ไฟฟ้าสูงไปยังจุดที่มีศักย์ไฟฟ้าต่ำ)

5. จากนั้นครูตั้งคำถามเพื่อเข้าสู่การใช้แอมมิเตอร์ “ถ้าต้องการวัดกระแสไฟฟ้าจะต้องใช้อุปกรณ์อะไรในการวัดและใช้งานอย่างไร” ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายโดยไม่มีผิดถูก (แนวตอบ : อุปกรณ์ที่ใช้วัดกระแสไฟฟ้าคือแอมมิเตอร์ ใช้งานโดยการต่อสายไฟฟ้าเข้ากับขั้วของแอมมิเตอร์ แล้วนำแอมมิเตอร์ไปต่อแทรกในวงจร ณ จุดที่ต้องการวัด ให้ขั้วบวกของแอมมิเตอร์ต่อเข้าทางขั้วบวกของถ่านไฟฉาย และขั้วลบของแอมมิเตอร์ต่อเข้าทางขั้วลบของถ่านไฟฉาย) จากนั้นครูแสดงรูปแอมมิเตอร์บนทีวีให้นักเรียนเห็นส่วนประกอบ ต่าง ๆ และสาธิตวิธีการต่อสายไฟฟ้ากับขั้วของแอมมิเตอร์ และสอนนักเรียนใช้แอมมิเตอร์วัดกระแสไฟฟ้า การใช้แอมมิเตอร์วัดค่ากระแสไฟฟ้าไม่เกิดความเสียหายแก่แอมมิเตอร์ โดยใช้เทคโนโลยีในการทดลองผ่านแอปพลิเคชัน Physics-lab ก่อนการทดลองจริง เพื่อเกิดความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการวัดวัดค่ากระแสไฟฟ้าและการใช้งานแอมมิเตอร์อย่างถูกต้องและปลอดภัย

6. ครูตั้งคำถามเพื่อเชื่อมโยงเข้าสู่การใช้โวลต์มิเตอร์วัดความต่างศักย์ไฟฟ้า “นักเรียนทราบหรือไม่ว่าถ้าต้องการวัดความต่างศักย์ไฟฟ้าจะต้องใช้อุปกรณ์อะไร” (อุปกรณ์ที่ใช้วัดความต่างศักย์ไฟฟ้าคือโวลต์มิเตอร์) จากนั้นครูสอนเพิ่มเติมเกี่ยวกับความต่างศักย์ไฟฟ้าและการวัดความต่างศักย์ไฟฟ้าและการใช้โวลต์มิเตอร์วัดความต่างศักย์ไฟฟ้า โดยใช้เทคโนโลยีในการทดลองผ่านแอปพลิเคชัน Physics-lab ก่อนการทดลองจริง เพื่อให้เกิดความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการวัดวัดค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าและการใช้งานโวลต์มิเตอร์อย่างถูกต้องและปลอดภัย จากนั้นครูใช้คำถามเพื่อตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน ดังนี้ “ความต่างศักย์ไฟฟ้าคืออะไร” (คือความแตกต่างของพลังงานไฟฟ้าระหว่างจุดสองจุดต่อหน่วยประจุ) “อุปกรณ์ที่ใช้วัดความต่างศักย์ไฟฟ้าคืออะไร ใช้งานอย่างไร” (อุปกรณ์ที่ใช้วัดความต่างศักย์ไฟฟ้าคือโวลต์มิเตอร์ ใช้งานโดยการต่อสายไฟฟ้าเข้ากับขั้วของโวลต์มิเตอร์ แล้วนำโวลต์มิเตอร์ไปต่อคร่อมระหว่างจุดสองจุดที่ต้องการวัดให้ขั้วบวกของโวลต์มิเตอร์ต่อเข้าทางขั้วบวกของถ่านไฟฉาย และขั้วลบของโวลต์มิเตอร์ต่อเข้าทางขั้วลบของถ่านไฟฉาย)

ชั่วโมงที่ 2-3

ขั้นตอนที่ 2 การทำกิจกรรมกลุ่มย่อย

1. นักเรียนจัดกลุ่มประกอบด้วยสมาชิก กลุ่มละ 6 คน โดยนักเรียนจะมีความสามารถที่แตกต่างกันเช่น เก่ง ปานกลาง และอ่อน การแบ่งกลุ่มเพื่อการเรียนรู้ร่วมกันของนักเรียน มีการช่วยเหลือกัน มีปฏิสัมพันธ์ที่ดีภายในกลุ่มมีการนับถือตนเองและยอมรับต่อกัน

2. นักเรียนแต่ละกลุ่มทำกิจกรรม ใช้แอมมิเตอร์วัดกระแสไฟฟ้าและการใช้โวลต์มิเตอร์วัดความต่างศักย์ไฟฟ้า ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การวัดวัดค่ากระแสไฟฟ้าโดยใช้แอมมิเตอร์พร้อมระบุหน่วย และวัดค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าโดยใช้โวลต์มิเตอร์พร้อมระบุหน่วยผ่านแอปพลิเคชัน Physics-lab จากนั้นนักเรียนทำการทดลองกับอุปกรณ์จริง และสรุปเนื้อหาลงในสมุดส่ง

3. นักเรียนแต่ละกลุ่มสรุปเนื้อหาความต่างศักย์กระแสไฟฟ้า ความต้านทาน พร้อมทั้งอภิปรายหน้าชั้นเรียน

4. ครูอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้า ความต่างศักย์ไฟฟ้า และความต้านทานไฟฟ้าของตัวนำไฟฟ้า และตั้งคำถาม “ถ้าความต่างศักย์ไฟฟ้าของตัวนำไฟฟ้ามีค่ามากขึ้น กระแสไฟฟ้าจะเป็นอย่างไร” เพื่อให้ได้ข้อสรุปว่าในตัวนำไฟฟ้าหนึ่ง เมื่อความต่างศักย์ไฟฟ้าของตัวนำมีค่ามากขึ้น กระแสไฟฟ้าจะมีค่าเพิ่มขึ้น โดยอัตราส่วนระหว่างความต่างศักย์ไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าของตัวนำไฟฟ้าจะมีค่าคงที่ เรียกว่าความต้านทานไฟฟ้า เขียนความสัมพันธ์ได้ดังสมการ $V = IR$ จากนั้นนำนักเรียนศึกษาจากตัวอย่างโจทย์ และตอบคำถามชวนคิดเพื่อตรวจสอบความเข้าใจ

ขั้นตอนที่ 3 การทดสอบย่อย

การทดสอบ (Quizzes) หลังจากที่ได้ครูได้เสนอบทเรียนและทำกิจกรรม เรื่อง ปริมาณทางไฟฟ้า ไปแล้ว จะมีการทดสอบนักเรียนเป็นรายบุคคล โดยไม่เปิดโอกาสให้ปรึกษากันในระหว่างทำการทดสอบ เพื่อวัดความรู้ ความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียนมาแล้ว ดังนั้นนักเรียนแต่ละคนจึงต้องมีความรับผิดชอบต่อตัวเองในการรับความรู้จากครูและเพื่อนในกลุ่ม

ขั้นตอนที่ 4 ขั้นคิดคะแนนความก้าวหน้า

คิดคะแนนความก้าวหน้าแต่ละคน และกลุ่มย่อย ครูตรวจผลการสอบของนักเรียน โดยคะแนนที่นักเรียนทำได้ในการทดสอบจะถือเป็นคะแนนรายบุคคล แล้วนำคะแนนรายบุคคลไปแปลงเป็นคะแนนกลุ่ม

ขั้นตอนที่ 5 ขั้นสรุปและยกย่องชมเชย

ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปเนื้อหาที่เรียน และครูยกย่อง ชมเชย กลุ่มที่มีคะแนนยอดเยี่ยม นักเรียนคนใดทำคะแนนได้ดีกว่าครั้งก่อน กลุ่มใดทำคะแนนได้ดีกว่าครั้งก่อนจะได้รับคำชมเชยทั้งกลุ่ม

6. สื่อและแหล่งเรียนรู้

- 6.1 ใบความรู้ที่ เรื่อง ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และ เรื่อง ปริมาณไฟฟ้า
- 6.2 Physics-lab
- 6.3 Power Point
- 6.4 โทรศัพท์มือถือ
- 6.5 คอมพิวเตอร์
- 6.6 แหล่งเรียนรู้
 - 6.6.1 อินเทอร์เน็ต และเว็บไซต์ในการสืบค้นข้อมูลที่เกี่ยวข้อง
 - 6.6.2 YouTube
 - 6.6.3 ห้องสมุดออนไลน์

7. การวัดผลและประเมินผล

จุดประสงค์	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์
ด้านความรู้	ตรวจแบบทดสอบ ก่อนเรียน-หลังเรียน เรื่อง ปริมาณทางไฟฟ้า	แบบทดสอบ ก่อนเรียน -หลังเรียน เรื่อง ปริมาณทางไฟฟ้า	- ก่อนเรียนประเมิน สภาพจริง - หลังเรียน ผ่าน เกณฑ์ร้อยละ 60
	ตรวจกิจกรรม ตรวจชิ้นงานที่ได้รับ มอบหมาย	ใบกิจกรรม ตรวจชิ้นงานที่ได้รับ มอบหมาย	- ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์
ด้านทักษะ กระบวนการทาง วิทยาศาสตร์	- ตรวจแบบทดสอบทักษะ กระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ ก่อนเรียน-หลังเรียน - ตรวจใบงาน	- แบบทดสอบวัดทักษะ กระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ ก่อนเรียน-หลังเรียน - ประเมินทักษะ กระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ของใบงาน	- ก่อนเรียนประเมิน สภาพจริง - หลังเรียนผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 60 - ผ่านเกณฑ์อยู่ใน ระดับ พอใช้ขึ้นไป
ด้านคุณลักษณะ อันพึงประสงค์ และด้าน สมรรถนะสำคัญ ของนักเรียน	- สังเกตพฤติกรรมการ แสดงความรักชาติ ศาสน์ กษัตริย์มีวินัย ใฝ่เรียนรู้ มุ่งมั่นในการทำงาน	แบบประเมินคุณลักษณะ อันพึงประสงค์และ สมรรถนะสำคัญของ นักเรียน	- ผ่านเกณฑ์อยู่ใน ระดับ พอใช้ขึ้นไป

บันทึกประเมินผลหลังการจัดการเรียนรู้

ด้านความรู้

.....

.....

.....

.....

ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

.....

.....

.....

.....

ปัญหา/อุปสรรค

.....

.....

.....

.....

แนวทางแก้ไข

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อครูผู้สอน

(นางสาวจิราพร ภูวันนา)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ความคิดเห็นของหัวหน้าวิชาการ

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ

(นางสาวเครือฟ้า รันชิตโคตร)

ตำแหน่ง หัวหน้าฝ่ายวิชาการ

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.

ความคิดเห็นของผู้บริหารสถานศึกษา

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ

(นายวิชัย มั่นพลศรี)

ผู้อำนวยการโรงเรียนบ้านโพนแพง เขียวรอนนทอุทิศ 5

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.

ใบความรู้ที่ 1

เรื่อง ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความชำนาญและความสามารถในการปฏิบัติฝึกฝน รวมทั้งการแก้ปัญหาต่าง ๆ กระบวนการคิดและเรียนรู้ ซึ่งแบ่งออกเป็น 13 ทักษะ ดังนี้

1. ทักษะการสังเกต หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสทั้ง 5 อย่างใด อย่างหนึ่ง หรือ ใช้หลายอย่างร่วมกัน ได้แก่ตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนัง เพื่อค้นหาและบอก รายละเอียดของสิ่งต่าง ๆ ที่สังเกต โดยที่ไม่ใส่ความคิดเห็นของผู้สังเกตลงไป
2. ทักษะการวัด หมายถึง การเลือกและการใช้เครื่องมือต่าง ๆ เพื่อหาค่าของสิ่งต่าง ๆ ออกมาเป็นตัวเลขได้ถูกต้องและเหมาะสม กับสิ่งที่ต้องการวัดรวมทั้งบอกหรือระบุหน่วยของตัวเลขที่ได้มาจากการวัดอย่างถูกต้อง
3. ทักษะการจำแนกประเภท หมายถึง การแบ่งพวก การจัดกลุ่มสิ่งต่าง ๆ หรือ การเรียงลำดับ วัตถุ หรือเหตุการณ์ต่าง ๆ ออกเป็นหมวดหมู่ โดยใช้ความเหมือนกันหรือความแตกต่างกัน มาเป็นเกณฑ์ในการจำแนกวัตถุ เหตุการณ์ หรือสิ่งต่าง ๆ ออกจากกัน
4. ทักษะการหาความสัมพันธ์ของสเปซกับเวลา แบ่งได้ 2 แบบ คือ
 - 4.1 การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับสเปซ เป็นการหาความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ที่วัตถุต่าง ๆ ครอบครองอยู่
 - 4.2 การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับเวลา เป็นการหาความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ที่วัตถุครอบครอง เมื่อเวลาผ่านไป
5. การคำนวณ (Using numbers) ความสามารถที่แสดงการเกิดทักษะการนับจำนวนของวัตถุได้ถูกต้อง และสามารถบอกวิธีคำนวณ แสดงวิธีคำนวณ และคิดคำนวณได้ถูกต้อง
6. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล หมายถึง การนำข้อมูลที่รวบรวมได้จากวิธีการต่าง ๆ มาจัดกระทำให้อยู่ในรูปแบบที่มีความหมายหรือมีความสัมพันธ์กันมากขึ้น รวมทั้งนำข้อมูลมาจัดกระทำในรูปแบบต่าง ๆ เช่น ตาราง แผนภูมิ แผนภาพ กราฟ สมการ เป็นต้น
7. ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล หมายถึง การใช้ความคิดเห็นจากความรู้หรือประสบการณ์เดิม เพื่ออธิบายข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผล โดยอาศัยข้อมูลหรือสารสนเทศที่เคยเก็บรวบรวมไว้ในอดีต

