การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกลวิธี STAR ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

วิทยานิพนธ์

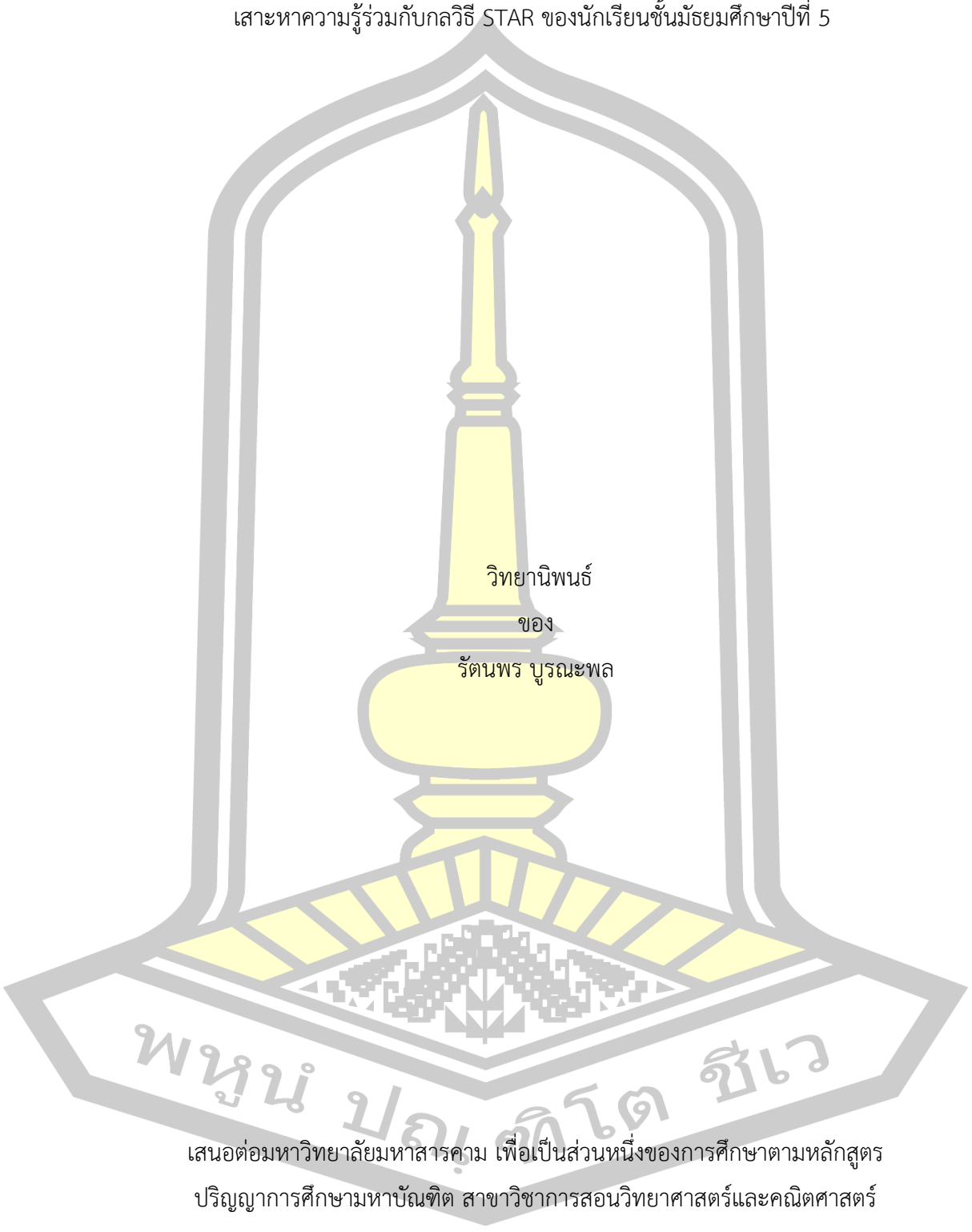
ของ

รัตนพร บูรณะพล

เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์
มกราคม 2563

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกลวิธี STAR ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5



วิทยานิพนธ์

ของ

รัตนพร บูรณะพล

เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

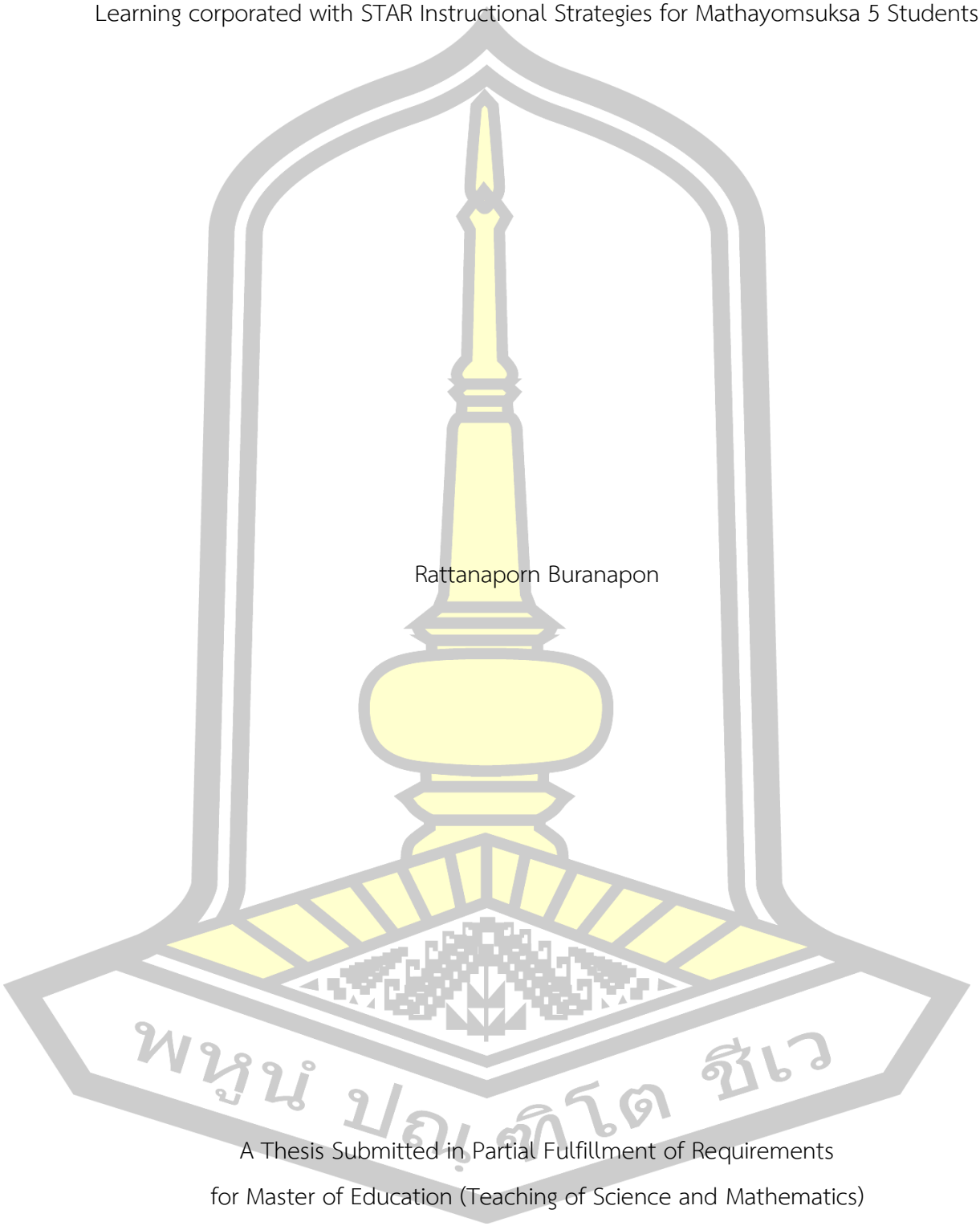
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์

มกราคม 2563

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

The Development of Problem-Solving Ability in Physics by Using Inquiry-based Learning corporated with STAR Instructional Strategies for Mathayomsuksa 5 Students

Rattanaporn Buranapon



A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of Requirements

for Master of Education (Teaching of Science and Mathematics)

January 2020

Copyright of Mahasarakham University

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ของนางสาวรัตนพร บูรณะพล แล้วเห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(ผศ. ดร. สมาน เอกพิมพ์)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(ผศ. ดร. กัญญารัตน์ โคจร)

.....กรรมการ
(ผศ. ดร. อุฤทธิ์ เจริญอินทร์)

.....กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก
(รศ. ดร. ประสาท เนืองเฉลิม)

มหาวิทยาลัยอนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

.....
(รศ. ดร. พชรวิทย์ จันทร์ศิริสิร)
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

.....
(รศ. ดร. กริสน์ ชัยมูล)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ชื่อเรื่อง การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกลวิธี STAR ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ผู้วิจัย รัตนพร บูรณะพล

อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กัญญารัตน์ โคจร

ปริญญา การศึกษามหาบัณฑิต **สาขาวิชา** การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์

มหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม **ปีที่พิมพ์** 2563

บทคัดย่อ

การวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนครั้งนี้มีความมุ่งหมายเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกลวิธี STAR ให้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม กลุ่มเป้าหมาย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/5 ของโรงเรียนสารคามพิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 29 คน โดยเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวมรวมข้อมูล ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกลวิธี STAR จำนวน 9 แผน 13 ชั่วโมง 2) แบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ 3) แบบสัมภาษณ์นักเรียน 4) แบบสังเกตพฤติกรรมการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียน สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยรูปแบบการวิจัยเป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการโดยแบ่งเป็น 3 วงจรปฏิบัติการ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์หลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกลวิธี STAR ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 มีจำนวน 13 คน คิดเป็นร้อยละ 44.83 วงจรปฏิบัติที่ 2 มีจำนวน 24 คน คิดเป็นร้อยละ 82.76 และวงจรปฏิบัติที่ 3 มีจำนวน 27 คน คิดเป็นร้อยละ 93.10

คำสำคัญ : การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้, กลวิธี STAR, ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์

TITLE The Development of Problem-Solving Ability in Physics by Using Inquiry-based Learning corporated with STAR Instructional Strategies for Mathayomsuksa 5 Students

AUTHOR Rattanaporn Buranapon

ADVISORS Assistant Professor Kanyarat Cojorn , Ed.D.

DEGREE Master of Education **MAJOR** Teaching of Science and Mathematics

UNIVERSITY Mahasarakham University **YEAR** 2020

ABSTRACT

The action research aim to development of problem-solving ability in physics of Mathayomsuksa 5 students by using inquiry-based learning corporated with STAR instructional strategies in order to pass the criterion of 70 percent of full score. The target group was 29 students of Mathayomsuksa 5 /5 students in academic year 2019 at Sarakhampittayakhom School, Muang, Mahasarakham. The research instruments were :1) nine lesson plans 13 hours, 2) The Physics problem-solving ability tests 3) students' interview and 4) observation from of problem-solving ability in physics. The data was analyzed by using percentage, mean, and standard deviation. The research methodology is classroom action research which consist of three cycles. The results of research found that the number of students that had mean score of problem-solving ability in physics passed the criterion of 70 percent full score in the first, the second, and the third had 13 students (44.83 %), 24 students (82.76%) and 27 students (93.10%) respectively.