8. ทักษะการพยากรณ์ หมายถึง การคาดคะเนผลลัพธ์ของปรากฏการณ์ สถานการณ์ การสังเกตการทดลองไว้ล่วงหน้า โดยอาศัยข้อมูล หรือประสบการณ์ของ เรื่องนั้น ที่เกิดขึ้น ๆ เป็นแบบรูปมาช่วยในการคาดการณ์สิ่งที่เกิดขึ้น

9. ทักษะการตั้งสมมติฐาน หมายถึง ความสามารถในการให้ข้อสรุปหรือ คำอธิบายซึ่งเป็นคำตอบล่วงหน้าก่อนที่จะดำเนินการทดลอง เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง เป็นจริงในเรื่องนั้น ๆ ต่อไป

10. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึง การกำหนด และอธิบาย ความหมาย และขอบเขตของคำต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาหรือการทดลองเพื่อให้เกิด ความเข้าใจตรงกันระหว่างบุคคล

11. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร หมายถึง การบ่งชี้ และกำหนด ลักษณะตัวแปรใด ๆ ให้เป็นเป็นตัวแปรอิสระหรือตัวแปรต้น และตัวแปรใด ๆ ให้เป็นตัวแปรตาม และตัวแปรใด ๆ ให้เป็นตัวแปรควบคุม

12. ทักษะการทดลอง หมายถึง การลงมือปฏิบัติด้วยวิธีใด ๆ เพื่อให้ได้คำตอบ หรือตรวจสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ แบ่งเป็น 3 ขั้นตอน คือ

12.1 การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนการทดลองก่อนการ ทดลองจริง ๆ เพื่อกำหนดวิธีการ และขั้นตอนการทดลองที่สามารถดำเนินการได้จริง รวมถึงวิธีการแก้ไขปัญหาอุปสรรคที่อาจเกิดขึ้นขณะทำการทดลองเพื่อให้การทดลอง สามารถดำเนินการให้สำเร็จ

12.2 การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การปฏิบัติการทดลองจริงตามที่วางแผนการทดลอง

12.3 การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง นักเรียนสามารถจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลองซึ่งอาจเป็นผลจากการสังเกต การวัดและอื่น ๆ

13. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป หมายถึง การแปล ความหมายหรือการบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ การตีความหมายข้อมูล ในบางครั้งอาจต้องใช้ทักษะอื่น ๆ

ใบความรู้ที่ 2

เรื่อง ปริมาณไฟฟ้า

กระแสไฟฟ้า

กระแสไฟฟ้าเกิดขึ้นจากการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนหรือโปรตรอน จากบริเวณหนึ่งไปอีกริเวณหนึ่ง กระแสไฟฟ้าเกิดขึ้นได้หลายวิธี เช่น เกิดจากความแตกต่างของพลังงานสองบริเวณ เกิดจากปฏิกิริยาเคมี เกิดจากการเหนี่ยวนำของวัตถุ เป็นต้น

เครื่องมือที่ใช้วัดกระแสไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้า เรียกว่า แอมมิเตอร์ (ammeter) มีหน่วยการวัด คือ แอมแปร์ (ampere) ใช้ตัวย่อแทนกระแสไฟฟ้าว่า I สัญลักษณ์ของแอมมิเตอร์ คือ

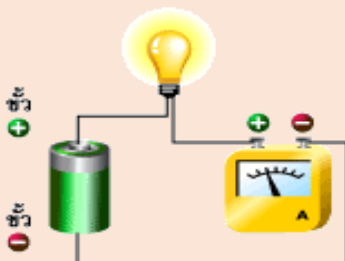


รูปแสดงลักษณะของแอมมิเตอร์

แอมมิเตอร์ที่ดีต้องมีความต้านทานน้อย เพื่อให้กระแสไฟฟ้าในวงจรไหลผ่านตัวแอมมิเตอร์ให้มากที่สุด การใช้แอมมิเตอร์วัดปริมาณกระแสไฟฟ้ามีลักษณะเช่นเดียวกับการใช้มาตรวัดปริมาณน้ำที่ไหลผ่านท่อประปา คือ ต้องต่อแอมมิเตอร์แทรกในวงจรที่กระแสไฟฟ้าไหลผ่านเรียงลำดับในวงจรไฟฟ้าเป็นการต่อแบบอนุกรม

วิธีวัดค่ากระแสไฟฟ้า

ตัวอย่าง การวัด ทำการต่อหลอดไฟฟ้าขนาดเล็กเข้ากับแบตเตอรี่ และวัดกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านหลอดไฟฟ้า โดยนำปลาย + ของแอมมิเตอร์ผ่านหลอดไฟฟ้าต่อกับขั้ว + ของแบตเตอรี่ และนำปลาย - ของแอมมิเตอร์ต่อกับขั้ว - ของแบตเตอรี่ ดังรูป



ข้อควรระวังในการวัดกระแสไฟฟ้า ดังนี้

1. แอมมิเตอร์แต่ละเครื่องมีการกำหนดขีดจำกัดในการวัดกระแสไว้ ดังนั้น ในการวัดแต่ละครั้งควรประมาณปริมาณกระแสที่จะวัดก่อน เพื่อเลือกใช้แอมมิเตอร์ที่มีขีดจำกัดที่เหมาะสม
2. อย่าต่อปลาย + และ - ของแอมมิเตอร์ผิดพลาด เพราะจะทำให้เข็มของเครื่องวัดตีกลับ
3. ห้ามต่อปลายทั้งสองของแอมมิเตอร์กับขั้วทั้งสองของแบตเตอรี่โดยตรง เพราะเข็มของเครื่องวัดจะตีจนสุดสเกล อาจทำให้พังได้

กระแสไฟฟ้า แบ่งออกเป็น 2 ชนิด ดังนี้

1. ไฟฟ้ากระแสตรง (Direct Current: DC) เป็นกระแสไฟฟ้าที่ไหลในทิศทางเดียวกัน โดยปกติกระแสไฟฟ้าจะไหลจากจุดที่มีศักย์ไฟฟ้าสูงกว่าไปยังจุดที่มีศักย์ไฟฟ้าต่ำกว่า หรือจากขั้วบวกผ่านวงจรไปยังขั้วลบทางเดียวตลอดเวลา เช่น กระแสไฟฟ้าจากเซลล์ไฟฟ้า (ถ่านไฟฉาย) หรือจากแบตเตอรี่

2. ไฟฟ้ากระแสสลับ (Alternating Current: AC) เป็นกระแสไฟฟ้าที่ไหลกลับทิศไปมา โดยกระแสไฟฟ้าจะไหลจากขั้วบวกไปยังขั้วลบ และไหลจากขั้วลบไปยังขั้วบวกสลับกัน เช่น กระแสไฟฟ้าที่ใช้ตามอาคารบ้านเรือน กระแสไฟฟ้าที่เกิดจากไดนาโม

ความสัมพันธ์ของปริมาณทางไฟฟ้า

ปริมาณทางไฟฟ้า	เครื่องมือวัด	หน่วย
กระแสไฟฟ้า (I)	แอมมิเตอร์	แอมแปร์(A)
ความต่างศักย์ไฟฟ้า (V)	โวลต์มิเตอร์	โวลต์(V)
ความต้านทานไฟฟ้า (R)	โอห์มมิเตอร์	โอห์ม

ความสัมพันธ์กระแสไฟฟ้าและความต่างศักย์ไฟฟ้า


กระแสไฟฟ้า ความต่างศักย์ไฟฟ้า เป็นสิ่งที่มีความสัมพันธ์เกี่ยวเนื่องกัน กล่าวคือ กระแสไฟฟ้าจะเกิดขึ้นหรือไหลผ่านได้มากหรือน้อยก็ขึ้นอยู่กับลักษณะตัวนำไฟฟ้าว่ามีคุณสมบัติเป็นอย่างไร

ความต่างศักย์ไฟฟ้า

ความต่างศักย์ไฟฟ้า คือ ความแตกต่างของพลังงานไฟฟ้าระหว่างจุดสองจุด ซึ่งทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าขึ้น โดยกระแสไฟฟ้าจะไหลจากจุดที่มีระดับพลังงานไฟฟ้าสูง (ศักย์ไฟฟ้าสูง) ไปยังจุดที่มีระดับพลังงานไฟฟ้าต่ำกว่า (ศักย์ไฟฟ้าต่ำ) และจะหยุดไหลเมื่อศักย์ไฟฟ้าทั้งสองจุดเท่ากัน

ข้อควรรู้

ความต่างศักย์ไฟฟ้าระหว่างจุดสองจุดเปรียบได้กับการไหลของน้ำ ซึ่งจะไหลจากที่สูงไปยังที่ต่ำ และจะหยุดไหลเมื่อระดับน้ำเท่ากัน

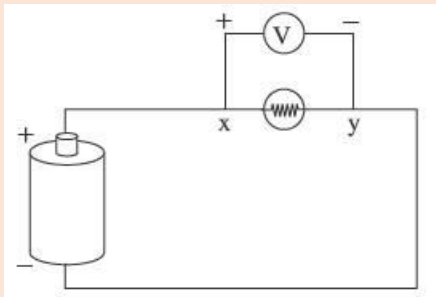
เครื่องมือที่ใช้วัดความต่างศักย์ไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้า เรียกว่า โวลต์มิเตอร์ (voltmeter) มีหน่วยการวัด คือ โวลต์ (volt) ใช้ตัวย่อแทนความต่างศักย์ว่า V สัญลักษณ์ของโวลต์มิเตอร์ คือ 



โวลต์มิเตอร์ที่ดีจะต้องมีความต้านทานสูงเพื่อให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้น้อยที่สุด

รูปแสดงลักษณะโวลต์มิเตอร์

เมื่อเราต้องการวัดความต่างศักย์ระหว่างจุด 2 จุดใด ๆ ในวงจรไฟฟ้า สามารถทำได้ โดยการนำโวลต์มิเตอร์ต่อคร่อมระหว่าง 2 จุดนั้น เราเรียกการต่อลักษณะนี้ว่าการต่อแบบขนาน ดังรูป



ข้อควรรู้

โวลต์ (volt) เป็นชื่อของ อาเลสซันโดร วอลตา (Alessandro Volta) ผู้ประดิษฐ์ ดินด้นแบตเตอรี่เป็นคนแรก

รูปแสดงการต่อโวลต์มิเตอร์ในวงจรไฟฟ้า

การที่กระแสไฟฟ้าไหล เนื่องจากความต่างศักย์ไฟฟ้าที่เกิดขึ้นที่ขั้วของแหล่งกำเนิดไฟฟ้า และ ความต่างศักย์ไฟฟ้าของแหล่งกำเนิดไฟฟ้าแต่ละชนิดก็จะไม่เท่ากัน เช่น ถ่านไฟฉายมีความต่างศักย์ประมาณ 1.5 โวลต์ แบตเตอรี่รถยนต์มีความต่างศักย์ไฟฟ้าประมาณ 12 โวลต์ ส่วนสายไฟฟ้าภายในบ้านมีความต่างศักย์ไฟฟ้าประมาณ 220 โวลต์ ทั้งนี้ถ้าความต่างศักย์ไฟฟ้ามีค่ามากขึ้น ระดับพลังงานไฟฟ้าก็จะมากขึ้นด้วย ซึ่งจะมีผลและเกิดอันตรายได้ง่าย

ตัวอย่างที่ 1. ถ้าอุปกรณ์ไฟฟ้าหนึ่งมีความต้านทานไฟฟ้า 100 โอห์ม และกระแสไฟฟ้าที่ผ่านอุปกรณ์ไฟฟ้านั้นเท่ากับ 0.05 แอมแปร์ ความต่างศักย์ไฟฟ้าของอุปกรณ์ไฟฟ้ามีค่าเท่าใด

แนวคำตอบ

จากโจทย์ กระแสไฟฟ้า $I = 0.05 \text{ A}$ และความต้านทานไฟฟ้า $R = 100 \text{ } \Omega$

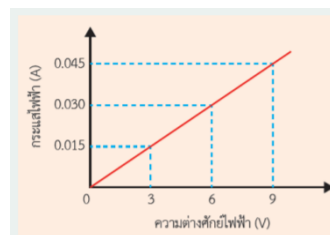
จากความสัมพันธ์ $V = IR$ จะได้ว่า

$$V = 0.05 \text{ A} \times 100 \text{ } \Omega$$

$$V = 5 \text{ V}$$

ดังนั้น ความต่างศักย์ไฟฟ้าของอุปกรณ์ไฟฟ้าเท่ากับ 5 โวลต์

ตัวอย่างที่ 2. กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์ไฟฟ้าที่คร่อมตัวต้านทานไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าที่ผ่านตัวต้านทานไฟฟ้านั้นเป็นดังภาพ ตัวต้านทานไฟฟ้านี้มีค่าความต้านทานไฟฟ้าเป็นเท่าใด



แนวคำตอบ

จากความสัมพันธ์ $V = IR$ ความต้านทานไฟฟ้า R คืออัตราส่วนระหว่าง V/I

จากกราฟ จะได้ว่าถ้าใช้ค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าเท่ากับ 9 โวลต์ กระแสไฟฟ้า 0.045 แอมแปร์

$$R = (9 \text{ V}) / (0.045 \text{ A})$$

$$R = 200 \text{ } \Omega$$

หรือ ถ้าใช้ค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าเท่ากับ 6 โวลต์ กระแสไฟฟ้า 0.030 แอมแปร์

$$R = (6 \text{ V}) / (0.030 \text{ A})$$

$$R = 200 \text{ } \Omega$$

หรือ ถ้าใช้ค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าเท่ากับ 3 โวลต์ กระแสไฟฟ้า 0.15 แอมแปร์

$$R = (3 \text{ V}) / (0.015 \text{ A})$$

$$R = 200 \text{ } \Omega$$

ดังนั้น ความต้านทานไฟฟ้าของตัวต้านทานไฟฟ้านี้เท่ากับ 200 โอห์ม

กิจกรรมฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

เรื่อง การใช้แอมมิเตอร์วัดกระแสไฟฟ้าและการใช้โวลต์มิเตอร์วัดความต่างศักย์ไฟฟ้า

1. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายความหมายของกระแสไฟฟ้า ความต่างศักย์ไฟฟ้า และความต้านทานไฟฟ้า
2. วัดค่ากระแสไฟฟ้าโดยใช้แอมมิเตอร์พร้อมระบุหน่วย
3. วัดค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าโดยใช้โวลต์มิเตอร์พร้อมระบุหน่วย
4. วิเคราะห์และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์ไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และความต้านทานไฟฟ้า

ด้านทักษะกระบวนการ (Process)

ด้านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

1. ทักษะการสังเกต
2. ทักษะการวัด
3. การจำแนกประเภท
4. ทักษะการคำนวณ
5. ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
6. ทักษะการตั้งสมมติฐาน
7. ทักษะการทดลอง
8. ทักษะการตีความหมายของข้อมูลและลงข้อสรุป

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ และสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

1. รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์
2. มีวินัย
3. ใฝ่เรียนรู้
4. มุ่งมั่นในการทำงาน
5. มีจิตสาธารณะ
6. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี
7. ความสามารถในการคิด
8. ความสามารถในการสื่อสาร

คำชี้แจง

1. ครูจัดนักเรียนแบ่งกลุ่มออกเป็น 5 กลุ่ม กลุ่มละ 6 คน ประกอบด้วย นักเรียนเก่ง ปานกลาง และอ่อน
2. ให้นักเรียนทำการ “วัดกระแสไฟฟ้าและวัดความต่างศักย์ไฟฟ้า” ที่ครูเตรียมไว้

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....
 กลุ่มที่.....ชั้น.....

ชื่อสมาชิก

.....

วัสดุอุปกรณ์

1. ถ่านไฟฉายและราง 2 ชุด
2. หลอดไฟฟ้า 5 ชุด
3. สายไฟฟ้า สีดำและแดง จำนวน 5 ชุด
4. สวิตช์ 2 ชุด
5. โทรศัพท์มือถือหรือโน้ตบุ๊กที่ดาวโหลดแอป physics-lab เรียบร้อยแล้ว

วิธีการทดลอง

1. ครูแนะนำการใช้งานแอป physics-lab
2. ดึงวัสดุอุปกรณ์ที่จะทำการทดลองมาวางพื้นที่ทำงานในแอป วัสดุอุปกรณ์มีดังนี้
 - 2.1 ถ่านไฟฉาย 1.5 V
 - 2.2 หลอดไฟฟ้า 6 V
 - 2.3 สวิตช์
 - 2.4 แอมมิเตอร์
 - 2.5 โวลต์มิเตอร์
3. ต่อดวงจรต่อดวงจรไฟฟ้าที่ประกอบด้วยถ่านไฟฉาย 2 ก้อน สวิตช์ สายไฟฟ้า

และหลอดไฟฟ้า ดังภาพ กดสวิทช์ลงให้วงจรปิดเพื่อทดสอบว่ามีกระแสไฟฟ้าในวงจรหรือไม่ โดยสังเกตจากการเปลี่ยนแปลงของหลอดไฟฟ้า จากนั้นยกสวิทช์ขึ้นให้วงจรเปิด

4. ต่อแอมมิเตอร์แทรกเข้าในวงจรไฟฟ้าโดยให้สายไฟฟ้าที่ต่อกันของถ่านไฟฉายต่อเข้ากับขั้วลบของแอมมิเตอร์ อีกเส้นหนึ่งต่อขั้วบวกแอมมิเตอร์ที่รองรับกระแสไฟฟ้าสูงสุดเข้ากับอุปกรณ์ไฟฟ้าจากขั้วบวกของถ่านไฟฉาย

5. กดสวิทช์ลงเพื่อให้วงจรปิด อ่านค่าของกระแสไฟฟ้าบนแอมมิเตอร์ บันทึกผลแล้วยกสวิทช์ขึ้น

6. เปลี่ยนขั้วบวกของแอมมิเตอร์โดยเปลี่ยนขั้วบวกที่รองรับกระแสไฟฟ้าสูงสุดลดลงมาที่ค่าต่ำกว่าจนอ่านค่าของกระแสไฟฟ้าบนแอมมิเตอร์ได้ละเอียดขึ้น บันทึกผลแล้วยกสวิทช์ขึ้น

7. ต่อโวลต์มิเตอร์แทรกเข้าในวงจรไฟฟ้าแทนแอมมิเตอร์ โดยให้สายไฟฟ้าที่ต่อกันของถ่านไฟฉายต่อเข้ากับขั้วลบของโวลต์มิเตอร์ อีกเส้นหนึ่งต่อขั้วบวกโวลต์มิเตอร์เข้ากับอุปกรณ์ไฟฟ้าจากขั้วบวกของถ่านไฟฉาย

8. กดสวิทช์ลงเพื่อให้วงจรปิด อ่านค่าของความต่างศักย์ไฟฟ้าบนโวลต์มิเตอร์บันทึกผลแล้วยกสวิทช์ขึ้น

9. เปลี่ยนขั้วบวกของโวลต์มิเตอร์โดยเปลี่ยนขั้วบวกที่รองรับความต่างศักย์ไฟฟ้าสูงสุดลดลงมาที่ค่าต่ำกว่าจนอ่านค่าของความต่างศักย์ไฟฟ้าบนโวลต์มิเตอร์ได้ละเอียดขึ้นบันทึกผลแล้วยกสวิทช์ขึ้น

10. ทำการต่อวงจรไฟฟ้ากับอุปกรณ์จริงที่ครูเตรียมไว้ให้โดยทำตามข้อที่ 3 – 9

11. นำเสนอวิธีการและผลการทดลองกระแสไฟฟ้า

ปัญหา

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

สมมุติฐาน

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

สรุปวิธีการทดลอง

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

บันทึกผลการทดลอง

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

เขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้า และความต่างศักย์ไฟฟ้า

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

อภิปรายผลการทดลอง

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

สรุปผลการทดลอง

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

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ได้ฝึก

คำชี้แจง ให้นักเรียนเขียนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ได้ปฏิบัติ

1. ทักษะการสังเกต

.....
.....

2. ทักษะการวัด

.....
.....

3. การจำแนกประเภท

.....
.....

4. ทักษะการคำนวณ

.....
.....

5. ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล

.....
.....

6. ทักษะการตั้งสมมติฐาน

.....
.....

7. ทักษะการทดลอง

.....
.....

8. ทักษะการตีความหมายของข้อมูลและลงข้อสรุป

.....
.....

จงตอบคำถามท้ายกิจกรรม

1. ถ้าต้องการวัดค่ากระแสไฟฟ้าจะต้องต่อแอมมิเตอร์เข้าไปในวงจรไฟฟ้าอย่างไร

.....

.....

.....

.....

2. เพราะเหตุใดจึงต้องเปลี่ยนขั้วบวกที่รองรับกระแสไฟฟ้าสูงสุดของแอมมิเตอร์จากค่ากระแสไฟฟ้าสูงสุดมายังค่าที่ต่ำกว่า

.....

.....

.....

.....

3. จากกิจกรรม เราจะวัดกระแสไฟฟ้าได้อย่างไร สรุปได้ว่าอย่างไร

.....

.....

.....

.....

4. จงอธิบายความหมายของกระแสไฟฟ้า

.....

.....

.....

.....

5. จงอธิบายความหมายของ ความต่างศักย์ไฟฟ้า

.....

.....

.....

.....

6. ถ้าความต่างศักย์ไฟฟ้าของลวดตัวนำ $V = 3.5 \text{ V}$ และกระแสไฟฟ้า $I = 0.3 \text{ A}$
ความสามารถความต้านทานจะมีค่าเท่าใด

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

7. ถ้าความสามารถความต้านทาน $R = 15 \ \Omega$ ความต่างศักย์ไฟฟ้าของลวดตัวนำ
 $V = 4.5 \text{ V}$ กระแสไฟฟ้า (I) จะมีค่าเท่าใด

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

เฉลย

กิจกรรมฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

เรื่อง การใช้แอมมิเตอร์วัดกระแสไฟฟ้าและการใช้โวลต์มิเตอร์วัดความต่างศักย์ไฟ

ปัญหา

1. ถ้าต้องการวัดค่ากระแสไฟฟ้าจะต้องต่อแอมมิเตอร์เข้าไปในวงจรไฟฟ้าอย่างไร
2. ถ้าต้องการวัดค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าจะต้องต่อโวลต์มิเตอร์เข้าไปในวงจรไฟฟ้าอย่างไร

สมมุติฐาน

1. แอมมิเตอร์เป็นเครื่องมือที่ใช้วัดกระแสไฟฟ้าในวงจร โดยการต่อแทรกเข้าไปเป็นส่วนหนึ่งของวงจร ณ จุดที่ต้องการวัดค่ากระแสไฟฟ้า
2. โวลต์มิเตอร์เป็นเครื่องมือที่ใช้วัดความต่างศักย์ไฟฟ้าในวงจร โดยการต่อคร่อมตำแหน่งที่ต้องการวัดค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า

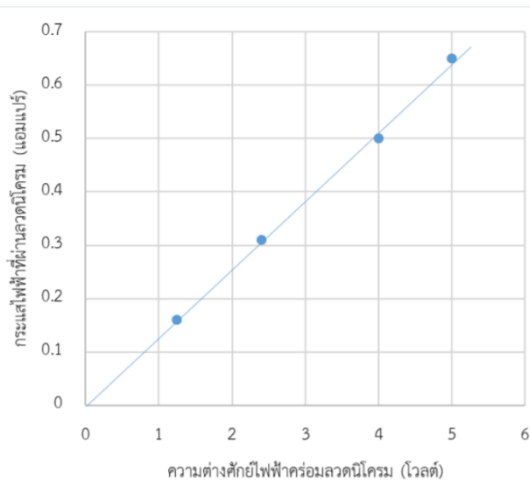
สรุปวิธีการทดลอง

1. ต่อดวงจรต่อดวงจรไฟฟ้าที่ประกอบด้วยถ่านไฟฉาย 2 ก้อน สวิตช์ สายไฟฟ้า และหลอดไฟฟ้า ดังภาพ กดสวิตช์ลงให้วงจรปิดเพื่อทดสอบว่ามีกระแสไฟฟ้าในวงจรหรือไม่ โดยสังเกตจากการเปลี่ยนแปลงของหลอดไฟฟ้า จากนั้นยกสวิตช์ขึ้นให้วงจรเปิด
2. ต่อแอมมิเตอร์แทรกเข้าไปในวงจรไฟฟ้าโดยให้สายไฟฟ้าที่ต่อกันของถ่านไฟฉายต่อเข้ากับขั้วลบของแอมมิเตอร์ อีกเส้นหนึ่งต่อขั้วบวกแอมมิเตอร์ที่รองรับกระแสไฟฟ้าสูงสุดเข้ากับอุปกรณ์ไฟฟ้าจากขั้วบวกของถ่านไฟฉาย
3. กดสวิตช์ลงเพื่อให้วงจรปิด อ่านค่าของกระแสไฟฟ้าบนแอมมิเตอร์ บันทึกผลแล้วยกสวิตช์ขึ้น เปลี่ยนขั้วบวกของแอมมิเตอร์โดยเปลี่ยนขั้วบวกที่รองรับกระแสไฟฟ้าสูงสุดลงมาที่ค่าต่ำกว่าจนอ่านค่าของกระแสไฟฟ้าบนแอมมิเตอร์ได้ละเอียดขึ้น บันทึกผลแล้วยกสวิตช์ขึ้น
4. ต่อโวลต์มิเตอร์แทรกเข้าไปในวงจรไฟฟ้าแทนแอมมิเตอร์ โดยให้สายไฟฟ้าที่ต่อกันของถ่านไฟฉายต่อเข้ากับขั้วลบของโวลต์มิเตอร์ อีกเส้นหนึ่งต่อขั้วบวกโวลต์มิเตอร์เข้ากับอุปกรณ์ไฟฟ้าจากขั้วบวกของถ่านไฟฉาย กดสวิตช์ลงเพื่อให้วงจรปิด อ่านค่าของความต่างศักย์ไฟฟ้าบนโวลต์มิเตอร์ บันทึกผลแล้วยกสวิตช์ขึ้น เปลี่ยนขั้วบวกของโวลต์มิเตอร์โดยเปลี่ยนขั้วบวกที่รองรับความต่างศักย์ไฟฟ้าสูงสุดลงมาที่ค่าต่ำกว่าจนอ่านค่าของความต่างศักย์ไฟฟ้าบนโวลต์มิเตอร์ได้ละเอียดขึ้น บันทึกผลแล้วยกสวิตช์ขึ้น

บันทึกผลการทดลอง

จำนวนถ่านไฟฉาย 1.5 โวลต์ (ก้อน)	ความต่างศักย์ไฟฟ้าคร่อมหลอดนิโครม (V)	กระแสไฟฟ้าที่ผ่านหลอดนิโครม (A)
1	1.25	0.16
2	2.4	0.31
3	4	0.50
4	5	0.65

เขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้า และความต่างศักย์ไฟฟ้า



ค่ากระแสไฟฟ้าและความต่างศักย์ไฟฟ้ามีความสัมพันธ์กันโดยเมื่อค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าเพิ่ม ค่ากระแสไฟฟ้าจะเพิ่มตาม เมื่อเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์ไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าจะได้กราฟเส้นตรงผ่านจุดกำเนิด