Keyword : inquiry-base learning. STAR instruction strategies. problem-solving ability in physics

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความกรุณาและความช่วยเหลืออย่างสูงยิ่งจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กัญญารัตน์ โคจร อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ จาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สมาน เอกพิมพ์ ประธานกรรมการสอบ รองศาสตราจารย์ ดร. ประสาท เนืองเฉลิม และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อุฤทธิ์ เจริญอินทร์ กรรมการสอบ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างยิ่ง

ขอกราบขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญทุกท่านที่กรุณาให้ความอนุเคราะห์ตรวจและแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการทำการวิจัย ตลอดจนคำแนะนำต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อการทำวิจัยในครั้งนี้

ขอกราบขอบพระคุณผู้อำนวยการโรงเรียนสารคามพิทยาคม คณะครูและนักเรียนโรงเรียนสารคามพิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการใช้โรงเรียนเป็นสถานที่เก็บรวบรวมข้อมูลในการทำวิจัยและอำนวยความสะดวกต่าง ๆ ทำให้การทำการวิจัยในครั้งนี้สำเร็จไปได้ด้วยดี

รัตนพร บูรณะพล

พหูน ปณฺฑิโต ชีเว

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญ ..... ช

สารบัญตาราง ..... ฎ

บทที่ 1 1

บทนำ 1

ภูมิหลัง 1

ความมุ่งหมายของการวิจัย 4

ขอบเขตของการวิจัย 4

นิยามศัพท์เฉพาะ 5

บทที่ 2 8

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 8

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) 9

1.1 ความสำคัญของวิทยาศาสตร์ 9

1.2 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ 10

1.3 เป้าหมายของการเรียนวิทยาศาสตร์ 13

1.4 คำอธิบายรายวิชา และผลการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ 14

1.5 ผลการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้แกนกลาง 16

2. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 26

2.1 ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 26
2.2 คุณลักษณะสำคัญของการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 27
2.3 ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 29
2.4 บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ 32
3. การจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธี STAR 35
3.1 ความเป็นมาของกลวิธี STAR 35
3.2 ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธี STAR 36
3.3 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการสอนแก้ปัญหาโดยการใช้กลวิธี STAR 39
3.4 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกลวิธี STAR 42
4. แนวคิดเกี่ยวกับการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ 43
4.1 ความหมายของปัญหา 43
4.2 ความหมายของโจทย์ปัญหา 44
4.3 ความหมายของโจทย์ปัญหาฟิสิกส์ 44
4.4 ความหมายของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา 45
4.5 องค์ประกอบของการแก้โจทย์ปัญหา 45
4.6 องค์ประกอบของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา 47
4.7 ความสัมพันธ์ของขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ด้วยกลวิธี STAR ที่สอดคล้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกลวิธี STAR 49
4.8 การวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ 52
4.9 พฤติกรรมการเรียน 55
5. วิจัยเชิงปฏิบัติการ 58
5.1 ความหมายของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ 58
5.2 ลักษณะของการวิจัยเชิงปฏิบัติการทางการศึกษา 59

5.3 กระบวนการดำเนินการวิจัยเชิงปฏิบัติการ 62
6. บริบทของโรงเรียนสารคามพิทยาคม 65
7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 67
7.1 งานวิจัยในประเทศ 67
7.2 งานวิจัยต่างประเทศ 69
บทที่ 3 71
วิธีดำเนินการวิจัย 71
ขอบเขตงานวิจัย 71
เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล 73
รูปแบบการวิจัย 73
การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ 76
การเก็บรวบรวมข้อมูล 94
การวิเคราะห์ข้อมูล 100
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล 100
บทที่ 4 102
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 102
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล 102
ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์แต่ละวงจรปฏิบัติการ 102
บทที่ 5 141
สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 141
ความมุ่งหมายของการวิจัย 141
สรุปผล 141
อภิปรายผล 142
ข้อเสนอแนะ 146

บรรณานุกรม..... 148
ภาคผนวก..... 157
ภาคผนวก ก รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ..... 158
ภาคผนวก ข ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย..... 160
ภาคผนวก ค การประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้..... 232
ภาคผนวก ง ดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล..... 239
ภาคผนวก ฉ หนังสือขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย..... 243
ประวัติผู้เขียน..... 254

พหูน ปณฺฑิโต ชีเว

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 ผลการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้แกนกลาง สาระที่ 6 ฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในภาคเรียนที่ 2 16

ตารางที่ 2 ตารางสรุปผลการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้แกนกลางที่ใช้ในการวิจัย 24

ตารางที่ 3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกลวิธี STAR กิจกรรม และการแสดงออกตามขั้นตอนในแก้โจทย์ปัญหาด้วยกลวิธี STAR 50

ตารางที่ 4 แสดงความสัมพันธ์ของกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ด้วยขั้นตอนของการแก้โจทย์ปัญหาด้วยกลวิธี STAR และลักษณะที่ใช้สังเกตพฤติกรรมของผู้เรียน 57

ตารางที่ 5 ผลการวิเคราะห์คะแนนความสามารถในแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียน 72

ตารางที่ 6 วิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้ที่ 14 เรื่อง ไฟฟ้ากระแส 75

ตารางที่ 7 ตารางรางวิเคราะห์ลำดับแผน ผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ และเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ 77

ตารางที่ 8 เกณฑ์การให้คะแนนของแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ 87

ตารางที่ 9 ประเด็นในการสัมภาษณ์ปัญหาที่เกิดขึ้นในการจัดการเรียนการสอน 90

ตารางที่ 10 แบบสังเกตพฤติกรรมการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียน 92

ตารางที่ 11 แสดง Action plan ของวิจัยเชิงปฏิบัติการ 98

ตารางที่ 12 คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนในกลุ่มเป้าหมาย จำนวน 29 คน 103

ตารางที่ 13 คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย จำนวน 29 คน ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 106

ตารางที่ 14 ปัญหาและแนวทางแก้ไขปัญหาในวงจรปฏิบัติการที่ 1 120

ตารางที่ 15 คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 122

ตารางที่ 16 ปัญหาและแนวทางแก้ไขปัญหาในวงจรปฏิบัติการที่ 2 132

ตารางที่ 17 คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 134

ตารางที่ 18 ปัญหาและแนวทางแก้ไขปัญหาในวงจรปฏิบัติการที่ 3 140

ตารางที่ 19 ผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกลวิธี STAR ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 233

ตารางที่ 20 ผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกลวิธี STAR ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 235

ตารางที่ 21 ผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกลวิธี STAR ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 237

ตารางที่ 22 ดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์ของแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่อง กระแสไฟฟ้า วงจรปฏิบัติการที่ 1 240

ตารางที่ 23 ดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์ของแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้ากับความต่างศักย์ วงจรปฏิบัติการที่ 2 240

ตารางที่ 24 ดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์ของแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่อง พลังงานในวงจรไฟฟ้ากระแสตรง วงจรปฏิบัติการที่ 3. 241

ตารางที่ 25 ดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อคำถามกับประเด็นที่ต้องการทราบของแบบสัมภาษณ์นักเรียน 241

ตารางที่ 26 ดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อคำถามกับพฤติกรรมที่ต้องการของแบบสังเกตพฤติกรรมด้านการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ 242

พหูน ปณฺฑิโต ชีเว

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งในสังคมปัจจุบันและอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับทุกคน ทำให้ได้พัฒนาวิธีคิด กระบวนการคิดที่เป็นเหตุเป็นผล มีความคิดสร้างสรรค์ และสามารถแก้ไขปัญหาได้อย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยเลือกใช้ข้อมูลที่หลากหลายได้อย่างถูกต้องตามหลักวิทยาศาสตร์ ดังนั้นการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ จึงจำเป็นต้องเน้นให้นักเรียนรู้จักกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ เพื่อค้นหาข้อเท็จจริง อธิบายความคิดรวบยอดหรือแนวคิดหลักซึ่งสอดคล้องกับหลักการ กฎ ทฤษฎี ข้อสรุป หรือสมมติฐานที่ตั้งขึ้น รวมทั้งสามารถนำมาใช้เชื่อมโยงกับการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน (เตชทัต เรืองธรรม, 2559) ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) มีความมุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นให้ผู้เรียนได้ค้นพบความรู้ด้วยตนเองมากที่สุดเพื่อให้ได้ทั้งกระบวนการและความรู้จากการสังเกต การสำรวจตรวจสอบ การทดลอง แล้วนำผลที่ได้มาจัดระบบเป็นหลักการ แนวคิดและองค์ความรู้ เพื่อพัฒนากระบวนการคิด จินตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหา (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) ซึ่งในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์นั้น วิชาฟิสิกส์นับว่าเป็นหัวใจสำคัญของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพราะวิชาฟิสิกส์เป็นวิชาที่มุ่งเน้นให้นักเรียนเกิดกระบวนการทางความคิด ความเข้าใจ และฝึกให้นักเรียนรู้จักคิดพิจารณาเหตุผลตลอดจนสามารถนำไปประยุกต์ใช้เพื่อแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และนำไปสู่การพัฒนาทางด้านเทคโนโลยีด้านอื่น ๆ อีกด้วย (Constant, 1967) และด้วยธรรมชาติของวิชาฟิสิกส์เป็นวิชาที่มีความเป็นปรัชญารวมกับความซับซ้อนทางคณิตศาสตร์จนยากที่จะจำแนกออกจากกันได้ ทำให้ในการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์จะมีส่วนที่สำคัญซึ่งประกอบไปด้วยการทดลองเพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ถูกต้องทางฟิสิกส์ และการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ที่ต้องอาศัยการประยุกต์ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์พื้นฐานที่มีความเป็นนามธรรมสูงซึ่งเป็นสาเหตุให้ฟิสิกส์เป็นวิชาที่มีความยาก และทำให้นักเรียนส่วนใหญ่ประสบปัญหาในการทำความเข้าในเนื้อหาฟิสิกส์ได้ไม่ดีเท่าที่ควร และเมื่อนักเรียนพบโจทย์ปัญหาที่แตกต่างไปจากเดิมนักเรียนจะไม่สามารถแก้โจทย์ปัญหาได้ด้วยตนเอง (สิรพัฒน์ ประโทนเทพ, 2555 ; เกริก ศักดิ์สุภาพ, 2562) และโดยทั่วไปจะเห็นว่าโจทย์ปัญหาฟิสิกส์จะเป็นสถานการณ์ของปรากฏการณ์ทางฟิสิกส์ที่ต้องค้นหาปริมาณที่ไม่ทราบค่า ทั้งยังเป็นคำตอบของโจทย์ปัญหาดังกล่าวนั้น การแก้โจทย์ปัญหา

ฟิสิกส์จึงมีความสำคัญเป็นอย่างสูงเพราะในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์จะเป็นกระบวนการสร้างสมการแสดงความสัมพันธ์ของปริมาณทางฟิสิกส์จากสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ แล้วค้นหาปริมาณที่ไม่ทราบค่าในความสัมพันธ์นั้น เพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบของโจทย์ปัญหา (Belikov, 1989) โจทย์ปัญหาและการแก้โจทย์ปัญหาต่าง ๆ นั้น มีความสัมพันธ์กับตัวแปรด้านสติปัญญาและการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ เพราะการคิดในทางตรรกศาสตร์ช่วยในการแก้ปัญญาให้มีประสิทธิภาพ และสมเหตุสมผลยิ่งขึ้น (Shaner, 1959) ซึ่งจุดมุ่งหมายสูงสุดของการแก้โจทย์ปัญหาคือเพื่อให้นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้

จากรายงานผลการสอบ 9 วิชาสามัญ พ.ศ. 2562 ของวิชาฟิสิกส์ในระดับประเทศ พบว่าจากคะแนนเต็ม 100 คะแนน คะแนนเฉลี่ยที่นักเรียนทำได้ คือ 28.69 คะแนน ซึ่งค่าเฉลี่ยที่ได้นั้นเป็นค่าเฉลี่ยคะแนนต่ำสุดเป็นหนึ่งในสามอันดับสุดท้ายของรายวิชาที่มีการจัดการสอบ (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน), 2562) ซึ่งจะเห็นได้ว่าวิชาฟิสิกส์เป็นวิชาที่นักเรียนไทยเรียนไม่ประสบผลสำเร็จเท่าที่ควร และในทางเดียวกันโรงเรียนสารคามพิทยาคม มีผลการทดสอบระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในปีการศึกษา 2559 - 2561 พบว่า มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 33.39, 32.54 และ 32.92 ตามลำดับ (โรงเรียนสารคามพิทยาคม, 2561) จากผลรายงานสะท้อนให้เห็นว่าการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาวิทยาศาสตร์ทั้งสามปีการศึกษามีคะแนนเฉลี่ยที่มีความใกล้เคียงกันและมีแนวโน้มลดลงเมื่อเปรียบเทียบจากปีการศึกษา 2559 และนอกจากนี้เมื่อผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ไปตรวจสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/5 โรงเรียนสารคามพิทยาคม จังหวัดมหาสารคาม ที่กำลังศึกษาในปีการศึกษา 2562 จำนวน 39 คน พบว่านักเรียนจำนวน 29 คน คิดเป็นร้อยละ 74.36 มีคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ซึ่งจากการตรวจแบบทดสอบและสอบถามนักเรียนทำให้ทราบว่าสาเหตุที่สำคัญ คือ นักเรียนส่วนใหญ่ยังขาดความรู้พื้นฐานในการคำนวณทางคณิตศาสตร์ ไม่มีความมั่นใจในการหาคำตอบของโจทย์ปัญหา ขาดความรอบคอบในการคิดคำนวณ ขาดทักษะการตีความหมายในโจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ ไม่สามารถวิเคราะห์โจทย์ปัญหาว่าโจทย์ปัญหานั้นต้องการทราบสิ่งใด กำหนดสิ่งใดมาให้ ใช้สมการใดเกี่ยวข้องกับเนื้อหาทางฟิสิกส์อย่างไร นอกจากนั้นผู้วิจัยยังได้ทำการสัมภาษณ์ครูผู้สอนในรายวิชาฟิสิกส์และคณิตศาสตร์ของโรงเรียนสารคามพิทยาคม ซึ่งมีความคิดเห็นสอดคล้องไปในทางเดียวกันว่านักเรียนมีผลการเรียนค่อนข้างต่ำเมื่อเทียบกับห้องอื่น ๆ ที่เรียนในหลักสูตรวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ นักเรียนยังขาดความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ เช่น การบวก การลบ การคูณ การหารจำนวนจริง สมบัติของเลขยกกำลัง การถอดรากที่สอง และการหาคำตอบของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว รวมทั้งยังขาดความเข้าใจเรื่องสัญลักษณ์ทางฟิสิกส์ หน่วยทางฟิสิกส์ จากสภาพปัญหาดังกล่าวจะเห็นว่าการมีความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์และการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์นับว่าเป็นหัวใจสำคัญในการเรียน