อภิปรายผลการทดลอง

โวลต์มิเตอร์เป็นเครื่องมือที่ใช้วัดความต่างศักย์ไฟฟ้าในวงจร โดยการต่อคร่อมตำแหน่งที่ต้องการวัดค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า ต่อขั้วบวกของโวลต์มิเตอร์เข้ากับทางขั้วบวกของถ่านไฟฉายและต่อขั้วลบของโวลต์มิเตอร์เข้ากับทางขั้วลบของถ่านไฟฉาย การเลือกขั้วบวกที่รองรับความต่างศักย์ไฟฟ้าสูงสุดจะต้องเลือกที่มีค่ามากกว่าและใกล้เคียงกับค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าของถ่านไฟฉาย

แอมมิเตอร์เป็นเครื่องมือที่ใช้วัดกระแสไฟฟ้าในวงจร โดยการต่อแทรกเข้าไปเป็นส่วนหนึ่งของวงจร ณ จุดที่ต้องการวัดค่ากระแสไฟฟ้า โดยให้ต่อขั้วบวกของแอมมิเตอร์เข้ากับขั้วบวกของแหล่งกำเนิดไฟฟ้าซึ่งเป็นจุดที่มีศักย์ไฟฟ้าสูงและต่อขั้วลบของแอมมิเตอร์เข้ากับขั้วลบของแหล่งกำเนิดไฟฟ้าซึ่งเป็นจุดที่มีศักย์ไฟฟ้าต่ำ ค่ากระแสไฟฟ้าที่วัดได้มีหน่วยเป็นแอมแปร์ การเปลี่ยนขั้วบวกที่รองรับกระแสไฟฟ้าสูงสุดของแอมมิเตอร์ต้องเริ่มจากค่าที่สูงที่สุดก่อนแล้วจึงลดลงมาที่ค่าต่ำกว่าจนอ่านค่ากระแสไฟฟ้าได้ละเอียดขึ้น

สรุปผลการทดลอง

เราสามารถวัดกระแสไฟฟ้าด้วยแอมมิเตอร์ และในการวัดจะต้องต่อวงจรที่ถูกต้องและต้องเปลี่ยนขั้วบวกที่รองรับกระแสไฟฟ้าสูงสุดของแอมมิเตอร์จากค่ากระแสไฟฟ้าสูงสุดมายังค่าที่ต่ำกว่า โวลต์มิเตอร์เป็นเครื่องมือที่ใช้วัดค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า โดยการต่อคร่อมตำแหน่งที่ต้องการวัดค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า ซึ่งต้องต่อขั้วของโวลต์มิเตอร์ให้ถูกต้องและเลือกขั้วบวกที่รองรับความต่างศักย์ไฟฟ้าสูงสุดให้เหมาะสม ค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าที่วัดได้มีหน่วยเป็นโวลต์

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ได้ฝึก

คำชี้แจง ให้นักเรียนเขียนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ได้ปฏิบัติ

1. ทักษะการสังเกต

ใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกันเพื่อสัมผัสโดยตรงกับวัตถุและบันทึกการ

2. ทักษะการวัด

สามารถวัดกระแสไฟฟ้าด้วยแอมมิเตอร์และอ่านค่าได้ สามารถใช้โวลต์มิเตอร์เป็นเครื่องมือที่ใช้วัดค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าและอ่านค่าได้

3. การจำแนกประเภท

บอกเกณฑ์ที่ใช้ในการจำแนกประเภทได้อย่างเหมาะสมแบ่งวัตถุหรือเหตุการณ์ออกเป็นกลุ่ม ๆ ตามเกณฑ์ที่กำหนดได้

4. ทักษะการคำนวณ

เลือกใช้สูตรการคำนวณ แสดงวิธีการคำนวณได้อย่างถูกต้อง ได้ผลลัพธ์ที่ถูกต้อง
แม่นยำ

5. ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล

รวบรวมข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างเป็นระบบสามารถอธิบายหรือสรุปประเด็น
จากข้อมูลที่มีได้อย่างสมบูรณ์

6. ทักษะการตั้งสมมติฐาน

สมมติฐานสอดคล้องกับปัญหาและแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ ได้อย่าง
ชัดเจนปัญหาและแสดง

7. ทักษะการทดลอง

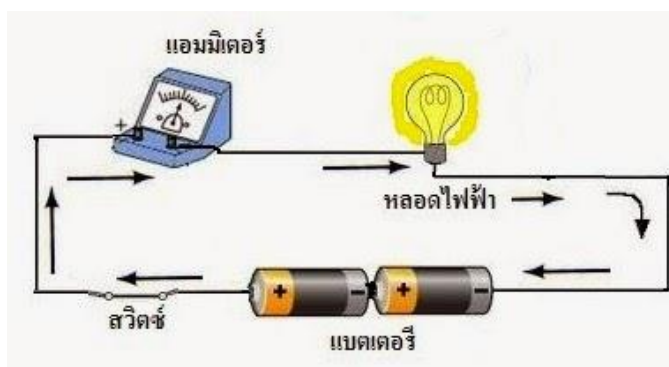
เลือกใช้อุปกรณ์ได้ถูกต้องเหมาะสมปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนได้อย่างถูกต้องและมี
การบันทึกผลการทดลองได้ถูกต้อง

8. ทักษะการตีความหมายของข้อมูลและลงข้อสรุป

วิเคราะห์ข้อมูลโดยอาศัยผลที่ได้จากการทำกิจกรรม หรือ การทดลอง หรือ ความรู้ที่
เกี่ยวข้อง

จงตอบคำถามท้ายกิจกรรม

1. ถ้าต้องการวัดค่ากระแสไฟฟ้าจะต้องต่อแอมมิเตอร์เข้าไปในวงจรไฟฟ้าอย่างไร



2. เพราะเหตุใดจึงต้องเปลี่ยนขั้วบวกที่รองรับกระแสไฟฟ้าสูงสุดของแอมมิเตอร์จากค่ากระแสไฟฟ้าสูงสุดมายังค่าที่ต่ำกว่า

แอมมิเตอร์แต่ละเครื่องมีการกำหนดขีดจำกัดในการวัดกระแสไว้ ดังนั้น ในการวัดแต่ละครั้งควรประมาณปริมาณกระแสที่จะวัดก่อน เพราะจะทำให้แอมมิเตอร์เสียหาย

3. จากกิจกรรม เราจะวัดกระแสไฟฟ้าได้อย่างไร สรุปได้ว่าอย่างไร

เราสามารถวัดกระแสไฟฟ้าด้วยแอมมิเตอร์ และในการวัดจะต้องต่อวงจรที่ถูกต้องและต้องเปลี่ยนขั้วบวกที่รองรับกระแสไฟฟ้าสูงสุดของแอมมิเตอร์จากค่ากระแสไฟฟ้าสูงสุดมายังค่าที่ต่ำกว่า

4. จงอธิบายความหมายของกระแสไฟฟ้า

กระแสไฟฟ้า (อังกฤษ: electric current) คือการไหลของประจุไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้า อิเล็กตรอนที่เคลื่อนที่ในประจักษ์สามารถถูกนำพาโดยไอออนได้เช่นกันในสารอิเล็กโทรไลต์ หรือโดยทั้งไอออนและอิเล็กตรอนเช่นใน พลาสมา

5. จงอธิบายความหมายของ ความต่างศักย์ไฟฟ้า

ความต่างศักย์ไฟฟ้า คือ ความแตกต่างของพลังงานไฟฟ้าระหว่างจุดสองจุด ซึ่งทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าขึ้น โดยกระแสไฟฟ้าจะไหลจากจุดที่มีระดับพลังงานไฟฟ้าสูง (ศักย์ไฟฟ้าสูง) ไปยังจุดที่มีระดับพลังงานไฟฟ้าต่ำกว่า (ศักย์ไฟฟ้าต่ำ) และจะหยุดไหลเมื่อศักย์ไฟฟ้าทั้งสองจุดเท่ากัน

6. ถ้าความต่างศักย์ไฟฟ้าของลวดตัวนำ $V = 3.5 \text{ V}$ และกระแสไฟฟ้า $I = 0.3 \text{ A}$

ความสามารถความต้านทานจะมีค่าเท่าใด

จากสมการ $V = IR$

$$3.5 \text{ V} = (0.3 \text{ A})R$$

$$R = 3.5 \text{ V} / 0.3 \text{ A}$$

$$= 11.67 \Omega$$

7. ถ้าความสามารถความต้านทาน $R = 15 \Omega$ ความต่างศักย์ไฟฟ้าของลวดตัวนำ

$V = 4.5 \text{ V}$ กระแสไฟฟ้า (I) จะมีค่าเท่าใด

จากสมการ $V = IR$

$$4.5 \text{ V} = (15 \Omega)I$$

$$I = 4.5 \text{ V} / 15 \Omega$$

$$= 0.3 \text{ A}$$

ชื่อ _____ นามสกุล _____ เลขที่ _____
 ชั้น _____ โรงเรียน _____

แบบทดสอบก่อน-หลังเรียน

เรื่อง ปริมาณไฟฟ้า

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 10 ข้อ 10 คะแนน

คำชี้แจง ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว แล้วทำเครื่องหมายกากบาท (X) ลงในกระดาษคำตอบ แบบทดสอบปรนัย 4 ตัวเลือกจำนวน 10 ข้อ

1. ความต่างศักย์ไฟฟ้าหมายถึงอะไร (ความรู้ความจำ)
 - ก. ความแตกต่างของพลังงานไฟฟ้าระหว่างจุดสองจุด ซึ่งทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าขึ้น
 - ข. ความแตกต่างของพลังงานไฟฟ้าระหว่างจุดสามจุด ซึ่งทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าขึ้น
 - ค. ความแตกต่างของพลังงานไฟฟ้าระหว่างจุดสองจุด ซึ่งจะไม่ทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าขึ้น
 - ง. ความแตกต่างของไฟฟ้าระหว่างจุดสองจุด ซึ่งทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าขึ้นมา
2. ข้อความใดต่อไปนี้จะแสดงถึงความหมายและหน่วยของกระแสไฟฟ้าได้ถูกต้อง (ความรู้ความจำ)
 - ก. กระแสไฟฟ้า เกิดจากการไหลของไฟฟ้า มีหน่วยทางระบบ SI ว่าแอมแปร์
 - ข. กระแสไฟฟ้า เกิดจากการไหลของอิเล็กตรอน มีหน่วยทางระบบ AM ว่าแอมแปร์
 - ค. กระแสไฟฟ้า เกิดจากการไหลของอิเล็กตรอน มีหน่วยทางระบบ SI ว่าแอมแปร์
 - ง. กระแสไฟฟ้า เกิดจากการไหลของอิเล็กทริก มีหน่วยทางระบบ AM ว่าแอมแปร์
3. กระแสไฟฟ้าเกิดได้อย่างไร (ความเข้าใจ)
 - ก. กระแสไฟฟ้าไม่ได้เกิดขึ้นจากการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนจากบริเวณหนึ่งไปอีกบริเวณหนึ่ง
 - ข. กระแสไฟฟ้าเกิดขึ้นจากการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนจากบริเวณหนึ่งไปอีกบริเวณหนึ่ง
 - ค. กระแสไฟฟ้าเกิดขึ้นจากการเคลื่อนที่ของอิเล็กทริกจากบริเวณหนึ่งไปอีกบริเวณหนึ่ง
 - ง. กระแสไฟฟ้าเกิดขึ้นจากการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนจากบริเวณหนึ่ง ๆ

4. ค่าความจุของตัวเก็บประจุ มีความสัมพันธ์กับปริมาณใด (ความเข้าใจ)
- ก. ประจุไฟฟ้ากับแรงดันไฟฟ้า ข. ประจุไฟฟ้ากับกระแสไฟฟ้า
 ค. ประจุไฟฟ้ากับความต่างศักย์ ง. ประจุไฟฟ้ากับความต้านทาน
5. หากนักเรียนต้องการจะวัดกระแสไฟฟ้านักเรียนจะใช้เครื่องมือใดต่อไปนี่ (การนำความรู้ไปใช้)
- ก. แอมแปร์(A) ข. โอห์มมิเตอร์
 ค. แอมมิเตอร์ ง. โวลต์มิเตอร์
6. หากต้องการไฟฟ้าในพื้นที่ ที่ไฟฟ้าเข้าไม่ถึง นักเรียนจะมีวิธีการอย่างไร (การนำความรู้ไปใช้)
- ก. การใช้แผงโซลาร์เซลล์ทดแทน ข. การต่อไฟฟ้าให้เข้าให้ถึง
 ค. การใช้ไฟฟ้าเท่าที่จำเป็น ง. ถูกทุกข้อ
7. ความสัมพันธ์ในข้อใดเปรียบเทียบได้กับการทำงานของทรานซิสเตอร์ได้อย่างถูกต้อง (การวิเคราะห์)
- ก. ฟิวส์, สวิตช์ ข. สวิตช์, ตัวต้านทาน
 ค. สะพานไฟ, สวิตช์ ง. ตัวต้านทาน, ฟิวส์
8. ข้อใดมีความสัมพันธ์กันอย่างถูกต้อง (การวิเคราะห์)
- ก. กระแสไฟฟ้า, แอมมิเตอร์, โวลต์ (V)
 ข. ความต่างศักย์ไฟฟ้า (V), โวลต์มิเตอร์, โอห์มมิเตอร์
 ค. กระแสไฟฟ้า, แอมมิเตอร์, แอมแปร์ (A)
 ง. ความต่างศักย์ไฟฟ้า (V), โวลต์มิเตอร์, โอห์ม
9. ฉนวนหุ้มสายไฟฟ้าหรือหุ้มสายอุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ นั้น เป็นสิ่งที่ชำรุดฉีกขาดได้ และฉนวนหุ้มสายจะชำรุดง่ายยิ่งขึ้นถ้าผู้ใช้งานใช้อย่างขาดการทะนุถนอมและไม่เอาใจใส่ เช่น การดึงหรือกระชากผ่าน ของมีคมหรือวัตถุที่มีขอบหรือมุมแข็ง การวางไว้ในทางที่มีการเหยียบไปมา หรือมีวัตถุหนัก ๆ เคลื่อนทับอยู่เสมอ ก็เป็นเหตุให้ฉนวนชำรุดเสียหายได้ การขาดสายไฟบนรั้วสังกะสีจะเกิดผลเสียอย่างไร (การสังเคราะห์)
- ก. จะทำให้รั้วชำรุด ข. จะทำให้รั้วเป็นสนิม
 ค. จะทำให้ฉนวนที่หุ้มฉีกขาด ง. จะทำให้กระแสไฟฟ้าลดลง
10. วัตถุใดนำไฟฟ้าได้ดีที่สุด (การประเมินค่า)
- ก. เหล็ก ข. เงิน ค. ทองแดง ง. อลูมิเนียม

เฉลยแบบทดสอบก่อน-หลังเรียน

เรื่อง ปริมาณทางไฟฟ้า

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 10 ข้อ 10 คะแนน

ข้อที่	ตอบ
1	ก
2	ค
3	ข
4	ก
5	ค
6	ก
7	ค
8	ค
9	ค
10	ข

แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

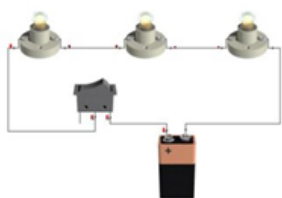
หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 ไฟฟ้า

เรื่อง ปริมาณไฟฟ้า

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 10 ข้อ 10 คะแนน

คำชี้แจง ให้นักเรียนทำเครื่องหมายกากบาท (X) ข้อที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว ลงใน
กระดาษคำตอบ (ข้อสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 10 ข้อ ข้อละ 1 คะแนน) ใช้เวลาใน
การทำข้อสอบ 10 นาที

จงพิจารณารูปด้านล่างแล้วใช้ตอบคำถามในข้อที่ 1-2



- จากภาพที่แสดงด้านบนเป็นการต่อวงจรไฟฟ้าแบบใด (การสังเกต)
 - แบบอนุกรม
 - แบบอนุกรมผสมกับขนาน
 - แบบขนาน
 - การต่อแบบผสม
- การต่อวงจรไฟฟ้าที่แสดงในภาพด้านบนเป็นการต่อไฟฟ้าที่ครบวงจรหรือไม่และ
สามารถทำให้หลอดไฟทั้ง 3 หลอดติดได้หรือไม่ (การสังเกต)
 - ครบวงจรและหลอดไฟติดเฉพาะหลอดที่ 1
 - ครบวงจรและไฟติดเฉพาะหลอดที่ 1-2
 - ครบวงจรและหลอดไฟติดทุกหลอด
 - ไม่ครบวงจรและหลอดไฟไม่ติด
- การวัดกระแสไฟฟ้า ใช้เครื่องมือใดต่อไปนี้ (การวัด)
 - แอมแปร์ (A)
 - โอห์มมิเตอร์
 - แอมมิเตอร์
 - โวลต์มิเตอร์
- การวัดความต่างศักย์ไฟฟ้า ใช้เครื่องมือใดในการวัด มีหน่วยเป็นอะไรและใช้ตัวย่อแทน
ต่างศักย์ด้วยสัญลักษณ์ใด (การจำแนกประเภท)
 - แอมแปร์ (A), โวลต์, V
 - โอห์มมิเตอร์, โอห์ม, A
 - โอห์มมิเตอร์, โอห์ม, Ω
 - โวลต์มิเตอร์, โวลต์, V

5. ถ้าอุปกรณ์ไฟฟ้าหนึ่งมีความต้านทานไฟฟ้า 220 โอห์ม และกระแสไฟฟ้าที่ผ่านอุปกรณ์ไฟฟ้านั้นเท่ากับ 0.05 แอมแปร์ ความต่างศักย์ไฟฟ้าของอุปกรณ์ไฟฟ้ามีค่าเท่าใด

(การคำนวณ)

ก. 10 V ข. 11 V ค. 12 V ง. 13 V

6. การต่อวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรมมีข้อเสียอย่างไร (การลงความเห็นจากข้อมูล)

ก. ต้องใช้อุปกรณ์ในการต่อจำนวนมาก

ข. เป็นการต่อวงจรที่ทำให้ไฟรั่ว

ค. ไฟฟ้าในวงจรเดินไม่สะดวก

ง. ถ้าสายไฟขาดจะทำให้วงจรเปิดทั้งวงจร

7. จากปัญหาในข้อที่ 6 สามารถตั้งสมมติฐานได้อย่างไร (ทักษะการตั้งสมมติฐาน)

ก. การต่อวงจรแบบอนุกรมหากมีไฟรั่วหรือสายไฟขาดจะให้ไฟไม่ติดทั้งวงจร

ข. เป็นการต่อวงจรไฟฟ้าที่เร็วและสะดวก

ค. การต่อวงจรแบบอนุกรมเป็นการต่อวงจรแบบต่อกันไปเรื่อย ๆ

ง. การต่อวงจรไฟฟ้าที่มีกระแสในวงจรไหลแยกเป็นหลายทางผ่านไหล

8. การทดลองการต่อวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย จะต้องทำอะไรเป็นลำดับแรกในการทดลอง

(การทดลอง)

ก. ทำการทดลองซ้ำ

ข. บันทึกผล

ค. อ่านค่า

ง. ต่อวงจรไฟฟ้าเข้ากับถ่าน

9. การทดลองการต่อวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย จะต้องมีการทำบันทึกผลการทดลองหลังจากการบันทึกผลการทดลองและจะต้องทำอะไรเป็นลำดับถัดไป (การทดลอง)

ก. อ่านผลการทดลอง

ข. อภิปรายผลการทดลอง

ค. บันทึกลงในสมุดแต่ละคน

ง. นำเสนอหน้าชั้นเรียน

10. จากการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนจากบริเวณหนึ่งไปอีกบริเวณหนึ่ง กระแสไฟฟ้าเกิดขึ้นได้หลายวิธี เช่น เกิดจากความแตกต่างของพลังงานสองบริเวณ เกิดจากปฏิกิริยาเคมี เกิดจากการเหนี่ยวนำของวัตถุ เป็นต้นเหตุการณ์นี้เรียกว่าอะไร (ทักษะการตีความหมายของข้อมูลและลงข้อสรุป)

ก. การเกิดกระแสไฟฟ้า

ข. การเกิดความต่างศักย์ไฟฟ้า

ค. การเกิดไฟฟ้ากระแสสลับ

ง. การเกิดความต้านทานไฟฟ้า

เฉลยแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 หน่วย ไฟฟ้า

เรื่อง ปริมาณทางไฟฟ้า

ข้อ	ตอบ
1	ก
2	ค
3	ค
4	ง
5	ข
6	ง
7	ก
8	ง
9	ข
10	ก

แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์ และสมรรถนะสำคัญของนักเรียน
คำชี้แจง: ให้ผู้สอนสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างเรียนและนอกเวลาเรียน
 แล้วขีดเครื่องหมายถูก (✓) ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

ข้อการประเมิน	รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
		3	2	1
1. รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์	1.1 เข้าร่วมกิจกรรมแสดงความรักชาติ เช่น เชิญธงขึ้นตรงเคารพธงชาติ ร้องเพลงชาติ รักษาชื่อเสียง และหวงแหนสมบัติของชาติตลอดจนบำเพ็ญประโยชน์ต่อครอบครัวและชุมชน			
	1.2 เข้าร่วมกิจกรรมทางศาสนา และปฏิบัติตามหลักธรรมของศาสนา เช่น รักษาศีล ทำความดี			
	1.3 เข้าร่วมกิจกรรมเพื่อแสดงความจงรักภักดีต่อพระมหากษัตริย์			
2. มีวินัย รับผิดชอบ	2.1 ปฏิบัติตนตาม ข้อตกลง กฎเกณฑ์ ระเบียบ ข้อบังคับของโรงเรียนและสังคม ไม่ละเมิดสิทธิของผู้อื่น			
	2.2 มีความตรงต่อเวลาในการปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ			
3. มีความซื่อสัตย์ สุจริต	3.1 ให้ข้อมูลที่ถูกต้องและเป็นจริง			
	3.2 ไม่หาประโยชน์ในทางที่ไม่ถูกต้อง			
4. มุ่งมั่นในการทำงาน	4.1 เอาใจใส่ต่อการปฏิบัติหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย			
	4.2 ปรับปรุงและพัฒนาการทำงานด้วยตนเอง			
5. ใฝ่เรียนรู้	5.1 ตั้งใจเรียนเอาใจใส่และมีความเพียรพยายามในการเรียนรู้			
	5.2 แลกเปลี่ยนเรียนรู้ด้วยวิธีการต่าง ๆ และนำไปใช้ใน ชีวิตประจำวัน			
6. มีจิตสาธารณะ	6.1 รู้จักทำงานให้ผู้อื่นด้วยกำลังกาย กำลังใจ และกำลังสติปัญญาด้วยความสมัครใจ			

ข้อการประเมิน	รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
		3	2	1
7. ความสามารถในการสื่อสาร	7.1 มีความสามารถในการนำเสนอผลงาน			
	7.2 ใช้วิธีการสื่อสารที่เหมาะสม			
8. ความสามารถในการคิด	8.1 มีความสามารถในการคิดอย่างมีระบบ			
	8.2 ตัดสินใจแก้ปัญหาเกี่ยวกับตนเองได้			
รวม				

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน
(นางสาวจิราพร ภูวันนา)

เกณฑ์การให้คะแนน

พฤติกรรมที่ปฏิบัติชัดเจนและสม่ำเสมอ	ให้ 3 คะแนน
พฤติกรรมที่ปฏิบัติชัดเจนและบ่อยครั้ง	ให้ 2 คะแนน
พฤติกรรมที่ปฏิบัติบางครั้ง	ให้ 1 คะแนน

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
23-30	ดีมาก
17-22	ดี
11-16	พอใช้
ต่ำกว่า 10	ปรับปรุง

เกณฑ์การประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์และสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน
 วิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

รายการประเมิน	พฤติกรรมที่ปรากฏ/ระดับคะแนน		
	3 คะแนน	2 คะแนน	1 คะแนน
1. รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์	ปฏิบัติตามลัทธิและหน้าที่พลเมืองดีของชาติสนับสุนน เสนอกิจกรรมบำเพ็ญประโยชน์ต่อครอบครัวและชุมชน สร้างความสามัคคีปรองดองปฏิบัติตามหลักของศาสนา เคารพเทิดทูนสถาบันพระมหากษัตริย์	ปฏิบัติตามลัทธิและหน้าที่พลเมืองดีของชาติสนับสุนน เสนอกิจกรรมบำเพ็ญประโยชน์ต่อครอบครัวและชุมชน สร้างความสามัคคีปรองดองปฏิบัติตามหลักของศาสนา	ปฏิบัติตามลัทธิและหน้าที่พลเมืองดีของชาติสนับสุนน เสนอกิจกรรมบำเพ็ญประโยชน์ต่อครอบครัวและชุมชน
2. ซื่อสัตย์สุจริต	ให้ข้อมูลถูกต้องและเป็นจริง ปฏิบัติในสิ่งที่ถูกต้องทำตามสัญญาที่ตนให้ไว้กับเพื่อนและครู ละอายเกรงกลัวที่จะทำความผิดเป็นแบบอย่างที่ดีด้านการประพฤติตรงตามความเป็นจริง	ให้ข้อมูลถูกต้องและเป็นจริง ปฏิบัติในสิ่งที่ถูกต้องทำตามสัญญาที่ตนให้ไว้กับเพื่อนและครู ละอายเกรงกลัวที่จะทำความผิด	ให้ข้อมูลถูกต้องและเป็นจริง ปฏิบัติในสิ่งที่ถูกต้องทำตามสัญญาที่ตนให้ไว้กับเพื่อนและครู

รายการ ประเมิน	พฤติกรรมที่ปรากฏ/ระดับคะแนน		
	3 คะแนน	2 คะแนน	1 คะแนน
3. มีวินัย	ปฏิบัติตามข้อตกลง กฎเกณฑ์ ระเบียบ ข้อบังคับของ โรงเรียน ห้องเรียน ไม่ละเมิดสิทธิของ ผู้อื่นและตรงต่อเวลา ในการปฏิบัติ กิจกรรมและ รับผิดชอบในการ ทำงาน	ปฏิบัติตาม ข้อตกลง กฎเกณฑ์ ระเบียบข้อบังคับ ของโรงเรียน ห้องเรียน และ ตรงต่อเวลาใน การปฏิบัติ กิจกรรมและ รับผิดชอบในการ ทำงาน	ปฏิบัติตาม ข้อตกลง กฎเกณฑ์ ระเบียบข้อบังคับ ของโรงเรียน ห้องเรียน และ ตรงต่อเวลาใน การปฏิบัติ กิจกรรม
4. ใฝ่เรียนรู้	ศึกษาหาความรู้จาก หนังสือ สิ่งพิมพ์ เอกสาร สื่อ เทคโนโลยี แหล่ง เรียนรู้อื่น ๆ มีการ บันทึกความรู้และ แลกเปลี่ยนความรู้ กับผู้อื่น	ศึกษาหาความรู้ จากหนังสือ สิ่งพิมพ์ เอกสาร สื่อเทคโนโลยี แหล่งเรียนรู้อื่น ๆ มีการบันทึก ความรู้	ศึกษาหาความรู้ จากหนังสือ สิ่งพิมพ์ เอกสาร สื่อเทคโนโลยี แหล่งเรียนรู้อื่น ๆ
5. มุ่งมั่นในการทำงาน	ทำงานด้วยความ ขยันและพยายามให้ งานสำเร็จตาม เป้าหมายไม่ย่อท้อ ต่อปัญหาในการ ทำงานและเสนอ ผลงานด้วยความ ภาคภูมิใจ	ทำงานด้วยความ ขยันและ พยายามให้งาน สำเร็จตาม เป้าหมายและ เสนอผลงานด้วย ความภาคภูมิใจ	ทำงานด้วยความ ขยันและพยายาม ให้งานสำเร็จตาม เป้าหมาย