วิชาฟิสิกส์ เพราะการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ เป็นหนึ่งในเป้าหมายหลักของการเรียนการสอน เพื่อที่จะขับเคลื่อนการจัดการเรียนรู้ไปสู่ผลสำเร็จ (Metallidou, 2009) และการมีความรู้เกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหาหรือแก้สถานการณ์ปัญหาจะทำให้มีความสามารถแก้ปัญหาได้ดีขึ้น เมื่อนักเรียนเผชิญกับสถานการณ์ปัญหา มีการค้นหาวิธีการแก้ปัญหา ซึ่งมาจากการได้คิดไตร่ตรองแก้ปัญหาโดยตัวนักเรียนเอง และร่วมมือกับกลุ่มแก้ปัญหา ดังนั้นถ้านักเรียนนักเรียนสามารถคิดแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง มีเหตุผล และมีทักษะกระบวนการแล้วนั้นความสามารถที่มีดังกล่าวย่อมถ่ายโยงความรู้ ความเข้าใจและประสบการณ์ที่ได้ในการคิดแก้ปัญหาแก้สถานการณ์ปัญหาไปยังศาสตร์อื่น ๆ ได้ (สุจิตรา แซงสีนวล, 2554 ; อ้างอิงจาก มงคล วงศ์พยัคฆ์, 2547) ดังนั้น การเลือกวิธีสอนหรือรูปแบบการสอนให้เหมาะสมต้องคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล ครูผู้สอนจึงควรเลือกใช้ให้เหมาะสมกับบทเรียนและจุดมุ่งหมายของการเรียนด้วย ในการใช้วิธีสอนที่หลากหลายวิธีนั้น นอกจากจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนการสอนแล้วยังสามารถช่วยให้บทเรียนมีความน่าสนใจให้ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจมีความสนใจในเรียนรู้เพิ่มขึ้นและเกิดความกระตือรือร้นในการเรียนรู้อยู่เสมอด้วย (ชนสิทธิ์ สิทธิ์สูงเนิน, 2559)

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนได้ใช้ทักษะและกระบวนการแสวงหาความรู้ ค้นคว้าความรู้ด้วยตนเอง มีประสบการณ์ตรงในการเรียนรู้ การฝึกปฏิบัติ และเรียนรู้ถึงวิธีการที่จะใช้สติปัญญาของตนเองในการแก้ปัญหา โดยการใช้คำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดแก้ปัญหาอย่างมีระบบระเบียบ ส่งผลให้ผู้เรียนเกิดความรู้จากการคิด วิเคราะห์แยกแยะ แก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง (ทิศนา แขมมณี, 2555) ดังนั้น เมื่อนำการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้มาใช้ในการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยคาดว่าจะทำให้เกิดการเรียนรู้ที่ไม่น่าเบื่อ เกิดความสนุกสนาน นักเรียนเกิดทักษะการแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง มีวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย และทำให้ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนเพิ่มสูงขึ้น นอกจากนี้ผู้วิจัยเห็นว่าในการจัดเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ยังมีขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาที่ไม่ชัดเจนนัก ผู้วิจัยจึงได้นำเทคนิคการสอนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธีการจำตัวอักษรตัวแรกของชื่อลำดับขั้นการแก้โจทย์ปัญหา (First letter Mnemonic strategy) หรือกลวิธี STAR ซึ่งเป็นกลวิธีการสอนอย่างหนึ่งที่ช่วยให้ผู้เรียนสามารถจำขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาโดยใช้การจำตัวอักษรตัวแรกของชื่อลำดับขั้นมาใช้เพื่อเป็นตัวช่วยให้นักเรียนสามารถใช้กระบวนการแก้ปัญหาในการหาคำตอบได้อย่างดียิ่ง (Nagle, Schumaker and Deshler, 1986) ส่งผลให้ผู้เรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา และส่งผลต่อความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน (Adam, Ellis and Beeson, 1977) ดังนั้น เมื่อนำการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกลวิธี STAR มาใช้ในการเรียนการสอน ผู้วิจัยคาดว่าจะเป็นตัวช่วยที่ทำให้เกิดการเรียนรู้ที่ไม่น่าเบื่อ เพื่อช่วยมุ่งเน้นพัฒนาสร้างเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนได้เข้าใจลำดับขั้นตอนของกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา และนำมาเป็น

พื้นฐานในการแก้โจทย์ปัญหาทางวิชาฟิสิกส์ โดยมีครูผู้สอนเป็นผู้ผลักดันให้นักเรียนสามารถเรียนรู้วิธีการแก้โจทย์ปัญหาในวิชาฟิสิกส์ให้ได้ดียิ่งขึ้น

จากเหตุผลและสภาพปัญหาดังกล่าวผู้วิจัยมีความตระหนักถึงสภาพของปัญหาและความจำเป็นในการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ให้นักเรียนกลุ่มดังกล่าว ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่จะนำไปสู่การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกลวิธี STAR เรื่อง ไฟฟ้ากระแส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้นี้ทำให้ผู้วิจัยมีความมั่นใจว่านักเรียนจะมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ที่เพิ่มสูงขึ้น

ความมุ่งหมายของการวิจัย

เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่อง ไฟฟ้ากระแส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกลวิธี STAR ให้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม

ขอบเขตของการวิจัย

1. กลุ่มเป้าหมาย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/5 ของโรงเรียนสารคามพิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 โดยกลุ่มที่มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์อยู่ในระดับที่ควรปรับปรุงมีจำนวน 29 คน ที่ได้จากการทำแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์ที่มีลักษณะเป็นโจทย์ปัญหาฟิสิกส์ โดยวิธีการทำแบบทดสอบเป็นการเขียนอธิบายและการคำนวณเพื่อหาคำตอบของโจทย์ปัญหา

2. เนื้อหาที่ใช้ในงานวิจัย ได้แก่ เนื้อหาวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม หน่วยการเรียนรู้ที่ 14 เรื่อง ไฟฟ้ากระแส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 9 แผนการจัดการเรียนรู้ เวลาเรียน 13 ชั่วโมง

3. ระยะเวลาดำเนินการวิจัย ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562

นิยามศัพท์เฉพาะ

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นิยามศัพท์เฉพาะไว้ดังนี้

1. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นให้ผู้เรียน ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการค้นพบความรู้หรือสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ เพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบและทำให้เกิดความเข้าใจได้ด้วยตนเอง ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นขั้นตอนที่ครูตั้งคำถาม จัดสถานการณ์หรือมีการนำกิจกรรมต่าง ๆ เพื่อเริ่มนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่ต้องการให้นักเรียนเกิดสนใจ เกิดความอยากเรียนรู้ในเรื่องดังกล่าวและให้นักเรียนสามารถนำความรู้หรือเรื่องที่สนใจเชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เพิ่งเรียนรู้มาแล้ว

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนวางแผนในการค้นหาคำตอบของปัญหาหรือสถานการณ์ต่าง ๆ มีการกำหนดแนวทางสำหรับการตรวจสอบตั้งสมมติฐาน เก็บรวบรวมข้อมูลต่างจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ มีการศึกษาหาข้อมูลจากเอกสารอ้างอิง และทำการลงมือปฏิบัติ โดยครูมีหน้าที่จัดเตรียมแหล่งค้นคว้า คอยชี้แนะแนวทางเพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบของปัญหา

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เป็นขั้นตอนที่ให้นักเรียนนำข้อมูลที่ได้วิเคราะห์ แปลผล สรุปผลและนำเสนอผลที่ได้ ทั้งจะอยู่ในรูปแบบบรรยายสรุป สร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ โดยครูมีหน้าที่ชี้แนะเพิ่มเติมองค์ความรู้ที่ถูกต้องหรือเพิ่มเติมความรู้ในส่วนที่ขาดหายให้กับนักเรียน

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนนำความรู้มาตอบปัญหาหรือสถานการณ์ใหม่ โดยครูเป็นผู้สร้างสถานการณ์ เหตุการณ์ กิจกรรมใหม่ ๆ ขึ้นเพื่อให้นักเรียนนำความรู้มาประยุกต์ใช้และเชื่อมโยงความรู้กับเรื่องต่าง ๆ เพื่อทำให้นักเรียนเกิดความรู้กว้างขวางขึ้น

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมิน (Evaluation) เป็นขั้นที่นักเรียนประเมินความเข้าใจของตัวเอง แสดงออกถึงความรู้ความเข้าใจ จากการทำแบบทดสอบหรือการสรุปองค์ความรู้ต่าง ๆ เพื่อประเมินพัฒนาการเรียนรู้ของตัวเอง โดยครูมีหน้าที่กระตุ้นให้นักเรียนได้นำความรู้มาใช้ประเมินพัฒนาการของตัวเอง และทำหน้าที่วัดและประเมินพัฒนาการการเรียนรู้หรือทักษะของนักเรียนพร้อมทั้งหาหลักฐานที่แสดงให้เห็นว่านักเรียนได้เปลี่ยนความคิด หรือพฤติกรรม

2. การจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธี STAR หมายถึง เทคนิคการเรียนรู้ที่ช่วยให้นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาและหาคำตอบของโจทย์ปัญหาฟิสิกส์ให้ได้ดียิ่งขึ้น โดยการจดจำรายละเอียดแต่ละขั้นของการแก้ปัญหา ประกอบไปด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ศึกษาโจทย์ปัญหา (S : Search the word problem) หมายถึง ขั้นที่นักเรียนต้องพิจารณาอ่านโจทย์ปัญหาอย่างละเอียดถี่ถ้วนพร้อมทำความเข้าใจโจทย์ปัญหาและระบุคำสำคัญในโจทย์ปัญหา กำหนดให้สิ่งที่โจทย์ต้องการให้หาก่อนทำการแก้โจทย์ปัญหาต่อไป

ขั้นที่ 2 แปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ปัญหา (T : Translate the problem) หมายถึง ขั้นที่นักเรียนจะต้องนำข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์มาแปลงเป็นสัญลักษณ์ รูปภาพ แผนภาพ ตารางข้อมูลหรือนำไปสู่การเขียนสมการทางคณิตศาสตร์ การวางแผนเลือกใช้สูตรและหลักการทางฟิสิกส์ที่เกี่ยวข้องกับการแก้โจทย์ปัญหา

ขั้นที่ 3 หาคำตอบของโจทย์ปัญหา (A : Answer the problem) หมายถึง ขั้นที่นักเรียนต้องดำเนินการแก้ปัญหาด้วยวิธีการต่าง ๆ เพื่อหาคำตอบที่โจทย์ต้องการ โดยเริ่มจากการเขียนสูตรหรือสมการที่เกี่ยวข้อง แทนค่าตัวแปรที่ทราบค่าลงในสูตร และทำการคำนวณหาค่าตัวตัวแปรที่ต้องการ

ขั้นที่ 4 การทบทวนคำตอบ (R : Review the solution) หมายถึง ขั้นที่นักเรียนต้องทำการตรวจสอบคำตอบที่ได้ว่ามีความสมเหตุสมผลหรือไม่

3. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกลวิธี STAR หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการให้นักเรียนมีประสบการณ์ตรงในการเรียนรู้ นักเรียนจะสามารถค้นพบความรู้ด้วยตนเอง เพื่อให้นักเรียนเกิดทักษะการคิดแก้ปัญหาและสามารถนำไปใช้แก้ปัญหา โดยมีทั้งหมด 5 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นขั้นตอนที่ครูตั้งคำถาม จัดสรรสถานการณ์ต่าง ๆ หรือมีการนำกิจกรรมต่าง ๆ เพื่อนำเข้าสู่บทเรียน โดยให้นักเรียนเกิดความสนใจ มองเห็นถึงปัญหาหรือประเด็นที่จะศึกษาหรือให้นักเรียนสามารถนำความรู้หรือเรื่องที่สนใจเชื่อมโยงกับความรู้เดิม

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนวางแผนในการหาคำตอบจากสถานการณ์ปัญหาที่ครูมอบให้ โดยครูมีหน้าที่ให้คำปรึกษาหรือช่วยแนะนำวิธีการในการแก้ปัญหาให้กับนักเรียนเพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบของปัญหา และทำหน้าที่จัดเตรียมแหล่งค้นคว้าให้กับนักเรียน

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เป็นขั้นตอนที่ให้นักเรียนนำข้อมูลที่ได้หรือคำตอบที่ได้มาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผลและนำเสนอผล ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น การบรรยายสรุป สร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ โดยครูมีหน้าที่ชี้แนะเพิ่มเติมองค์ความรู้ที่ถูกต้องและเพิ่มเติมความรู้ในส่วนที่ขาดหายให้กับนักเรียน

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เป็นขั้นตอนที่ครูมีหน้าที่จัดสถานการณ์การเรียนให้ผู้เรียนได้ขยายความรู้ที่เกิดขึ้นหรือกำหนดโจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ และให้นักเรียนได้ใช้วิธีการในการ

แก้ปัญหาหรือวิธีการแก้โจทย์ปัญหา ตามขั้นตอนของการแก้โจทย์ปัญหาตามลำดับของตัวอักษรตัวแรกของชื่อลำดับขั้น ซึ่งจะประกอบไปด้วยตัวอักษร S-T-A-R เพื่อให้นักเรียนได้ประยุกต์ใช้ความรู้จากสิ่งที่เรียนรู้มาตอบปัญหาหรือแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของสถานการ์ใหม่ที่ครูสร้างขึ้น