รายการ ประเมิน	พฤติกรรมที่ปรากฏ/ระดับคะแนน		
	3 คะแนน	2 คะแนน	1 คะแนน
6. ความสามารถในการสื่อสาร	สามารถรับ-ส่งสารและ ความสามารถในการถ่ายทอด ความรู้ ความคิด ความเข้าใจของ ตนเองโดยใช้ภาษา อย่างเหมาะสม	สามารถรับ-ส่งสารและ ความสามารถในการถ่ายทอด ความรู้ ความคิด ความเข้าใจของ ตนเอง	สามารถรับ-ส่งสารแต่ไม่ ความสามารถในการถ่ายทอด ความรู้ ความคิด ความเข้าใจของ ตนเอง
7. ความสามารถในการคิด	สามารถคิดอย่างเป็นระบบ สามารถ สร้างองค์ความรู้ และตัดสินใจ แก้ปัญหาเกี่ยวกับ ตนเองได้อย่าง เหมาะสม	สามารถคิดอย่างเป็นระบบ สามารถสร้าง องค์ความรู้ได้	สามารถคิดอย่างเป็นระบบ
8. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต	เรียนรู้ด้วยตนเอง ได้เหมาะสมตามวัย สามารถทำงาน กลุ่มร่วมกับผู้อื่นได้ จัดการปัญหาและ ความขัดแย้งได้ เหมาะสมหลีกเลี่ยง พฤติกรรมไม่พึง ประสงค์ที่ส่งผล กระทบต่อตนเอง	เรียนรู้ด้วยตนเอง ได้เหมาะสมตาม วัย สามารถ ทำงานกลุ่ม ร่วมกับผู้อื่นได้ จัดการปัญหา และความขัดแย้ง ได้เหมาะสม	เรียนรู้ด้วยตนเอง ได้เหมาะสมตาม วัย สามารถ ทำงานกลุ่ม ร่วมกับผู้อื่นได้

ภาคผนวก จ

เครื่องมือวิจัย

1. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หน่วย ไฟฟ้า ของการจัดการเรียนรู้
เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK
2. แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของแผนการจัดการเรียนรู้
เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK
3. แบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับ
TPACK หน่วย ไฟฟ้า

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หน่วย ไฟฟ้า

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 30 ข้อ 30 คะแนน

คำชี้แจง ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว แล้วทำเครื่องหมายกากบาท (X) ลงในกระดาษคำตอบ แบบทดสอบปรนัย 4 ตัวเลือก

- ความหมายและหน่วยของกระแสไฟฟ้าในข้อใดถูกต้อง (ความรู้ความจำ)
 - กระแสไฟฟ้า เกิดจากการไหลของอิเล็กทริก มีหน่วยทางระบบ AM ว่าแอมแปร์
 - กระแสไฟฟ้า เกิดจากการไหลของอิเล็กตรอน มีหน่วยทางระบบ SI ว่าแอมแปร์
 - กระแสไฟฟ้า เกิดจากการไหลของอิเล็กตรอน มีหน่วยทางระบบ AM ว่าแอมแปร์
 - กระแสไฟฟ้า เกิดจากการไหลของไฟฟ้า มีหน่วยทางระบบ SI ว่าแอมแปร์
- ค่าความจุของตัวเก็บประจุ มีความสัมพันธ์กับปริมาณใด (ความเข้าใจ)
 - ประจุไฟฟ้ากับความต่างศักย์
 - ประจุไฟฟ้ากับความต้านทาน
 - ประจุไฟฟ้ากับกระแสไฟฟ้า
 - ประจุไฟฟ้ากับแรงดันไฟฟ้า
- ที่น่านักเรียนเป็นสถานที่ไฟฟ้าเข้าไม่ถึงแต่นักเรียนมีความจำเป็นจะต้องใช้ไฟฟ้านักเรียนจะมีวิธีการอย่างไร (การนำความรู้ไปใช้)
 - การใช้แผงโซลาร์เซลล์ทดแทน
 - การต่อไฟฟ้าให้เข้าให้ถึง
 - การใช้ไฟฟ้าเท่าที่จำเป็น
 - ถูกทุกข้อ
- ข้อใดมีความสัมพันธ์กันอย่างถูกต้อง (การวิเคราะห์)
 - กระแสไฟฟ้า แอมมิเตอร์ โวลต์(V)
 - ความต่างศักย์ไฟฟ้า(V) โวลต์มิเตอร์ โอห์ม
 - ความต่างศักย์ไฟฟ้า(V) โวลต์มิเตอร์ โอห์มมิเตอร์
 - กระแสไฟฟ้า แอมมิเตอร์ แอมแปร์(A)
- ฉนวนหุ้มสายไฟฟ้าหรือหุ้มสายอุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ นั้น เป็นสิ่งที่ชำรุดฉีกขาดได้ และฉนวนหุ้มสายจะชำรุดง่ายยิ่งขึ้นถ้าผู้ใช้งานใช้อย่างขาดการทะนุถนอมและไม่เอาใจใส่ เช่น การดึงหรือกระชากผ่าน ของมีคมหรือวัตถุที่มีขอบหรือมุมแข็ง การวางไว้ในทางที่มีการเหยียบไปมา หรือมีวัตถุหนัก ๆ เคลื่อนทับอยู่เสมอ ก็เป็นเหตุให้ฉนวนชำรุดเสียหายได้ การพาดสายไฟบนรั้วสังกะสีจะเกิดผลเสียอย่างไร (การสังเคราะห์)
 - จะทำให้รั้วชำรุด
 - จะทำให้รั้วเป็นสนิม
 - จะทำให้ฉนวนที่หุ้มฉีกขาด
 - จะทำให้กระแสไฟฟ้านลดลง

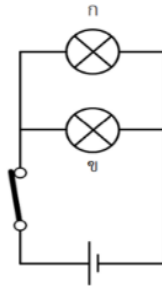
6. วัตถุใดสามารถนำไฟฟ้าได้ดีที่สุด (การประเมินค่า)

- ก. ทองแดง ข. อลูมิเนียม ค. เหล็ก ง. เงิน

7. การออกแบบวงจรไฟฟ้าในห้อง ใช้การต่อวงจรไฟฟ้าแบบใดบ้าง (ความรู้ความจำ)

- ก. ต่อหลอดไฟฟ้าทั้งหมดแบบขนาน
 ข. ต่อหลอดไฟฟ้าทั้งหมดแบบอนุกรม
 ค. ต่อหลอดไฟฟ้าทั้งหมดแบบอนุกรมบวกกับแบบขนาน
 ง. ต่อหลอดไฟฟ้าทั้งหมดแบบผสม

8. จากภาพวงจรไฟฟ้า ถ้าต้องการวัดค่ากระแสไฟฟ้าที่ผ่านหลอดไฟฟ้า ก ควรนำสายขั้วบวกและขั้วลบของแอมมิเตอร์ไปต่ออย่างไร (ความรู้ความจำ)



- ก. ควรนำแอมมิเตอร์ไปต่อแบบอนุกรมกับหลอดไฟฟ้า ก เพื่อวัดกระแสไฟฟ้าที่เข้าหลอดไฟฟ้า ก
 ข. ควรนำแอมมิเตอร์ไปต่อแบบอนุกรมกับหลอดไฟฟ้า ข เพื่อวัดกระแสไฟฟ้าที่เข้าหลอดไฟฟ้า ก
 ค. ต่อในตำแหน่งใดก็ได้ แต่ไม่ควรนำแอมมิเตอร์ไปต่อกับหลอดไฟฟ้า ก และ ข
 ง. ควรนำแอมมิเตอร์ไปต่อแบบขนานกับหลอดไฟฟ้า ก เพื่อวัดกระแสไฟฟ้าที่เข้าหลอดไฟฟ้า ก

9. การต่อหลอดไฟฟ้าสองหลอดและสวิตช์แบบอนุกรม มีข้อจำกัดอย่างไร (ความเข้าใจ)

- ก. ไฟฟ้าพังและเสียหายเร็วกว่าปกติ
 ข. ถ้าหลอดไฟฟ้าหลอดใดหลอดหนึ่งเสียหาย หลอดที่เหลือจะไม่ทำงาน
 ค. เป็นการยืดอายุการทำงานเครื่องใช้ไฟฟ้า
 ง. ถ้าหลอดไฟฟ้าหลอดใดหลอดหนึ่งเสียหาย หลอดที่เหลือจะทำงานปกติ

10. ต่อหลอดไฟฟ้าทั้งสองหลอดให้ขนานกันแล้วจึงต่ออนุกรมกับสวิตช์ มีข้อดีหรือข้อเสียอย่างไร (การนำความรู้ไปใช้)

- ก. ไฟฟ้าพังและเสียหายเร็วกว่าปกติ
- ข. เป็นการยืดอายุการทำงานเครื่องใช้ไฟฟ้า
- ค. ถ้าหลอดไฟฟ้าหลอดใดหลอดหนึ่งเสียหาย หลอดที่เหลือจะไม่ทำงาน
- ง. ถ้าหลอดไฟฟ้าหลอดใดหลอดหนึ่งเสียหาย หลอดที่เหลือจะทำงานปกติ

11. ทำไมจึงไม่ควรนำลวดตัวนำแตะกันจนทำให้กระแสไฟฟ้าจำนวนมากเคลื่อนที่ผ่านส่วนที่แตะกันเพราะเหตุใด (การวิเคราะห์)

- ก. เพราะสะพานไฟจะชำรุด
- ข. เพราะฟิวส์จะขาด
- ค. เพราะไฟฟ้าลัดวงจร
- ง. เพราะไฟฟ้ารั่ว

12. การต่อวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรม ถ้าหลอดไฟดวงใดดวงหนึ่งดับ ดวงที่ต่อจากดวงที่ดับก็จะดับเช่นกันเพราะเหตุใด (การวิเคราะห์)

- ก. เพราะเป็นไฟฟ้าวงจรถัด
- ข. เพราะเป็นไฟฟ้าลัดวงจร
- ค. เพราะเป็นไฟฟ้าช็อต
- ง. เพราะไฟฟ้าไม่สามารถไหลครบวงจรได้

13. การต่อวงจรไฟฟ้าที่ต่อหลอดไฟหลาย ๆ หลอดเข้าด้วยกันจะต้องต่อแบบใดจึงจะได้ความสว่างของหลอดไฟทุกหลอดสว่างมากที่สุด (การประเมินค่า)

- ก. ต่อแบบแบบอนุกรม
- ข. ต่อแบบแบบขนาน
- ค. ต่อแบบผสม
- ง. ข้อ ก และ ข ถูก

14. การสลับขั้วตัวต้านทานคงที่ มีผลต่อวงจรไฟฟ้าหรือไม่ (ความรู้ความจำ)

- ก. การสลับขั้วตัวต้านทานคงที่ที่มีผลต่อวงจรไฟฟ้าทำให้หลอดไฟไม่สว่าง
- ข. การสลับขั้วตัวต้านทานคงที่ไม่มีผลต่อวงจรไฟฟ้า
- ค. การสลับขั้วตัวต้านทานคงที่มีผลต่อวงจรไฟฟ้าและหลอดไฟกระพริบ
- ง. การสลับขั้วตัวต้านทานคงที่มีผลต่อวงจรไฟฟ้าแต่หลอดไฟสว่างน้อยลง

15. เมื่อเปลี่ยนตัวต้านทานคงที่ ที่มีขนาดความต้านทานไฟฟ้าเพิ่มขึ้น มีผลต่อวงจรไฟฟ้าอย่างไร (ความเข้าใจ)

- ก. มีผลต่อวงจรไฟฟ้า โดยปริมาณกระแสไฟฟ้าในวงจรมีค่าลดลงและหลอดไฟฟ้ามืดความสว่างลดลง
- ข. มีผลต่อวงจรไฟฟ้า โดยปริมาณกระแสไฟฟ้าในวงจรมีค่าสูงขึ้นและหลอดไฟฟ้ามืดความสว่างลดลง
- ค. ไม่มีผลต่อวงจรไฟฟ้า โดยปริมาณกระแสไฟฟ้าในวงจรมีค่าลดลงและหลอดไฟฟ้ามืดความสว่างลดลง
- ง. ไม่มีผลต่อวงจรไฟฟ้า โดยปริมาณกระแสไฟฟ้าในวงจรมีค่าสูงขึ้นและหลอดไฟฟ้ามืดความสว่างลดลง

16. หากนักเรียนมีการออกแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์และต้องการอุปกรณ์ตัวหนึ่งที่ทำหน้าที่เก็บพลังงานในรูปสนามไฟฟ้าที่สร้างขึ้นระหว่างคุณนวนนักเรียนจะเลือกใช้อุปกรณ์ใดต่อไปนี่ (การนำความรู้ไปใช้)

- ก. ทรานซิสเตอร์ ข. IC ค. ตัวเก็บประจุ ง. ไดโอด

17. เมื่อนำตัวเก็บประจุที่ต่อกับถ่านไฟฉายแล้วมาต่อกับไดโอดเปล่งแสง ไดโอดเปล่งแสงเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร เพราะเหตุใด (การวิเคราะห์)

- ก. ไดโอดเปล่งแสงจะดับลงแล้วสว่าง เพราะมีกระแสไฟฟ้าเคลื่อนที่จากตัวเก็บประจุไปยังไดโอดเปล่งแสง
- ข. ไดโอดเปล่งแสงจะดับลง เพราะมีกระแสไฟฟ้าเคลื่อนที่จากตัวเก็บประจุไปยังไดโอดเปล่งแสง
- ค. ไดโอดเปล่งแสงจะสว่างแล้วกระพริบ เพราะมีกระแสไฟฟ้าเคลื่อนที่จากตัวเก็บประจุไปยังไดโอดเปล่งแสง
- ง. ไดโอดเปล่งแสงจะสว่างแล้วดับลง เพราะมีกระแสไฟฟ้าเคลื่อนที่จากตัวเก็บประจุไปยังไดโอดเปล่งแสง