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมิน (Evaluation) เป็นขั้นที่ให้นักเรียนแสดงออกถึงความรู้ความเข้าใจและทำการตรวจสอบความเข้าใจเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ของตัวเอง จากการทำแบบทดสอบหรือการสรุปองค์ความรู้ต่าง ๆ เพื่อประเมินพัฒนาการเรียนรู้ของตัวเอง โดยครูมีหน้าที่กระตุ้นให้นักเรียนได้นำความรู้มาประยุกต์ใช้ และทำหน้าที่ในการประเมินพัฒนาการการเรียนรู้หรือทักษะของนักเรียนพร้อมทั้งหาหลักฐานที่แสดงให้เห็นว่านักเรียนได้เปลี่ยนแปลงพฤติกรรมหรือความรู้ที่เพิ่มมากขึ้น

4. ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ หมายถึง ความสามารถในการทำความเข้าใจข้อมูลทางฟิสิกส์หรือเงื่อนไขในโจทย์ปัญหา มีวิธีการเตรียมการวางแผนวิเคราะห์ข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้มาแล้วทำการแปลงข้อมูลในโจทย์ปัญหาเป็นสัญลักษณ์หรือสมการทางคณิตศาสตร์ และดำเนินการคำนวณหาคำตอบเพื่อให้ได้คำตอบของโจทย์ปัญหาพร้อมทั้งตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้ และเครื่องมือที่ใช้ทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ คือ แบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์ โดยใช้หน่วยการเรียนรู้ที่ 14 เรื่อง ไฟฟ้ากระแส โดยผู้วิจัยได้เลือกใช้เป็นแบบทดสอบอัตนัย ซึ่งประกอบไปด้วยสถานการณ์โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ และมีขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาตามขั้นตอนของการแก้โจทย์ปัญหาด้วยกลวิธี STAR ซึ่งประกอบ 4 ขั้นตอน คือ

ขั้นที่ 1 ศึกษาโจทย์ปัญหา หมายถึง ขั้นที่นักเรียนต้องพิจารณาอ่านโจทย์ปัญหาอย่างละเอียดถี่ถ้วนพร้อมทำความเข้าใจโจทย์ปัญหาและระบุคำสำคัญในโจทย์ปัญหา กำหนดให้สิ่งที่โจทย์ต้องการให้หาก่อนทำการแก้โจทย์ปัญหาต่อไป

ขั้นที่ 2 แปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ปัญหา หมายถึง ขั้นที่นักเรียนจะต้องนำข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์มาแปลงเป็นสัญลักษณ์ รูปภาพ แผนภาพ ตารางข้อมูลหรือการนำไปสู่การเขียนสมการทางคณิตศาสตร์ การวางแผนเลือกใช้สูตรและหลักการทางฟิสิกส์ที่เกี่ยวข้องกับการแก้โจทย์ปัญหา

ขั้นที่ 3 หาคำตอบของโจทย์ปัญหา หมายถึง ขั้นที่นักเรียนต้องดำเนินการแก้ปัญหาด้วยวิธีการต่าง ๆ เพื่อหาคำตอบที่โจทย์ต้องการ โดยเริ่มจากการเขียนสูตรหรือสมการที่เกี่ยวข้อง แทนค่าตัวแปรที่ทราบค่าลงในสูตร และทำการคำนวณหาค่าตัวตัวแปรที่ต้องการ

ขั้นที่ 4 การทบทวนคำตอบ หมายถึง ขั้นที่นักเรียนต้องทำการตรวจสอบคำตอบที่ได้ว่ามีความสมเหตุสมผลหรือไม่

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อใช้เป็นแนวทางในการศึกษาวิจัย ตามลำดับดังนี้

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)
    1.1 ความสำคัญของวิทยาศาสตร์
    1.2 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้
    1.3 เป้าหมายของการเรียนวิทยาศาสตร์
    1.4 คำอธิบายรายวิชาและผลการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์
    1.5 ผลการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้แกนกลาง
2. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
    2.1 ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้
    2.2 คุณลักษณะสำคัญของการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
    2.3 ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
    2.4 บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้
3. การจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธี STAR
    3.1 ความเป็นมาของกลวิธี STAR
    3.2 ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธี STAR
    3.3 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการสอนแก้ปัญหาโดยการใช้กลวิธี STAR
    3.4 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกลวิธี STAR
4. แนวคิดเกี่ยวกับการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์
    4.1 ความหมายของปัญหา
    4.2 ความหมายของโจทย์ปัญหา
    4.3 ความหมายของโจทย์ปัญหาฟิสิกส์
    4.4 ความหมายของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา
    4.5 องค์ประกอบของการแก้โจทย์ปัญหา

4.6 องค์ประกอบของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา

4.7 ความสัมพันธ์ของขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ด้วยกลวิธี STAR ที่สอดคล้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกลวิธี STAR

4.8 การวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์

4.9 พฤติกรรมการเรียน

5. วิจัยเชิงปฏิบัติการ

5.1 ความหมายของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ

5.2 ลักษณะของการวิจัยเชิงปฏิบัติการทางการศึกษา

5.3 กระบวนการดำเนินการวิจัยเชิงปฏิบัติการ

6. บริบทของโรงเรียนสารคามพิทยาคม

7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

7.1 งานวิจัยในประเทศ

7.2 งานวิจัยต่างประเทศ

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

1.1 ความสำคัญของวิทยาศาสตร์

การจัดการศึกษาขั้นพื้นฐานจะต้องสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐกิจ สังคม วัฒนธรรม สภาพแวดล้อม และความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็ว เพื่อพัฒนาและเสริมสร้างศักยภาพคนของชาติให้สามารถเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศ โดยการยกระดับคุณภาพการศึกษาและการเรียนรู้ให้มีคุณภาพและมาตรฐานระดับสากล สอดคล้องกับประเทศไทย 4.0 และโลกในศตวรรษที่ 21

กระทรวงศึกษาธิการโดยสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานจึงได้ดำเนินการทบทวนหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 โดยนำข้อมูลจากแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 12 ยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี และแผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560 - 2579 มาใช้เป็นกรอบและทิศทางในการพัฒนาหลักสูตรให้มีความเหมาะสมชัดเจนยิ่งขึ้น และเห็นควรปรับปรุงหลักสูตรในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งมีความสำคัญต่อการพัฒนาประเทศและเป็นรากฐานสำคัญที่จะช่วยให้มนุษย์มีความคิดริเริ่ม สร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผลเป็นระบบ สามารถวิเคราะห์ปัญหา หรือสถานการณ์ได้อย่างรอบคอบและถี่ถ้วน สามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

ตลอดจนการใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมในการบูรณาการกับความรู้ที่ใช้ในทางด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ เพื่อแก้ปัญหา หรือพัฒนางานด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมที่นำไปสู่การคิดค้นสิ่งประดิษฐ์หรือสร้างนวัตกรรมต่าง ๆ ที่เอื้อประโยชน์ต่อการดำรงชีวิต การใช้ทักษะการคิดเชิงคำนวณ ความรู้ทางด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีและการสื่อสาร ในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ รวมทั้งใช้ความรู้ความสามารถ ทักษะกระบวนการและเครื่องมือทางภูมิศาสตร์เรียนรู้สิ่งต่าง ๆ ที่อยู่รอบตัวอย่างเข้าใจสภาพที่เป็นอยู่ และการเปลี่ยนแปลงเพื่อนำไปสู่การจัดการและปรับใช้ในการดำรงชีวิตและการประกอบอาชีพอย่างสร้างสรรค์

1.2 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2560) ตระหนักถึงความสำคัญของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่มุ่งหวังให้เกิดผลสัมฤทธิ์ต่อผู้เรียนมากที่สุด จึงได้จัดทำตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 ขึ้น เพื่อให้สถานศึกษา ครูผู้สอน ตลอดจนหน่วยงานต่าง ๆ ได้ใช้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอน ซึ่งได้กำหนดสาระสำคัญไว้ดังนี้

สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจความหลากหลายของระบบนิเวศ ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งไม่มีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตและความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ การถ่ายทอดพลังงานการเปลี่ยนแปลงแทนที่ในระบบนิเวศ ความหมายของประชากร ปัญหาและผลกระทบที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม แนวทางในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมรวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจสมบัติของสิ่งมีชีวิต หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสัตว์และมนุษย์ที่ทำงานสัมพันธ์กัน ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และหน้าที่ของอวัยวะต่าง ๆ ของพืชที่ทางานสัมพันธ์กันรวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 1.3 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม สารพันธุกรรมการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสมบัติของสสาร องค์ประกอบของสสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค หลักและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมี

มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจธรรมชาติของแรงในชีวิตประจำวัน ผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 2.3 เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลงและการถ่ายโอนพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติของคลื่นปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสง และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจองค์ประกอบ ลักษณะ กระบวนการเกิด และวิวัฒนาการของเอกภพ กาแล็กซี ดาวฤกษ์และระบบสุริยะ รวมทั้งปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะที่ส่งผลต่อสิ่งมีชีวิตและการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอวกาศ

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของระบบโลก กระบวนการเปลี่ยนแปลงภายในโลก และบนผิวโลกธรณีพิบัติภัย กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศและภูมิอากาศโลก รวมทั้งผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

สาระที่ 4 ชีววิทยา

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจธรรมชาติของสิ่งมีชีวิต การศึกษาชีววิทยาและวิธีการทางวิทยาศาสตร์ สารที่เป็นองค์ประกอบของสิ่งมีชีวิต ปฏิกิริยาเคมีในเซลล์ของสิ่งมีชีวิต กล้องจุลทรรศน์ โครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์ การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ การแบ่งเซลล์ และการหายใจระดับเซลล์

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม การถ่ายทอดยีนบนโครโมโซม สมบัติและหน้าที่ของสารพันธุกรรม การเกิดมิวเทชัน เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ หลักฐาน ข้อมูลและแนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ภาวะสมดุลของฮาร์ดี-ไวน์เบิร์ก การเกิดสปีชีส์ใหม่ ความหลากหลายทางชีวภาพ กำเนิดของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต และอนุกรมวิธาน รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 4.3 เข้าใจส่วนประกอบของพืช การแลกเปลี่ยนแก๊สและคายน้ำของพืช การลำเลียงของพืชการสังเคราะห์ด้วยแสง การสืบพันธุ์ของพืชดอกและการเจริญเติบโต และการตอบสนองของพืช รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 4.4 เข้าใจการย่อยอาหารของสัตว์และมนุษย์ รวมทั้งการหายใจและการแลกเปลี่ยนแก๊สการลำเลียงสารและการหมุนเวียนเลือด ภูมิคุ้มกันของร่างกาย การขับถ่าย การรับรู้และการตอบสนอง การเคลื่อนที่ การสืบพันธุ์และการเจริญเติบโต ฮอร์โมนกับการรักษา ดุลยภาพ และพฤติกรรมของสัตว์ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 4.5 เข้าใจแนวคิดเกี่ยวกับระบบนิเวศ กระบวนการถ่ายทอดพลังงานและการหมุนเวียนสารในระบบนิเวศ ความหลากหลายของไบโอม การเปลี่ยนแปลงแทนที่ของ

สิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ ประชากรและรูปแบบการเพิ่มของประชากร ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมปัญหาและผลกระทบที่เกิดจากการใช้ประโยชน์ และแนวทางการแก้ไขปัญหา

สาระที่ 5 เคมี

มาตรฐาน ว 5.1 เข้าใจโครงสร้างอะตอม การจัดเรียงธาตุในตารางธาตุ สมบัติของธาตุ พันธะเคมีและสมบัติของสาร แก๊สและสมบัติของแก๊ส ประเภทและสมบัติของสารประกอบอินทรีย์และพอลิเมอร์ รวมทั้งการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 5.2 เข้าใจการเขียนและการดุลสมการเคมี ปริมาณสัมพันธ์ในปฏิกิริยาเคมี อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีสมดุลในปฏิกิริยาเคมี สมบัติและปฏิกิริยาของกรด–เบส ปฏิกิริยารีดอกซ์และเซลล์เคมีไฟฟ้ารวมทั้งการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 5.3 เข้าใจหลักการทำปฏิบัติการเคมี การวัดปริมาณสาร หน่วยวัดและการเปลี่ยนหน่วย การคำนวณปริมาณของสาร ความเข้มข้นของสารละลาย รวมทั้งการบูรณาการความรู้และทักษะในการอธิบายปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวันและการแก้ปัญหาทางเคมี