18. ถ้าหลอดไฟฟ้า 2 หลอดต่อเข้ากับแหล่งกำเนิดไฟฟ้า 9 โวลต์ ถ้าความต่างศักย์ไฟฟ้าคร่อมหลอดไฟฟ้า A เป็น 6 โวลต์ และกระแสไฟฟ้าที่ผ่านเป็น 0.2 แอมแปร์ ค่าความต้านทานไฟฟ้าของหลอดไฟฟ้า B เป็นเท่าใด (การสังเคราะห์)

- ก. 15 โอห์ม ข. 20 โอห์ม ค. 30 โอห์ม ง. 35 โอห์ม

19. ไฟฟ้าลัดวงจรหรือไฟฟ้าช็อต สาเหตุเกิดเกิดจากอะไร (ความเข้าใจ)
- ไฟฟ้าดับเป็นสาเหตุการเกิดไฟฟ้าลัดวงจรหรือไฟฟ้าช็อต
 - เครื่องใช้ไฟฟ้าชำรุด และร้อนเกินไป
 - เกิดจากฉนวนของสายไฟฟ้าชำรุดและมาสัมผัสกันจึงมีความร้อนสูงมีประกายไฟ
 - หลอดไฟฟ้ามีอายุการใช้งานมาแล้วหลายปี
20. ถ้าไม่ยอมให้เกิดไฟฟ้าลัดวงจรหรือไฟฟ้าช็อต จะมีวิธีการเลือกฉนวนไฟฟ้าอย่างไร (การนำความรู้ไปใช้)
- โลหะต่าง ๆ ที่นำไฟฟ้า
 - ทองแดง
 - ตะกั่ว
 - พลาสติก
21. หากต้องการเลือกตัวนำไฟฟ้ามาใช้กับไฟฟ้าที่บ้าน นักเรียนจะเลือกตัวนำไฟฟ้าแบบใด เพราะเหตุใด (การนำความรู้ไปใช้)
- ทองแดงเพราะนำไฟฟ้าได้และราคาถูก
 - เงินเพราะนำไฟฟ้าได้ดีที่สุด
 - ดีบุกเพราะนำไฟฟ้าได้และราคาถูก
 - ตะกั่วเพราะนำไฟฟ้าได้และราคาถูก
22. จะดำเนินการอย่างไร จึงจะผลิตกระแสไฟฟ้าได้ (การสังเคราะห์)
- ใช้น้ำมาหมุนแกนเครื่องกำเนิดไฟฟ้า
 - ใช้แรงดันไอน้ำดันให้กังหันให้หมุน เมื่อกังหันน้ำหมุนแกนของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า
 - ใช้พลังงานดันกังหันให้หมุน เมื่อกังหันน้ำหมุนแกนของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า
 - ใช้ความร้อนดันกังหันให้หมุน เมื่อกังหันน้ำหมุนแกนของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า
23. เพราะเหตุใดจึงไม่ควรต่อวงจรไฟฟ้าที่มีการต่ออุปกรณ์แบบคร่อมกัน (วิเคราะห์)
- จะทำให้เกิดไฟฟ้าลัดวงจร
 - จะทำให้เกิดวงจรไฟฟ้าแบบขนาน
 - จะทำให้เกิดไฟฟ้าวู๊ว
 - จะทำให้เกิดสะพานไฟชำรุด
24. ตัวนำไฟฟ้าใดที่นำไฟฟ้าได้ดีที่สุด (การประเมินค่า)
- ตะกั่ว
 - ไม้
 - ทอง
 - พลาสติก

เฉลยแบบทดสอบก่อน-หลังเรียน หน่วย ไฟฟ้า
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 30 ข้อ 30 คะแนน

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

แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

หน่วย ไฟฟ้า ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 30 ข้อ 30 คะแนน

คำชี้แจง แบบทดสอบชุดนี้เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก ให้นักเรียนทำเครื่องหมายกากบาท

(X) ตัวเลือกที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียวลงในกระดาษคำตอบรวมแบบทดสอบมีจำนวนทั้งหมด 40 ข้อ

1. การวัดกระแสไฟฟ้า ใช้เครื่องมือใด (การวัด)

ก. แอมแปร์ (A)	ข. โอห์มมิเตอร์
ค. แอมมิเตอร์	ง. โวลต์มิเตอร์
2. ความต่างศักย์ไฟฟ้าเป็นหนึ่งในองค์ประกอบปริมาณไฟฟ้าหากต้องการทราบปริมาณของความต่างศักย์ไฟฟ้าจะต้องใช้เครื่องมือใด (การวัด)

ก. โวลต์มิเตอร์	ข. แอมแปร์(A)
ค. โอห์มมิเตอร์	ง. แอมมิเตอร์
3. ถ้าอุปกรณ์ไฟฟ้าหนึ่งมีความต้านทานไฟฟ้า 220 โอห์ม และกระแสไฟฟ้าที่ผ่านอุปกรณ์ไฟฟ้านั้นเท่ากับ 0.05 แอมแปร์ ความต่างศักย์ไฟฟ้าของอุปกรณ์ไฟฟ้ามีค่าเท่าใด (การคำนวณ)

ก. 10 V.	ข. 11 V.	ค. 12 V.	ง. 13 V.
----------	----------	----------	----------
4. การต่อวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรมมีข้อเสียอย่างไร (การลงความเห็นจากข้อมูล)

ก. ต้องใช้อุปกรณ์ในการต่อจำนวนมาก
ข. เป็นการต่อวงจรที่ทำให้ไฟรั่ว
ค. ไฟฟ้าในวงจรเดินไม่สะดวก
ง. ถ้าสายไฟขาดจะทำให้วงจรเปิดทั้งวงจร
5. การต่อวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรมมีข้อดีข้อเสียอย่างไร จากข้อมูลดังกล่าวสามารถตั้งสมมติฐานได้อย่างไร (ทักษะการตั้งสมมติฐาน)

ก. การต่อวงจรแบบอนุกรมหากมีไฟรั่วหรือสายไฟขาดจะให้ไฟไม่ติดทั้งวงจร
ข. เป็นการต่อวงจรไฟฟ้าที่เร็วและสะดวก
ค. การต่อวงจรแบบอนุกรมเป็นการต่อวงจรแบบต่อกันไปเรื่อย ๆ
ง. การต่อวงจรไฟฟ้าที่มีกระแสในวงจรไหลแยกเป็นหลายทางผ่านไหล

6. การต่อวงจรไฟฟ้าแบบขนานและแบบอนุกรมสามารถต่อในวงจรเดียวกันได้หรือไม่ เพราะเหตุใด จากข้อมูลดังกล่าวสามารถตั้งสมมติฐานได้อย่างไร (ทักษะการตั้งสมมติฐาน)

- ก. สามารถต่อในวงจรเดียวกันได้ เพราะเป็นการต่อเพื่อนำไปใช้ให้เหมาะสมกับงาน
- ข. สามารถต่อในวงจรเดียวกันได้เพราะเป็นการต่อวงจรไฟฟ้าที่เร็วและสะดวก
- ค. ต่อไม่ได้เพราะการต่อวงจรนั้นจะต้องต่ออย่างใดอย่างหนึ่ง
- ง. ต่อไม่ได้เพราะเป็นการต่อวงจรไฟฟ้าที่มีกระแสในวงจรไหลแยกเป็นหลายทาง

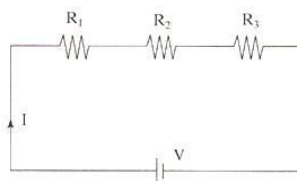
7. การทดลองการต่อวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย จะต้องมีการทำบันทึกผลการทดลองหลังจากการบันทึกผลการทดลองและจะต้องทำอะไรเป็นลำดับถัดไป (การทดลอง)

- ก. อ่านผลการทดลอง
- ข. อภิปรายผลการทดลอง
- ค. บันทึกลงในสมุดแต่ละคน
- ง. นำเสนอหน้าชั้นเรียน

8. จากการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนจากบริเวณหนึ่งไปอีกบริเวณหนึ่ง กระแสไฟฟ้าเกิดขึ้นได้หลายวิธี เช่น เกิดจากความแตกต่างของพลังงานสองบริเวณ เกิดจากปฏิกิริยาเคมี เกิดจากการเหนี่ยวนำของวัตถุ เป็นต้นเหตุการณ์นี้เรียกว่าอะไร (ทักษะการตีความหมายของข้อมูลและลงข้อสรุป)

- ก. การเกิดกระแสไฟฟ้า
- ข. การเกิดความต่างศักย์ไฟฟ้า
- ค. การเกิดไฟฟ้ากระแสสลับ
- ง. การเกิดความต้านทานไฟฟ้า

9. จากภาพที่แสดงด้านล่างเป็นการต่อวงจรไฟฟ้าที่มีการต่อตัวต้านทานเข้ากับวงจรเป็นการต่อวงจรไฟฟ้าแบบใด (การสังเกต)



- ก. แบบอนุกรม
- ข. แบบอนุกรมผสมกับขนาน
- ค. แบบขนาน
- ง. การต่อแบบผสม

10. ตัวต้านทานทำหน้าที่อย่างไร ในวงจรไฟฟ้า (การจำแนกประเภท)

- ก. ด้านการไหลผ่านของไฟฟ้า ทำด้วยทองแดงหรือถ่านคาร์บอน
- ข. ด้านการไหลผ่านของกระแสไฟฟ้า ทำด้วยลวดต้านทานหรือถ่านคาร์บอน
- ค. ด้านการไหลผ่านของความต่างศักย์ไฟฟ้า ทำด้วยลวดต้านทานหรือถ่านคาร์บอน
- ง. ด้านการไหลผ่านของความต่างศักย์ไฟฟ้า ทำด้วยทองแดงหรือถ่านคาร์บอน

11. เชื่อมต่อหลอดไฟทุกดวงเข้ากับวงจรไฟฟ้าให้เป็นวงเดียวกัน โดยการต่อหลอดไฟแบบอนุกรมนี้ หลอดไฟแต่ละดวงที่เพิ่มเข้าไปจะทำให้ค่าความต้านทานไฟฟ้าของวงจรเป็นอย่างไร (ทักษะการหาความสัมพันธ์ของสเปซกับเวลา)

- ก. หลอดไฟสว่างมากขึ้น ข. หลอดไฟดับ
ค. ลดลง ง. เพิ่มมากขึ้น

12. ถ้าเพิ่มความต้านทานในวงจรไฟฟ้าจะส่งผลอย่างไรต่อการไหลของกระแสไฟฟ้า (ทักษะการหาความสัมพันธ์ของสเปซกับเวลา)

- ก. กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านจะน้อยลง
ข. กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านจะมากขึ้น
ค. ความต่างศักย์ไฟฟ้าจะน้อยลง
ง. ความต่างศักย์ไฟฟ้าจะมากขึ้น

13. การต่อหลอดไฟแบบอนุกรมเชื่อมต่อหลอดไฟทุกดวงเข้ากับวงจรไฟฟ้าให้เป็นวงเดียวกัน ถ้าพลังงานไฟฟ้าจากแหล่งกำเนิดมีไม่เพียงพอ จะส่งผลอย่างไรต่อหลอดไฟ (ทักษะการพยากรณ์)

- ก. หลอดไฟจะสว่างขึ้นเรื่อย ๆ
ข. หลอดไฟจะสว่างขึ้นเรื่อย ๆ และกระพริบ
ค. หลอดไฟจะสว่างน้อยลงเรื่อย ๆ
ง. หลอดไฟจะดับ

14. การต่อหลอดไฟแบบขนานเชื่อมต่อหลอดไฟทุกดวงเข้ากับวงจรไฟฟ้าเดียวกัน โดยใช้พลังงานไฟฟ้าจากแหล่งกำเนิดเดียวกัน จะส่งผลอย่างไรต่อหลอดไฟ (ทักษะการพยากรณ์)

- ก. หลอดไฟจะสว่างทุกดวง ข. หลอดไฟจะสว่างน้อยลงเรื่อย ๆ
ค. หลอดไฟจะดับ ง. หลอดไฟจะสว่างขึ้นเรื่อย ๆ และกระพริบ

15. วงจรไฟฟ้าหนึ่งมีการต่อวงจรแบบขนานและมีค่าความต้านทานดังต่อไปนี้ กำหนดให้ $R_1 = 20$ โอห์ม $R_2 = 100$ โอห์ม $R_3 = 50$ โอห์ม และ $R_4 = 200$ โอห์ม ค่าความต้านทานในวงจรมีค่าเท่ากับกี่โอห์ม (ทักษะการคำนวณ)

- ก. 12 โอห์ม ข. 120 โอห์ม ค. 12 กิโลโอห์ม ง. 120 กิโลโอห์ม

16. ตัวเก็บประจุ หรือ Capacitor เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ชนิดหนึ่งที่ทำหน้าที่สะสมประจุไฟฟ้ามีขาทั้งหมดกี่ขา (การสังเกต)

- ก. 2 ขา ข. 3 ขา ค. 4 ขา ง. 6 ขา

17. ถ้าต้องการอธิบายและนำเสนอการต่อตัวต้านทานเข้ากับวงจรไฟฟ้าแบบขนาน นักเรียนจะเสนอข้อมูลโดยวิธีใดจึงจะเหมาะสมที่สุดเพราะเหตุใด (ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล)