สาระที่ 6 ฟิสิกส์

มาตรฐาน ว 6.1 เข้าใจธรรมชาติทางฟิสิกส์ ปริมาณและกระบวนการวัด การเคลื่อนที่แนวตรง แรงและกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน กฎความโน้มถ่วงสากล แรงเสียดทาน สมดุลกลของวัตถุ งานและกฎการอนุรักษ์พลังงานกล โมเมนตัมและกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม การเคลื่อนที่แนวโค้งรวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 6.2 เข้าใจการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย ธรรมชาติของคลื่นเสียงและการได้ยินปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสงและการเห็น ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับแสง รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 6.3 เข้าใจแรงไฟฟ้าและกฎของคูลอมบ์ สนามไฟฟ้า ศักย์ไฟฟ้า ความจุไฟฟ้ากระแสไฟฟ้าและกฎของโอห์ม วงจรไฟฟ้ากระแสตรง พลังงานไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้าการเปลี่ยนพลังงานทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้าสนามแม่เหล็ก แรงแม่เหล็กที่กระทำกับประจุไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าการเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้าและกฎของฟาราเดย์ ไฟฟ้ากระแสสลับ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและการสื่อสาร รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 6.4 เข้าใจความสัมพันธ์ของความร้อนกับการเปลี่ยนอุณหภูมิและสถานะของสสาร สภาพยืดหยุ่นของวัสดุ และมอดุลัสของยัง ความดันในของไหล แรงพยุง และหลักของอาร์คิมีดีส ความตึงผิวและแรงหนืดของของเหลว ของไหลอุดมคติ และสมการแบร์นูลลี กฎของแก๊ส ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส อุดมคติและพลังงานในระบบ ทฤษฎีอะตอมของโบร์ ปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริก ทวิภาวะของคลื่นและอนุภาค กัมมันตภาพรังสี แรงนิวเคลียร์ ปฏิกิริยานิวเคลียร์ พลังงานนิวเคลียร์ ฟิสิกส์อนุภาค รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 7 โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ

มาตรฐาน ว 7.1 เข้าใจกระบวนการเปลี่ยนแปลงภายในโลก ธรณีพิบัติภัยและผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม การศึกษาลำดับชั้นหิน ทรัพยากรธรณี แผนที่ และการนำไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 7.2 เข้าใจสมดุลพลังงานของโลก การหมุนเวียนของอากาศบนโลก การหมุนเวียนของน้ำในมหาสมุทรการเกิดเมฆ การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลกและผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม รวมทั้งการพยากรณ์อากาศ

มาตรฐาน ว 7.3 เข้าใจองค์ประกอบลักษณะกระบวนการเกิดและวิวัฒนาการของเอกภพ กาแล็กซี ดาวฤกษ์และระบบสุริยะ ความสัมพันธ์ของดาราศาสตร์กับมนุษย์จากการศึกษาตำแหน่งดาวบนทรงกลมฟ้าและปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะ รวมทั้งการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอวกาศ

สาระที่ 8 เทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1 เข้าใจแนวคิดหลักของเทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสมโดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน ว 8.2 เข้าใจและใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงอย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการเรียนรู้ การทำงานและการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ รู้เท่าทัน และมีจริยธรรม

1.3 เป้าหมายของการเรียนวิทยาศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2560) ได้กำหนดเป้าหมายในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ค้นพบความรู้ด้วยตนเองมากที่สุด เพื่อให้ได้รับทั้งกระบวนการและความรู้จากวิธีการสังเกต การสำรวจตรวจสอบ การทดลอง แล้วนำผลที่ได้มาจัดระบบเป็นหลักการ แนวคิด และองค์ความรู้ การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จึงมีเป้าหมายที่สำคัญดังนี้

1. เพื่อให้เข้าใจหลักการ ทฤษฎี และกฎที่เป็นพื้นฐานในวิชาวิทยาศาสตร์

2. เพื่อให้เข้าใจขอบเขตของธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์และข้อจำกัดในการศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์

3. เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางเทคโนโลยี

4. เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย์และสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน

5. เพื่อนำความรู้ความเข้าใจในวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิต

6. เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและการจินตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหาและการจัดการ ทักษะในการสื่อสาร และความสามารถในการตัดสินใจ

7. เพื่อให้เป็นผู้ที่มีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์

1.4 คำอธิบายรายวิชา และผลการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์

โรงเรียนสารคามพิทยาคม (2562) ได้ให้คำอธิบายในรายวิชาฟิสิกส์เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนดังนี้

วิชาฟิสิกส์ เล่ม 4

ศึกษาการเกิดเสียง การเคลื่อนที่ของเสียง การสะท้อน การหักเห การแทรกสอดและการเลี้ยวเบนของคลื่นเสียง การได้ยินเสียง ความเข้มเสียง คุณภาพเสียง มลพิษทางเสียง คลื่นนิ่งของเสียง การสั่นพ้องของเสียง การเกิดบีต ปรากฏการณ์ดอปเพลอร์ คลื่นกระแทกของเสียง ธรรมชาติของไฟฟ้าสถิต การเหนี่ยวนำไฟฟ้าสถิต กฎของคูลอมบ์ สนามไฟฟ้า ศักย์ไฟฟ้า ความต่างศักย์ ความจุและพลังงานสะสมในตัวเก็บประจุ การต่อตัวเก็บประจุ กระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำ กฎของโอห์ม สภาพต้านทาน การต่อตัวต้านทานอีเอ็มเอฟของแหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง พลังงานไฟฟ้า กำลังไฟฟ้า การต่อแบตเตอรี่ การวิเคราะห์วงจรไฟฟ้ากระแสตรง การเปลี่ยนพลังงานทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้า และเทคโนโลยีด้านพลังงาน โดยใช้กระบวน กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้การสืบค้นข้อมูล การสังเกต วิเคราะห์ เปรียบเทียบ อธิบาย อภิปราย และสรุป เพื่อให้เกิดความรู้ ความเข้าใจ มีความสามารถในการตัดสินใจมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ในด้านการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศด้านการคิดและการแก้ปัญหา สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในชีวิตของตนเอง มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรม และค่านิยมที่เหมาะสม

ผลการเรียนรู้

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

2. อธิบายความเข้มเสียง ระดับเสียง องค์ประกอบของการได้ยิน คุณภาพเสียง และมลพิษทางเสียง รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

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

4. ทดลอง และอธิบายการทำวัตถุที่เป็นกลางทางไฟฟ้าให้มีประจุไฟฟ้าโดยการขัดสีกันและการเหนี่ยวนำไฟฟ้าสถิต

5. อธิบาย และคำนวณแรงไฟฟ้าตามกฎของคูลอมบ์

6. อธิบาย และคำนวณสนามไฟฟ้าและแรงไฟฟ้าที่กระทำกับอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าที่อยู่ในสนามไฟฟ้า รวมทั้งหาสนามไฟฟ้าลัพธ์เนื่องจากระบบจุดประจุโดยรวมกันแบบเวกเตอร์

7. อธิบายและคำนวณพลังงานศักย์ไฟฟ้า ศักย์ไฟฟ้า และความต่างศักย์ระหว่างสองตำแหน่งใด ๆ

8. อธิบายส่วนประกอบของตัวเก็บประจุ ความสัมพันธ์ระหว่างประจุไฟฟ้า ความต่างศักย์ และความจุของตัวเก็บประจุ และอธิบายพลังงานสะสมในตัวเก็บประจุ และความจุสมมูล รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

9. นำความรู้เรื่องไฟฟ้าสถิตไปอธิบายหลักการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้าบางชนิดและปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวัน

10. อธิบายการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนอิสระ และกระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำ ความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำกับความเร็วลอยเลื่อนของอิเล็กตรอนอิสระ ความหนาแน่นของอิเล็กตรอนในลวดตัวนำและพื้นที่หน้าตัดของลวดตัวนำ และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

11. ทดลอง และอธิบายกฎของโอห์ม อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างกับความยาว พื้นที่หน้าตัด และสภาพต้านทานของตัวนำโลหะที่อุณหภูมิคงตัว และคำนวณที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งอธิบายและคำนวณความต้านทานสมมูลเมื่อนำตัวต้านทานมาต่อกันแบบอนุกรมและแบบขนาน

12. ทดลอง อธิบาย และคำนวณอีเอ็มเอฟของแหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง รวมทั้งอธิบายและคำนวณพลังงานไฟฟ้า และกำลังไฟฟ้า

13. ทดลอง และคำนวณอีเอ็มเอฟสมมูลจากการต่อแบตเตอรี่แบบอนุกรมและแบบขนาน รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องในวงจรไฟฟ้ากระแสตรงซึ่งประกอบด้วยแบตเตอรี่และตัวต้านทาน

14. อธิบายการเปลี่ยนพลังงานทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้า รวมทั้งสืบค้นและอภิปรายเกี่ยวกับเทคโนโลยีที่นำมาแก้ปัญหาหรือตอบสนองความต้องการทางด้านพลังงาน โดยเน้นด้านประสิทธิภาพและความคุ้มค่าด้านค่าใช้จ่าย

1.5 ผลการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้แกนกลาง

โรงเรียนสารคามพิทยาคม (2562) ได้กำหนดผลการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้แกนกลาง สาระที่ 6 ฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในภาคเรียนที่ 2 แสดงได้ในตารางที่ 1 ดังนี้

ตารางที่ 1 ผลการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้แกนกลาง สาระที่ 6 ฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในภาคเรียนที่ 2

สาระฟิสิกส์	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
สาระฟิสิกส์ 2 ม.5/5	อธิบายการเกิดเสียง การเคลื่อนที่ของเสียง ความสัมพันธ์ระหว่างคลื่นการกระจัดของอนุภาคกับคลื่นความดัน ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราเร็วของเสียงในอากาศที่ขึ้นกับอุณหภูมิในหน่วยองศาเซลเซียส การสะท้อน การหักเห การแทรกสอด กาเลี้ยวเบนของคลื่นเสียง รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง	• เสียงเป็นคลื่นกลและคลื่นตามยาว เกิดจากการถ่ายโอนพลังงานจากการสั่นของแหล่งกำเนิดเสียงผ่านอนุภาคตัวกลางทำให้อนุภาคของตัวกลางสั่นอัตราเร็วเสียงในอากาศขึ้นกับอุณหภูมิของอากาศคำนวณได้จากสมการ $v = 331 + 0.6T_c$ • เสียงมีสมบัติการสะท้อน การหักเห การแทรกสอด และการเลี้ยวเบน
สาระฟิสิกส์ 2 ม.5/6	อธิบายความเข้มเสียง ระดับเสียง องค์ประกอบของการได้ยิน คุณภาพเสียงและมลพิษทางเสียง รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง	• กำลังเสียงเป็นอัตราการถ่ายโอนพลังงานเสียงจากแหล่งกำเนิดเสียง กำลังเสียงต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ของหน้าคลื่นทรงกลมเรียกว่า ความเข้มเสียง คำนวณได้จากสมการ $I = \frac{P}{A}$ • ระดับเสียงเป็นปริมาณที่บอกความดังของเสียงโดยหาได้จากลอการิทึมของอัตราส่วนระหว่าง ความเข้มเสียงกับความเข้มเสียงอ้างอิงที่มนุษย์ เริ่มได้ยินตามสมการ $\beta = 10\log\left(\frac{I}{I_0}\right)$

ตารางที่ 1 (ต่อ)

สาระฟิสิกส์	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
		• ระดับเสียงเป็นปริมาณที่บอกความดังของเสียง โดยหาได้จากลอการิทึมของอัตราส่วนระหว่าง ความเข้มเสียงกับความเข้มเสียงอ้างอิงที่มนุษย์ เริ่มได้ยินตามสมการ • ระดับสูงต่ำของเสียงขึ้นกับความถี่ของเสียง เสียงที่ได้ยินมีลักษณะเฉพาะตัวแตกต่างกัน เนื่องจากมีคุณภาพเสียงแตกต่างกัน • เสียงที่มีระดับเสียงสูงมากหรือเสียงบางประเภทที่มีผลต่อสภาพจิตใจของผู้ฟังจัดเป็นมลพิษทางเสียง
สาระฟิสิกส์ 2 ม.5/7	ทดลอง และอธิบายการเกิดการสั่นพ้องของอากาศในท่อปลายเปิดหนึ่งด้าน รวมทั้งสังเกตและอธิบายการเกิดบีต คลื่นนิ่ง ปรากฏการณ์ดอปเพลอร์ คลื่นกระแทกของเสียง คำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง และนำความรู้เรื่องเสียงไปใช้ในชีวิตประจำวัน	• ถ้าอากาศในท่อถูกกระตุ้นด้วยคลื่นเสียงที่มีความถี่เท่ากับความถี่ธรรมชาติของอากาศท่อนั้นจะเกิดการสั่นพ้องของเสียง • ถ้าเสียงจากแหล่งกำเนิดเสียงสองแหล่งที่มีความถี่ ต่างกันไม่มากมาพบกันจะเกิดบีต ทำให้ได้ยิน เสียงดังค่อย เป็นจังหวะ • คลื่นเสียงสองขบวนที่มีความถี่เท่ากันมาแทรกสอดกัน จะทำให้เกิดคลื่นนิ่ง • เมื่อแหล่งกำเนิดเสียงเคลื่อนที่โดยผู้ฟังอยู่นิ่ง ผู้ฟังเคลื่อนที่โดยแหล่งกำเนิดเสียงอยู่นิ่ง หรือทั้งแหล่งกำเนิดและผู้ฟังเคลื่อนที่เข้าหรือออกจากกันผู้ฟังจะได้ยินเสียงที่มีความถี่เปลี่ยนไป เรียกว่าปรากฏการณ์ดอปเพลอร์
สาระฟิสิกส์ 3 ม.5/1	ทดลอง และอธิบายการทำวัตถุที่เป็นกลางทางไฟฟ้าให้มีประจุไฟฟ้าโดยการขัดสีกันและการ	• การนำวัตถุที่เป็นกลางทางไฟฟ้ามาขัดสีกันจะทำให้วัตถุไม่เป็นกลางทางไฟฟ้า เนื่องจากอิเล็กตรอนถูกถ่ายโอนจากวัตถุหนึ่งไปอีก