- ก. เขียนบรรยายเพราะง่ายต่อการเขียนไม่ต้องอธิบายยาก
- ข. เขียนเป็นแผนภาพเพราะจะง่ายต่อการนำเสนอและอธิบายให้ผู้อื่นเข้าใจได้ดี
- ค. เขียนเป็นกราฟเพราะง่ายต่อการเขียนไม่ต้องอธิบายยาก
- ง. เขียนเป็นตารางเพราะจะง่ายต่อการนำเสนอและอธิบายให้ผู้อื่นเข้าใจได้ดี

18. ถ้าต้องการต้องการเขียนการต่ออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เข้ากับวงจรไฟฟ้าเพื่อให้กลุ่มต่อไปศึกษาต่อ จะเขียนวงจรนี้ในรูปแบบใดโดยวิธีใดจึงจะเหมาะสมที่สุดเพราะเหตุใด (ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล)

- ก. เขียนบรรยายและอัด VDO การต่อวงจรเพราะง่ายต่อการเขียนไม่ต้องอธิบายยาก
- ข. เขียนเป็นแผนภาพพร้อมทั้งอัด VDO อธิบายการต่อวงจรเพราะผู้อื่นเข้าใจได้ง่ายขึ้น
- ค. เขียนเป็นกราฟและ Power Point อธิบายการต่อวงจรจะง่ายต่อการเขียนไม่ต้องอธิบายยาก
- ง. เขียนเป็นตารางและ Power Point อธิบายการ เพราะจะง่ายต่อการนำเสนอและอธิบายให้ผู้อื่นเข้าใจได้ดี

19. เป็นอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำที่มีคุณสมบัติขยายหรือสลับสัญญาณไฟฟ้าหรือพลังงานไฟฟ้าเป็นการนิยามของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ใด (ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ)

- ก. ทรานซิสเตอร์ ข. วงจรรวม ค. ตัวต้านทาน ง. IC

20. การนิยามของ “ไดโอด” ในทางไฟฟ้ามีว่าอย่างไร (ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ)

- ก. เป็นอุปกรณ์ที่ทำจากสารกึ่งตัวนำ p-n สามารถควบคุมให้กระแสไฟฟ้าจากภายนอกไหลผ่านตัวมันได้ทิศทางเดียว
- ข. เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ทำหน้าที่เก็บพลังงานในสนามไฟฟ้า ที่สร้างขึ้นระหว่างคู่ฉนวน โดยมีค่าประจุไฟฟ้าเท่ากัน แต่มีชนิดของประจุตรงข้ามกัน
- ค. เป็นอุปกรณ์ที่ทำจากสารกึ่งตัวนำ p-n สามารถควบคุมให้กระแสไฟฟ้าจากภายนอกไหลผ่านตัวมันได้หลายทิศทาง
- ง. เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ทำหน้าที่เก็บพลังงานในสนามไฟฟ้า ที่สร้างขึ้นระหว่างคู่ฉนวน โดยมีค่าประจุไฟฟ้าไม่เท่ากัน แต่มีชนิดของประจุตรงกัน

21. การทดลองต่อวงจรไฟฟ้า 2 วงจรมีรายละเอียด ดังนี้

1. การทำการทดลองการต่อวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรมทั้ง 2 วงจร
2. ทำการต่อตัวต้านทานเข้ากับวงจรไฟฟ้าทั้ง 2 วงจร โดยที่
 - วงจรที่ 1 ต่อตัวต้านทาน 100 โอห์ม
 - วงจรที่ 2 ต่อตัวต้านทาน 320 โอห์ม

ผลปรากฏว่าวงจรที่ 1 ไฟติด แต่วงจรที่ 2 ไฟไม่ติด ในการทดลองนี้อะไรเป็นตัวแปรต้น (ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร)

- ก. ตัวต้านทาน
- ข. วงจรไฟฟ้าแบบอนุกรม
- ค. ตัวต้านทาน และวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรม
- ง. ตัวต้านทาน ไตโอดและวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรม

22. ข้อใดต่อไปนี้เป็นฉนวนไฟฟ้า (การจำแนกประเภท)

- ก. โลหะต่าง ๆ ที่นำไฟฟ้า, พลาสติก, ตะกั่ว
- ข. ทองแดง, โลหะต่าง ๆ ที่นำไฟฟ้า, ตะกั่ว
- ค. ตะกั่ว, ยาง, ไม้แห้ง
- ง. พลาสติก, ยาง, ไม้แห้ง

23. บ้านหลังหนึ่ง มีตู้เย็นขนาด 110 วัตต์ 1 ตู้ เปิดใช้งานตลอด 24 ชั่วโมง บ้านหลังนี้ใช้พลังงานไฟฟ้าในเดือนนี้เท่าไร (การคำนวณ)

- ก. 79.2 หน่วย/ เดือน
- ข. 89.2 หน่วย/ เดือน
- ค. 99.2 หน่วย/ เดือน
- ง. 109.2 หน่วย/ เดือน

24. บ้านของลิซ่าเครื่องใช้ไฟฟ้า มีตู้เย็นขนาด 130 วัตต์ 1 ตู้ เปิดใช้งานตลอด 24 ชั่วโมง ไมโครเวฟขนาด 1000 วัตต์ 1 เครื่อง เปิดใช้งานวันละ 30 นาที ถ้าราคาไฟฟ้าต่อหน่วยคือ 1.5 บาท ค่าไฟที่บ้านลิซ่าในเดือนนี้จะเป็นเท่าไร (การคำนวณ)

- | | |
|--------------|--------------|
| ก. 142.9 บาท | ข. 152.9 บาท |
| ค. 162.9 บาท | ง. 182.9 บาท |

25. ถ้ามีเครื่องใช้ไฟฟ้าหลายชนิดและต้องการดูข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้าแต่ละชนิดนักเรียนจะมีวิธีการนำเสนอข้อมูลอย่างไร (ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล)

- ก. เขียนบรรยายเพราะง่ายต่อการเขียนไม่ต้องอธิบายยาก
- ข. ทำเป็นตารางและเรียงลำดับข้อมูลการใช้พลังงานจากน้อยไปมาก
- ค. เขียนเป็นกราฟเพราะง่ายต่อการเขียนไม่ต้องอธิบายยาก
- ง. เขียนเป็นแผนภาพเพราะจะง่ายต่อการนำเสนอและอธิบายให้ผู้อื่นเข้าใจได้ดี

26. จากภาพที่แสดงต่อไปนี้เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าอะไร (การสังเกต)



- ก. หลักรดิน ข. เสาน้ำไฟฟ้า ค. ตัวนำไฟฟ้า ง. ฟิวส์

27. ข้อใดต่อไปนี้เป็นเครื่องใช้ไฟฟ้าประเภทให้ความร้อน (การจำแนกประเภท)

- ก. ไดร์เป่าผม, เตารีด, กาต้มน้ำร้อนไฟฟ้า
- ข. พัดลม, เตารีด, กาต้มน้ำร้อนไฟฟ้า
- ค. พัดลม, เตารีด, กระทะไฟฟ้า
- ง. เตารีด, กาต้มน้ำร้อนไฟฟ้า, กระทะไฟฟ้า

28. สาย L เป็นสายไฟฟ้าที่มีค่าพลังงานศักย์ไฟฟ้าเท่าใด (การคำนวณ)

- ก. 110 โวลต์ ข. 220 โวลต์ ค. 240 โวลต์ ง. 280 โวลต์

29. จงวิเคราะห์ และสรุปประเด็นสำคัญข้อมูลต่อไปนี้

การใช้สายไฟต่อจากจุดต่อลงดินที่โครงของเครื่องใช้ไฟฟ้าเดินกลับไปต่อลงดินที่เมนสวิตช์โดยใช้หลักดินเท่ากับของสายนิวทรัล ทั้งนี้สายดินจะเดินรวมไปด้วยกันกับสายวงจรที่จ่ายไฟให้เครื่องใช้ไฟฟ้า (ทักษะการตีความหมายของข้อมูลและลงข้อสรุป)

- ก. ข้อมูลประโยชน์ของการติดตั้งสายดิน ข. หลักการต่อลงดินของเครื่องใช้ไฟฟ้า
- ค. ประเภทของการติดตั้งสายดิน ง. อุปกรณ์การติดตั้งสายดิน

30. จงวิเคราะห์ และสรุปประเด็นสำคัญข้อมูลต่อไปนี้

การใช้สายไฟต่อจากจุดต่อลงดินที่โครงของเครื่องใช้ไฟฟ้าเดินกลับไปต่อลงดินที่เมนสวิตช์ โดยใช้หลักดินแห่งเดียวกับของสายนิวทรัล ทั้งนี้สายดินจะเดินรวมไปด้วยกันกับสายวงจรที่จ่ายไฟให้เครื่องใช้ไฟฟ้า (ทักษะการตีความหมายของข้อมูลและลงข้อสรุป)

- ก. ข้อมูลประโยชน์ของการติดตั้งสายดิน
- ข. หลักการต่อลงดินของเครื่องใช้ไฟฟ้า
- ค. ประเภทของการติดตั้งสายดิน
- ง. อุปกรณ์การติดตั้งสายดิน

เฉลยแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 หน่วย ไฟฟ้า

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

**แบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้
เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK หน่วย ไฟฟ้า**

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 3 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD ร่วมกับ TPACK หน่วย ไฟฟ้า โดยศึกษา 4 ด้าน คือ 1) ด้านเนื้อหา 2) ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 3) ด้านสื่อและอุปกรณ์ 4) ด้านการวัดและประเมินผล ใช้คำถามด้านละ 5 ข้อ รวมเป็น 20 ข้อ
2. ให้ทำเครื่องหมาย ✓ ให้ตรงกับความคิดเห็นของนักเรียน

ระดับ 5 หมายถึง	นักเรียนพึงพอใจมากที่สุด
ระดับ 4 หมายถึง	นักเรียนพึงพอใจมาก
ระดับ 3 หมายถึง	นักเรียนพึงพอใจปานกลาง
ระดับ 2 หมายถึง	นักเรียนพึงพอใจน้อย
ระดับ 1 หมายถึง	นักเรียนพึงพอใจน้อยที่สุด

ข้อที่	รายการ	ระดับความพึงพอใจ				
		5	4	3	2	1
ด้านเนื้อหาสาระการเรียนรู้						
1	เนื้อหาที่ใช้สอดคล้องกับตัวชี้วัดและจุดประสงค์					
2	เนื้อหาที่มีความชัดเจน เข้าใจง่าย					
3	เนื้อหาเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน					
4	เนื้อหาที่มีความน่าสนใจ					
5	เนื้อหาที่มีความเหมาะสมกับเวลาเรียน					
ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้						
6	กิจกรรมเหมาะสมกับเนื้อหา					
7	กิจกรรมน่าสนใจ สนุก กระตุ้นการเรียนรู้					
8	กิจกรรมเน้นนักเรียนมีส่วนร่วม ได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง					
9	กิจกรรมส่งเสริมการฝึกทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์					
10	ใช้เทคโนโลยีหรือนวัตกรรมในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้อย่างเหมาะสม					
ด้านสื่อและอุปกรณ์						
11	สื่อเหมาะสมกับเนื้อหา					
12	สื่อส่งเสริมกระตุ้นความสนใจ					
13	สื่อส่งเสริมการเรียนรู้ให้กับผู้เรียน					
14	ความเหมาะสมของสื่ออุปกรณ์กับเนื้อหาและกิจกรรม					
15	ความพร้อมของ สื่อ อุปกรณ์ ดิจิทัลกระตุ้นผู้เรียนให้เกิดความสนใจในการค้นคว้าอย่างเหมาะสม และเพียงพอ					

ข้อที่	รายการ	ระดับความพึงพอใจ				
		5	4	3	2	1
ด้านการวัดและประเมินผล						
16	การวัดประเมินผลสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ ครอบคลุมทุกด้าน					
17	มีการวัดและประเมินผลที่สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้					
18	สะท้อนผลการเรียนที่ได้จากการวัดผลการเรียนรู้หลังเรียน					
19	การวัดและประเมินผล มีความชัดเจนและยุติธรรม					
20	ให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อนำไปสู่การพัฒนาตนเอง					

ข้อเสนอแนะอื่น ๆ/ความไม่พึงพอใจ

.....

.....

.....

.....

.....

ประวัติย่อของผู้วิจัย

ประวัติย่อของผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล	นางสาวจิราพร ภูวันนา
วัน เดือน ปีเกิด	วันที่ 07 เดือน มิถุนายน พ.ศ. 2530
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	481 หมู่ 12 ตำบลพังขว้าง อำเภอเมือง จังหวัดสกลนคร 47000
โทรศัพท์	091-551-1687
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2545	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเมืองพลพิทยาคม อำเภอพล จังหวัดขอนแก่น
พ.ศ. 2548	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนเมืองพลพิทยาคม อำเภอพล จังหวัดขอนแก่น
พ.ศ. 2554	วิศวกรรมศาสตร์ (วศ.บ.) สาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยภาคตะวันออกเฉียงเหนือ
พ.ศ. 2565	ครุศาสตรมหาบัณฑิต (ค.ม.) สาขาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
ประวัติการทำงาน	
พ.ศ. 2554-2555	ตำแหน่งวิศวกร บริษัท ร็อกเวิช จำกัด (มหาชน) นิคมอุตสาหกรรมบางปะอิน จ.พระนครศรีอยุธยา
พ.ศ. 2555	ตำแหน่งวิศวกรออกแบบ บริษัท เอพีซีบี อิเลคทรอนิกส์ (ประเทศไทย) จำกัด นิคมอุตสาหกรรมบางปะอิน จ.พระนครศรีอยุธยา
พ.ศ. 2555-2562	ตำแหน่งวิศวกรอาวุโส บริษัท เอ็นอีซี แพลทฟอมส์ ไทย จำกัด นิคมอุตสาหกรรมนวนคร จ.ปทุมธานี
พ.ศ. 2562-ปัจจุบัน	ตำแหน่งเจ้าหน้าที่ ICT โรงเรียนบ้านโพนแพง เขียวนวนนธ์อุทิศ 5 จ.สกลนคร