ตารางที่ 1 (ต่อ)

สาระฟิสิกส์	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
	เหนี่ยวนำไฟฟ้าสถิต	วัตถุหนึ่ง โดยการถ่ายโอนประจุเป็นไปตามกฎการอนุรักษ์ประจุไฟฟ้า • เมื่อนำวัตถุที่มีประจุไฟฟ้าไปใกล้ตัวนำไฟฟ้าจะทำให้เกิดประจุชนิดตรงข้ามบนตัวนำทางด้านที่ใกล้วัตถุและประจุชนิดเดียวกันด้านที่ไกลวัตถุ เรียกวิธีการนี้ว่า การเหนี่ยวนำไฟฟ้าสถิตซึ่งสามารถใช้วิธีการนี้ในการทำให้วัตถุมีประจุได้
สาระฟิสิกส์ 3 ม.5/2	อธิบาย และคำนวณแรงไฟฟ้าตามกฎของคูลอมบ์	• จุดประจุไฟฟ้ามีแรงกระทำซึ่งกันและกันโดยมีทิศอยู่ในแนวเส้นตรงระหว่างจุดประจุทั้งสองและมีขนาดของแรงระหว่างจุดประจุแปรผันตรงกับผลคูณของขนาดของประจุทั้งสองและแปรผกผันกับกำลังสองของระยะห่าง ระหว่างจุดประจุ ซึ่งเป็นไปตามกฎของคูลอมบ์ เขียนแทนได้ด้วยสมการ $F_{12} = k\frac{q_1 q_2}{r_{12}^2}$
สาระฟิสิกส์ 3 ม.5/3	อธิบาย และคำนวณสนามไฟฟ้าและแรงไฟฟ้าที่กระทำกับอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าที่อยู่ในสนามไฟฟ้า รวมทั้งหาสนามไฟฟ้าลัพธ์เนื่องจากระบบจุดประจุโดยรวมกันแบบเวกเตอร์	• รอบอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้า q_1 มีสนามไฟฟ้าขนาด $E = k\frac{q_1}{r^2}$ ทำให้เกิดแรงไฟฟ้ากระทำต่ออนุภาคที่มีประจุไฟฟ้า • สนามไฟฟ้าที่ตำแหน่งใด ๆ จะมีความสัมพันธ์กับแรงไฟฟ้าที่กระทำต่อประจุไฟฟ้า q_2 ตามสมการ $E = \frac{F_{12}}{q_2}$

ตารางที่ 1 (ต่อ)

สาระฟิสิกส์	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
		• สนามไฟฟ้าลัพธ์เนื่องจากจุดประจุหลายจุดประจุ เท่ากับผลรวมแบบเวกเตอร์ของสนามไฟฟ้า เนื่องจากจุดประจุแต่ละจุดประจุ • ตัวนำทรงกลมที่มีประจุไฟฟ้ามีสนามไฟฟ้าภายใน ตัวนำเป็นศูนย์และสนามไฟฟ้าบนตัวนำมีทิศทางตั้งฉากกับผิวตัวนำนั้น โดยสนามไฟฟ้าเนื่องจาก ประจุบนตัวนำทรงกลมที่ตำแหน่งห่างจากผิวออกไปหาได้เช่นเดียวกับสนามไฟฟ้า เนื่องจากจุดประจุที่มีจำนวนประจุเท่ากันแต่อยู่ที่ศูนย์กลางของทรงกลม • สนามไฟฟ้าของแผ่นโลหะคู่ขนานเป็นสนามไฟฟ้าสม่ำเสมอ
สาระฟิสิกส์ 3 ม.5/4	อธิบายและคำนวณพลังงานศักย์ไฟฟ้า ศักย์ไฟฟ้า และความต่างศักย์ระหว่างสองตำแหน่งใด ๆ	• ประจุที่อยู่ในสนามไฟฟ้ามีพลังงานศักย์ไฟฟ้าคำนวณได้จากสมการ $U = k\frac{q_1 q_2}{r}$ • พลังงานศักย์ไฟฟ้าที่ตำแหน่งใด ๆ ต่อหนึ่งหน่วย ประจุ เรียกว่า ศักย์ไฟฟ้าที่ตำแหน่งนั้น โดยศักย์ไฟฟ้าที่ตำแหน่งซึ่งอยู่ห่างจากจุดประจุแปรผันตรงกับขนาดของประจุและแปรผกผันกับระยะทางจากจุดประจุถึงตำแหน่งนั้น เขียนแทนได้ด้วยสมการ $V = k\frac{Q}{r}$ • ศักย์ไฟฟ้ารวมเนื่องจากจุดประจุหลายจุดประจุ คือผลรวมของศักย์ไฟฟ้าเนื่องจากจุดประจุแต่ละจุดประจุ สามารถเขียนแทนได้ด้วยสมการ

ตารางที่ 1 (ต่อ)

สาระฟิสิกส์	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
		$$V = k\sum_{i=1}^{n}\frac{q_i}{r_i}$$ • ความต่างศักย์ระหว่างสองตำแหน่งใด ๆ ในสนามไฟฟ้าสม่ำเสมอขึ้นกับขนาดของสนามไฟฟ้า และในระยะทางระหว่างสองตำแหน่งนั้นในแนวขนานกับสนามไฟฟ้า ตามสมการ $$v_B - v_A = Ed$$
สาระฟิสิกส์ 3 ม.5/5	อธิบายส่วนประกอบของตัวเก็บประจุ ความสัมพันธ์ระหว่างประจุไฟฟ้า ความต่างศักย์ และความจุของตัวเก็บประจุ และอธิบายพลังงานสะสมในตัวเก็บประจุ และความจุสมมูล รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง	• ตัวเก็บประจุประกอบด้วยตัวนำไฟฟ้าสองชิ้นที่คั่นด้วยฉนวน โดยปริมาณประจุที่เก็บได้ขึ้นอยู่กับความต่างศักย์คร่อมตัวเก็บประจุและความจุของตัวเก็บประจุ ตามสมการ $$C = \frac{Q}{\Delta V}$$ • ตัวเก็บประจุจะมีพลังงานสะสมซึ่งมีค่าขึ้นกับความต่างศักย์และปริมาณประจุ ตามสมการ $$U = \frac{1}{2}Q\Delta V$$ • เมื่อนำตัวเก็บประจุมาต่อแบบอนุกรม ความจุสมมูลมีค่าลดลง ตามสมการ $$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + ..$$ • เมื่อนำตัวเก็บประจุมาต่อแบบขนาน ความจุสมมูล มีค่าเพิ่มขึ้น ตามสมการ $$C = C_1 + C_2 + C_3 + ..$$

ตารางที่ 1 (ต่อ)

สาระฟิสิกส์	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
สาระฟิสิกส์ 3 ม.5/6	นำความรู้เรื่องไฟฟ้าสถิตไปอธิบายหลักการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้าบางชนิด และปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวัน	• ความรู้เรื่องไฟฟ้าสถิตสามารถนำไปอธิบายการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้าบางชนิด เช่น เครื่องกำจัดฝุ่นในอากาศ เครื่องพ่นสี เครื่องถ่ายลายนิ้วมือและเครื่องถ่ายเอกสาร • ความรู้เรื่องไฟฟ้าสถิตยังสามารถนำไปอธิบาย ปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวันได้ เช่น ฟ้าผ่า ประกายไฟจากการเสียดสีกันของวัตถุ ซึ่งช่วยให้สามารถป้องกันอันตรายที่อาจเกิดขึ้น
สาระฟิสิกส์ 3 ม.5/7	อธิบายการเคลื่อนที่ของอิเล็ก-ตรอนอิสระและกระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำ ความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำกับความเร็วลอยเลื่อนของอิเล็กตรอนอิสระความหนาแน่นของอิเล็กตรอนในลวดตัวนำและพื้นที่หน้าตัดของลวดตัวนำ และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง	• เมื่อต่อลวดตัวนำกับแหล่งกำเนิดไฟฟ้า อิเล็กตรอนอิสระที่อยู่ในลวดตัวนำจะเคลื่อนที่ในทิศตรงข้ามกับสนามไฟฟ้า ทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าซึ่งทิศของกระแสไฟฟ้ามีทิศทางเดียวกับสนามไฟฟ้าหรือมีทิศทางจากจุดที่มีศักย์ไฟฟ้าสูงไปยังจุดที่มีศักย์ไฟฟ้าต่ำกว่า • กระแสไฟฟ้าในตัวนำไฟฟ้ามีความสัมพันธ์กับความเร็วลอยเลื่อนของอิเล็กตรอนอิสระความหนาแน่นของอิเล็กตรอนอิสระในตัวนำและพื้นที่หน้าตัดของตัวนำ ตามสมการ $$I = nev_d A$$
สาระฟิสิกส์ 3 ม.5/8	ทดลอง และอธิบายกฎของโอห์ม อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างกับความยาวพื้นที่หน้าตัด และสภาพต้านทานของตัวนำโลหะที่อุณหภูมิคงตัว และคำนวณที่เกี่ยวข้อง รวมทั้ง อธิบายและคำนวณความต้านทานสมมูล	• เมื่ออุณหภูมิคงตัว กระแสไฟฟ้าในตัวนำโลหะความต่างศักย์ที่ปลายทั้งสองและความต้านทานของตัวนำนั้นมีความสัมพันธ์กันตามกฎของโอห์มเขียนแทนได้ด้วยสมการ $$I = \left(\frac{1}{R}\right)V$$ • ความต้านทานของวัตถุเมื่ออุณหภูมิคงตัว

ตารางที่ 1 (ต่อ)

สาระฟิสิกส์	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
	เมื่อนำตัวต้านทานมาต่อกันแบบอนุกรมและแบบขนาน	ขึ้นอยู่กับชนิดและรูปร่างของวัตถุตามสมการ $R=\rho\frac{l}{A}$ • เมื่อนำตัวต้านทานมาต่อแบบอนุกรม ความต้านทานสมมูลมีค่าเพิ่มขึ้น ตามสมการ $R=R_1+R_2+R_3+..$ • เมื่อนำตัวต้านทานมาต่อแบบขนาน ความต้านทานสมมูลมีค่าลดลง ตามสมการ $\frac{1}{R}=\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}+\frac{1}{R_3}+..$
สาระฟิสิกส์ 3 ม.5/9	ทดลอง อธิบาย และคำนวณอีเอ็มเอฟของแหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง รวมทั้งอธิบายและคำนวณพลังงานไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้า	• แหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง ตัวอย่างเช่น แบตเตอรี่เป็นอุปกรณ์ที่ให้พลังงานไฟฟ้าแก่วงจร พลังงานไฟฟ้าที่ประจุไฟฟ้าได้รับต่อหนึ่งหน่วย ประจุไฟฟ้าเมื่อเคลื่อนที่ผ่านแหล่งกำเนิดไฟฟ้า เรียกว่า อีเอ็มเอฟ คำนวณได้จากสมการ $\varepsilon=\triangle V+Ir$ • พลังงานไฟฟ้าที่ถูกใช้ไปในเครื่องใช้ไฟฟ้าในหนึ่งหน่วยเวลา เรียกว่า กำลังไฟฟ้า ซึ่งมีค่าขึ้นกับความต่างศักย์และกระแสไฟฟ้า คำนวณได้จากสมการ $W=I\triangle Vt$ และ $P=I\triangle V$
สาระฟิสิกส์ 3 ม.5/10	ทดลอง และคำนวณอีเอ็มเอฟสมมูลจากการต่อแบตเตอรี่แบบอนุกรมและแบบขนาน รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องในวงจรไฟฟ้ากระแสตรงซึ่งประกอบด้วยแบตเตอรี่	• เมื่อนำแบตเตอรี่มาต่อแบบอนุกรม อีเอ็มเอฟสมมูล และความต้านทานภายในสมมูลมีค่าเพิ่มขึ้น ตามสมการ $\varepsilon=\varepsilon_1+\varepsilon_2+...+\varepsilon_n$ และ $r=r_1+r_2+...+r_n$ ตามลำดับ • เมื่อนำแบตเตอรี่ที่เหมือนกันมาต่อแบบขนาน อีเอ็มเอฟสมมูลมีค่าคงเดิมและความ

ตารางที่ 1 (ต่อ)

สาระฟิสิกส์	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
	และตัวต้านทาน	ต้านทานภายในสมมูลมีค่าลดลงตามสมการ $\varepsilon = \varepsilon_1 = \varepsilon_2 = ... = \varepsilon_n$ และ $\frac{1}{r} = \frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} + ... + \frac{1}{r_n}$ ตามลำดับ • กระแสไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้ากระแสตรงที่ประกอบด้วยแบตเตอรี่และตัวต้านทานคำนวณได้ตามสมการ $I = \frac{\varepsilon}{R+r}$
สาระฟิสิกส์ 3 ม.5/11	อธิบายการเปลี่ยนพลังงานทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้า รวมทั้งสืบค้นและอภิปรายเกี่ยวกับเทคโนโลยีที่นำมาแก้ปัญหาหรือตอบสนองความต้องการทางด้านพลังงาน โดยเน้นด้านประสิทธิภาพและความคุ้มค่าด้านค่าใช้จ่าย	• การนำพลังงานทดแทนมาใช้เป็นการแก้ปัญหา หรือตอบสนองความต้องการด้านพลังงาน เช่น การเปลี่ยนพลังงานนิวเคลียร์เป็นพลังงานไฟฟ้าในโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ และการเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานไฟฟ้าโดยเซลล์สุริยะ • เทคโนโลยีต่าง ๆ ที่นำมาแก้ปัญหาหรือตอบสนอง ความต้องการทางด้านพลังงาน เป็นการนำความรู้ ทักษะและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาสร้าง อุปกรณ์หรือผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ที่ช่วยให้การใช้พลังงานมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

ดังนั้น จากการศึกษาผลการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้แกนกลาง สาระที่ 6 ฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในภาคเรียนที่ 2 ผู้วิจัยได้เลือกเรื่องที่จะใช้ในการวิจัยตามผลการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้แกนกลาง สาระที่ 6 ฟิสิกส์ เรื่อง ไฟฟ้ากระแส แสดงได้ในตารางที่ 2 ดังนี้

ตารางที่ 2 ตารางสรุปผลการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้แกนกลางที่ใช้ในการวิจัย

สาระฟิสิกส์	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
สาระฟิสิกส์ 3 ม.5/7	อธิบายการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนอิสระและกระแสไฟฟ้า ในลวดตัวนำ ความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำกับความเร็วลอยเลื่อนของอิเล็กตรอนอิสระความหนาแน่นของอิเล็กตรอนในลวดตัวนำและพื้นที่หน้าตัดของลวดตัวนำ และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง	• เมื่อต่อลวดตัวนำกับแหล่งกำเนิดไฟฟ้า อิเล็กตรอนอิสระที่อยู่ในลวดตัวนำจะเคลื่อนที่ในทิศตรงข้ามกับสนามไฟฟ้า ทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าซึ่งทิศของกระแสไฟฟ้ามีทิศทางเดียวกับสนามไฟฟ้าหรือมีทิศทางจากจุดที่มีศักย์ไฟฟ้าสูงไปยังจุดที่มีศักย์ไฟฟ้าต่ำกว่า • กระแสไฟฟ้าในตัวนำไฟฟ้ามีความสัมพันธ์กับความเร็วลอยเลื่อนของอิเล็กตรอนอิสระ ความหนาแน่นของอิเล็กตรอนอิสระในตัวนำ และพื้นที่หน้าตัดของตัวนำ ตามสมการ $$I = nev_d A$$
สาระฟิสิกส์ 3 ม.5/8	ทดลอง และอธิบายกฎของโอห์ม อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างกับความยาวพื้นที่หน้าตัด และสภาพต้านทานของตัวนำโลหะที่อุณหภูมิคงตัว และคำนวณที่เกี่ยวข้อง รวมทั้ง อธิบายและคำนวณความต้านทานสมมูลเมื่อนำตัวต้านทานมาต่อกันแบบอนุกรมและแบบขนาน	• เมื่ออุณหภูมิคงตัว กระแสไฟฟ้าในตัวนำโลหะความต่างศักย์ที่ปลายทั้งสองและความต้านทานของตัวนำนั้นมีความสัมพันธ์กันตามกฎของโอห์มเขียนแทนได้ด้วยสมการ $$I = \left(\frac{1}{R}\right)V$$ • ความต้านทานของวัตถุเมื่ออุณหภูมิคงตัวขึ้นอยู่กับชนิดและรูปร่างของวัตถุ ตามสมการ $$R = \rho\frac{l}{A}$$ • เมื่อนำตัวต้านทานมาต่อแบบอนุกรม ความต้านทานสมมูลมีค่าเพิ่มขึ้น ตามสมการ $$R = R_1 + R_2 + R_3 + ..$$ • เมื่อนำตัวต้านทานมาต่อแบบขนาน ความต้านทานสมมูลมีค่าลดลง ตามสมการ

ตารางที่ 2 (ต่อ)

สาระฟิสิกส์	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
		$\frac{1}{R}=\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}+\frac{1}{R_3}+..$
สาระฟิสิกส์ 3 ม.5/9	ทดลอง อธิบาย และคำนวณอีเอ็มเอฟของแหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง รวมทั้งอธิบายและคำนวณพลังงานไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้า	• แหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง ตัวอย่างเช่น แบตเตอรี่เป็นอุปกรณ์ที่ให้พลังงานไฟฟ้าแก่วงจร พลังงานไฟฟ้าที่ประจุไฟฟ้าได้รับต่อหนึ่งหน่วย ประจุไฟฟ้าเมื่อเคลื่อนที่ผ่านแหล่งกำเนิดไฟฟ้า เรียกว่า อีเอ็มเอฟ คำนวณได้จากสมการ $\varepsilon = \triangle V + Ir$ • พลังงานไฟฟ้าที่ถูกใช้ไปในเครื่องใช้ไฟฟ้าในหนึ่งหน่วยเวลา เรียกว่า กำลังไฟฟ้า ซึ่งมีค่าขึ้นกับความต่างศักย์และกระแสไฟฟ้า คำนวณได้จากสมการ $W = I\triangle Vt$ และ $P = I\triangle V$
สาระฟิสิกส์ 3 ม.5/10	ทดลอง และคำนวณอีเอ็มเอฟสมมูลจากการต่อแบตเตอรี่แบบอนุกรมและแบบขนาน รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องในวงจรไฟฟ้ากระแสตรงซึ่งประกอบด้วยแบตเตอรี่และตัวต้านทาน	• เมื่อนำแบตเตอรี่มาต่อแบบอนุกรม อีเอ็มเอฟสมมูล และความต้านทานภายในสมมูลมีค่าเพิ่มขึ้น ตามสมการ $\varepsilon = \varepsilon_1 + \varepsilon_2 + ... + \varepsilon_n$ และ $r = r_1 + r_2 + ... + r_n$ ตามลำดับ • เมื่อนำแบตเตอรี่ที่เหมือนกันมาต่อแบบขนาน อีเอ็มเอฟสมมูลมีค่าคงเดิม และความต้านทานภายในสมมูลมีค่าลดลง ตามสมการ $\varepsilon = \varepsilon_1 = \varepsilon_2 = ... = \varepsilon_n$ และ $\frac{1}{r}=\frac{1}{r_1}+\frac{1}{r_2}+...+\frac{1}{r_n}$ ตามลำดับ • กระแสไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้ากระแสตรงที่ประกอบด้วยแบตเตอรี่และตัวต้านทานคำนวณได้ตามสมการ $I = \frac{\varepsilon}{R+r}$

ตารางที่ 2 (ต่อ)

สาระฟิสิกส์	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
สาระฟิสิกส์ 3 ม.5/11	อธิบายการเปลี่ยนพลังงานทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้า รวมทั้งสืบค้นและอภิปรายเกี่ยวกับเทคโนโลยีที่นำมาแก้ปัญหาหรือตอบสนองความต้องการทางด้านพลังงาน โดยเน้นด้านประสิทธิภาพและความคุ้มค่าด้านค่าใช้จ่าย	• การนำพลังงานทดแทนมาใช้เป็นการแก้ปัญหา หรือตอบสนองความต้องการด้านพลังงาน เช่น การเปลี่ยนพลังงานนิวเคลียร์เป็นพลังงานไฟฟ้าในโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ และการเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานไฟฟ้าโดยเซลล์สุริยะ • เทคโนโลยีต่าง ๆ ที่นำมาแก้ปัญหาหรือตอบสนอง ความต้องการทางด้านพลังงาน เป็นการนำความรู้ ทักษะและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาสร้าง อุปกรณ์หรือผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ที่ช่วยให้การใช้พลังงานมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

ดังนั้น จากการศึกษาผลการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้แกนกลาง สาระที่ 6 ฟิสิกส์ ผู้วิจัยได้วิเคราะห์โครงสร้างของหน่วยการเรียนรู้ที่ 14 เรื่อง ไฟฟ้ากระแส ใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้ทั้งสิ้น 13 ชั่วโมง

2. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

2.1 ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

Lawson (1995) กล่าวว่า วัฏจักรการเรียนรู้ (Learning Cycle) เป็นรูปแบบของกระบวนการเรียนรู้ที่นักวิทยาศาสตร์ศึกษาได้คิดค้นขึ้น เพื่อให้ผู้เรียนสามารถใช้วิธีการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Inquiry Approach) ที่ต้องอาศัยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในการค้นพบความรู้หรือประสบการณ์การเรียนรู้อย่างมีความหมายด้วยตนเอง โดยมีพื้นฐานมาจากแนวทฤษฎีสร้างสรรค์ความรู้ (Constructivism)

ภพ เลาหไพบูลย์ (2540) กล่าวว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นการสอนที่เน้นกระบวนการแสวงหาความรู้ ที่จะช่วยให้นักเรียนได้ค้นพบความจริงต่างๆ ด้วยตนเอง โดยเน้นให้นักเรียนได้มีประสบการณ์ตรงในการเรียนรู้เนื้อหาวิชา โดยครูทำหน้าที่คล้ายผู้ช่วย และนักเรียน

ทำหน้าที่คล้ายผู้จัดการวางแผนการเรียน นักเรียนเป็นผู้เริ่มต้นในการจัดการเรียนการสอนด้วยตัวเอง มี ความกระตือรือร้นที่จะศึกษาหาความรู้ โดยวิธีการเช่นเดียวกับการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ และเปลี่ยนแนวความคิดจากการที่เป็นผู้รับความรู้ มาเป็นผู้แสวงหาความรู้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546) กล่าวว่า การเรียนการสอนโดยวิธีสืบเสาะหาความรู้เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องกันไปในลักษณะการเรียนรู้แบบวัฏจักร (Learning Cycle) หรือการเรียนรู้

ทิศนา แขมมณี (2555) กล่าวว่า การเรียนสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นสอนที่เน้นให้ผู้เรียนได้ใช้ทักษะและกระบวนการแสวงหาความรู้ ค้นคว้าความรู้ด้วยตนเอง มีประสบการณ์ตรงในการเรียนรู้ การฝึกปฏิบัติ และเรียนรู้ถึงวิธีการที่จะใช้สติปัญญาของตนเองในการแก้ปัญหา โดยการใช้คำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดแก้ปัญหาอย่างมีระบบระเบียบ ผู้เรียนจะได้ความรู้จากการคิด วิเคราะห์ แยกแยะ แก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง

กมลวรรณ กันยาประสิทธิ์ (2558) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ด้วยการสืบเสาะหาความรู้เป็นวิธีการหรือแนวทางที่ทำให้ผู้เรียนสร้างหรือได้รับองค์ความรู้ด้วยตัวผู้เรียนเองผ่านกระบวนการสำรวจตรวจสอบหรือทดลอง โดยมีครูทำหน้าที่เป็นผู้ช่วย (Facilitator) เพื่อให้ผู้เรียนได้ตระหนักรู้ว่า “เราได้องค์ความรู้ ต่าง ๆ มาได้อย่างไร หรือ How we know what we know” มากกว่าแค่รู้ว่า “เรารู้องค์ความรู้อะไร หรือ we know what we know”

วีณา ประชากูล และประสาท เนืองเฉลิม (2559) กล่าวว่า การเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการฝึกให้ผู้เรียนรู้จักศึกษาค้นคว้าหาความรู้ โดยผู้สอนมีบทบาทในการตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนได้ใช้กระบวนการทางความคิด หาเหตุผลจนค้นพบความรู้หรือแนวทางในการแก้ไขปัญหาที่ถูกต้องด้วยตนเอง แล้วสรุปออกมาเป็นหลักการ หรือวิธีการในการแก้ปัญหาและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ประโยชน์

จากที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นวิธีสอนที่เน้นให้ผู้เรียนค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการค้นพบความรู้หรือสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ เพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบและทำให้เกิดความเข้าใจได้ด้วยตนเอง

2.2 คุณลักษณะสำคัญของการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

ในการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ได้มีนักการศึกษาเสนอคุณลักษณะสำคัญของการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ไว้ดังนี้

National Research Council (2000) ได้สรุปการจัดกิจกรรมการเรียนรูแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ใน Inquiry and the National Science Education Standards จึงจำเป็นต้องคำนึงถึงคุณลักษณะสำคัญ 5 ประการดังนี้

1. ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจในคำถามทางวิทยาศาสตร์และสนใจที่จะหาคำตอบด้วยวิธีทางวิทยาศาสตร์

2. ผู้เรียนหาหลักฐานเพื่อใช้ในการตอบคำถาม โดยหลักฐานนั้นอาจจะมาจากการออกแบบวิธีการหาคำตอบ ลงมือเก็บหลักฐานด้วยตัวนักเรียนเอง หรือได้รับหลักฐานมาจากแหล่งอื่น โดยนักเรียนมีหน้าที่ลำดับความสำคัญของหลักฐานที่สามารถนำมาสร้างคำอธิบายเพื่อตอบคำถามได้

3. ผู้เรียนสร้างคำอธิบายจากหลักฐานการทดลองเพื่อคำตอบ

4. ผู้เรียนเชื่อมโยงคำอธิบาย พร้อมกับประเมินเปรียบเทียบกับคำอธิบายของตนเองกับคำอธิบายอื่น ๆ ที่อาจเป็นไปได้

5. ผู้เรียนสามารถสื่อสารและแสดงเหตุผลในการตอบคำถามที่เกี่ยวข้องได้

กมลวรรณ กันยาประสิทธิ์ (2558) ได้สรุปแนวคิดว่า การจัดกิจกรรมที่มีลักษณะเป็นการสืบเสาะหาความรู้จะมีคุณลักษณะสำคัญ 5 ประการดังต่อไปนี้

1. ผู้เรียนตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์ กล่าวว่า คนเราจะตั้งคำถามต่าง ๆ ได้ก็ต่อเมื่อเกิดการสังเกต เกิดปัญหาหรือข้อสงสัยต่าง ๆ ขึ้น ในตนเอง

2. ผู้เรียนให้ความสำคัญกับหลักฐานหรือประจักษ์พยานของคำถามที่ตั้งขึ้น จากคำถามที่ตั้งขึ้นผู้เรียนจะทำการปฏิบัติเพื่อหาคำตอบ ด้วยวิธีการต่าง ๆ เช่น จากการสำรวจตรวจสอบหรือจากการทดลอง ผู้เรียนจึงจำเป็นต้องเก็บข้อมูลด้วยความละเอียด ถูกต้องและแม่นยำ ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

3. ผู้เรียนสร้างคำอธิบายจากข้อมูลและหลักฐานที่มี เมื่อผู้เรียนได้เก็บข้อมูลต่าง ๆ ด้วยความละเอียดแล้ว ข้อมูลดิบที่ได้มาจะถูกนำมาวิเคราะห์และใช้เป็นหลักฐานในการใช้สร้างคำอธิบาย ดังนั้นผู้เรียนจึงจำเป็นต้องใช้เหตุผลในการคิดวิเคราะห์ด้วย วิธีการที่เหมาะสม อย่างซื่อสัตย์และสอดคล้องกับคำถามหรือปัญหาที่ตั้งไว้

4. ผู้เรียนเชื่อมโยงองค์ความรู้ที่ได้สู่องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เมื่อผู้เรียนได้หลักฐาน สามารถสร้างคำอธิบายและใช้กระบวนการสังเคราะห์ออกมาเป็นคำอธิบายของตนเองแล้ว ผู้เรียนควรได้ทำการสืบค้น เพื่อศึกษาเพิ่มเติมว่าจากองค์ความรู้ที่ผู้เรียนได้นั้น มีความสอดคล้องหรือแตกต่างจากองค์ความรู้เช่น หลักการกฎ ทฤษฎี หรือแนวคิดทาง

5. ผู้เรียนสื่อสารและประเมินองค์ความรู้ การที่ผู้เรียนได้สร้างองค์ความรู้จากการลงมือปฏิบัติและสืบเสาะด้วยตนเอง ความรู้ใหม่ที่ได้ จะช่วยให้ผู้เรียนรู้สึกเห็นคุณค่าของการทำงาน

จากที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่าคุณลักษณะสำคัญของการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ คือ การที่ผู้เรียนจะต้องเกิดแรงจูงใจและสนใจเกี่ยวกับวิธีการทางวิทยาศาสตร์ มีการค้นหาข้อมูลหรือหลักฐานเพื่อใช้ในการตอบคำถาม อธิบายความรู้จากหลักฐาน เชื่อมโยงคำอธิบายพร้อมกับประเมินเปรียบเทียบกับคำอธิบายของตนเองกับคำอธิบายอื่น ๆ ที่อาจเป็นไปได้ และสามารถสื่อสารและแสดงเหตุผลในการตอบคำถามที่เกี่ยวข้องได้

2.3 ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

กระบวนการสืบเสาะหาความรู้เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ครูจะต้องส่งเสริมให้นักเรียนได้ใช้ความคิดตนเอง และค้นหาความรู้ สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองให้ได้มากที่สุด โดยมีนักวิชาการได้กล่าวถึงขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ดังนี้

นันทิยา บุญเคลือบ (2540 ; อ้างอิงจาก Biological Science Curriculum Study, 1997) กล่าวถึงขั้นตอนของกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ออกเป็น 5 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน (Engagement) ขั้นนี้มีลักษณะเป็นการแนะนำบทเรียน กิจกรรมจะประกอบด้วยการซักถามปัญหา การทบทวนความรู้เดิม การทำหนดกิจกรรมที่จะเกิดขึ้นในการเรียนการสอนและเป้าหมายที่ต้องการ

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจ (Exploration) ขั้นนี้กระตุ้นให้ผู้เรียนได้เกิดการปรับขยายความคิด โดยที่ผู้เรียนได้รับคำแนะนำ คำชี้แจง และวัสดุอุปกรณ์อย่างเพียงพอที่มีปฏิสัมพันธ์กับแนวคิด ผู้สอนไม่ควรบอกผู้เรียนว่าจะต้องเรียนอะไรและต้องไม่อธิบายแนวคิดให้แนวทางและคำแนะนำ เพื่อให้การสำรวจดำเนินต่อไปได้ ผู้เรียนรับผิดชอบต่อการสำรวจวัสดุและการเก็บรวบรวมหรือการบันทึกข้อมูลของตนเอง

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบาย (Explanation) ขั้นนี้มุ่งหาสิ่งอำนวยความสะดวกทางจิตใจให้แก่ผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนวางแนวคิดเกี่ยวกับบทเรียนที่จะได้รับการสร้างขึ้นด้วยความร่วมมือกันระหว่างทั้งผู้เรียนและผู้สอนในการเลือกและจัดทำสภาพแวดล้อมของชั้นเรียน ช่วยให้เกิดการปรับขยายโครงสร้างความคิด ผู้สอนแนะแนวผู้เรียนจนตั้งคำอธิบายของตนเองเกี่ยวกับแนวคิด ซึ่งจะนำผู้เรียนไปสู่ระยะต่อไปโดยอัตโนมัติ

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ (Expansion) ขั้นนี้มุ่งกระตุ้นความร่วมมือของกลุ่ม ผู้เรียนได้จัดระเบียบประสบการณ์ทางความคิดจากการค้นพบ แล้วทำการเชื่อมโยงระหว่างประสบการณ์เดิมกับประสบการณ์ใหม่ ในสิ่งที่ผู้เรียนได้เรียนรู้มาแล้ว แนวคิดที่สร้างขึ้นต้องเชื่อมโยงกับความคิดอื่นหรือประสบการณ์อื่นที่สัมพันธ์กันเพื่อช่วยผู้เรียนประยุกต์ใช้สิ่งที่ได้เรียนรู้ โดยการขยายตัวอย่างหรือโดยการจัดประสบการณ์เชิงการสำรวจเพิ่มเติมเพื่อพัฒนาส่วนบุคคลของผู้เรียน

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินผล (Evaluation) ขั้นนี้เป็นการทดสอบมาตรฐานการเรียนรู้การเรียนรู้มักจะเกิดขึ้นในสัดส่วนการเพิ่มขึ้นที่น้อยกว่าการยกระดับทางความคิดที่มีการหยั่งรู้จริงที่เป็นไปได้ ดังนั้น การประเมินผลควรต่อเนื่องซึ่งไม่ใช่การสิ้นสุดของบทหรือของวิธีการของหน่วยการเรียนการวัดหลายชนิดมีความจำเป็นต่อการจัดทำการประเมินโดยรวมในการเรียนรู้ของผู้เรียนและเพื่อกระตุ้นการสร้างแนวคิดทางจิตใจและทักษะกระบวนการประเมินผลรวมถึงในแต่ละระยะของวัฏจักรการเรียนรู้ไม่ใช่เพียงจัดทำเฉพาะตอนสุดท้าย

ภพ เลาหไพบูลย์ (2542) ได้กล่าวถึงขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะความรู้ได้ 3 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 การสำรวจสถานการณ์ต่าง ๆ ได้แก่ วัสดุปรากฏการณ์หาคำอธิบายทั่วไปและตั้งสมมติฐาน เสนอแนะการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐาน

ขั้นที่ 2 เป็นการรูปแบบแนวคิด หลักการต่างๆ

ขั้นที่ 3 เป็นการสืบค้นหาความรู้เมื่อได้มโนมติหลักการต่าง ๆ แล้วทำการขยายแนวคิดหรือหลักการไปใช้ในสถานการณ์ใหม่โดยเริ่มทำการสำรวจใหม่อีกเป็นวงจรของการเรียนรู้ (Learning Cycle) ทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิธีที่จะเรียน (Learning How to Learn)

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546) กล่าวถึงขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจ ซึ่งเกิดขึ้นจากความสงสัยหรืออาจเริ่มจากความสนใจของตัวนักเรียนเองหรือเกิดจากการอภิปรายภายในกลุ่มหรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เพิ่งเรียนรู้มาแล้วเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถามกำหนดประเด็นที่ศึกษา

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) การวางแผนกำหนดแนวทางสำหรับการตรวจสอบตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติ เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลข้อสนเทศ หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ วิธีการตรวจสอบอาจทำได้หลาย เช่นทำการทดลอง การใช้คอมพิวเตอร์เพื่อช่วยสร้างสถานการณ์จำลอง (Simulation) การศึกษาหาข้อมูลจากเอกสารอ้างอิงหรือจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะใช้ในขั้นต่อไป

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) นำข้อมูลข้อสนเทศที่ได้วิเคราะห์แปลผล สรุปผลและนำเสนอผล ที่ได้ในรูปต่าง ๆ เช่น บรรยายสรุป สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์หรือรูปวาดสร้างตาราง ฯลฯ การค้นพบในขั้นนี้อาจเป็นไปได้หลายทาง เช่น สนับสนุนสมมติฐานที่ตั้งไว้ โต้แย้งกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ หรือไม่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่ได้กำหนดไว้ แต่ผลที่ได้จะอยู่ในรูปใดก็สามารถสร้างความรู้และช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือความคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติมหรือนำแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่น ๆ ถ้าใช้อธิบายเรื่องต่าง ๆ ได้มากก็แสดงว่าข้อจำกัดน้อย ซึ่งจะช่วยให้เชื่อมโยงกับเรื่องต่าง ๆ และทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมิน (Evaluation) เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด จากขั้นนี้จะนำไปสู่การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่น ๆ

จากขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สรุปได้ว่าการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่มีลำดับขั้นตอนต่อเนื่อง ที่เน้นให้ผู้เรียนค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง เพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบและทำให้เกิดความเข้าใจได้ด้วยตนเอง ซึ่งในวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้เลือกใช้ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีซึ่งเนื่องจาก เป็นขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ที่ได้รับการพัฒนามาแล้วและเหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียน ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอน คือ

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นขั้นตอนที่ครูตั้งคำถาม จัดสถานการณ์หรือมีการนำกิจกรรมต่าง ๆ เพื่อเริ่มนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่ต้องการให้นักเรียนเกิดสนใจ เกิดความอยากเรียนรู้ในเรื่องดังกล่าวและให้นักเรียนสามารถนำความรู้หรือเรื่องที่สนใจเชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เพิ่งเรียนรู้มาแล้ว

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนวางแผนในการค้นหาคำตอบของปัญหาหรือสถานการณ์ต่าง ๆ มีการกำหนดแนวทางสำหรับการตรวจสอบ การตั้งสมมติฐาน เก็บรวบรวมข้อมูลต่างจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ มีการศึกษาหาข้อมูลจากเอกสารอ้างอิงและทำการลงมือปฏิบัติ โดยครูมีหน้าที่จัดเตรียมแหล่งค้นคว้า คอยชี้แนะแนวทางเพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบของปัญหา

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เป็นขั้นตอนที่ให้นักเรียนนำข้อมูลที่ได้วิเคราะห์ แปลผล สรุปผลและนำเสนอผลที่ได้ ทั้งจะอยู่ในรูปแบบบรรยายสรุป สร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ โดยครูมีหน้าที่ชี้แนะเพิ่มเติมองค์ความรู้ที่ถูกต้องหรือเพิ่มเติมความรู้ในส่วนที่ขาดหายให้กับนักเรียน

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนนำความรู้มาตอบปัญหาหรือสถานการณ์ใหม่ โดยครูเป็นผู้สร้างสถาการณ์ เหตุการณ์ กิจกรรมใหม่ ๆ ขึ้นเพื่อให้นักเรียนนำความรู้มาประยุกต์ใช้และเชื่อมโยงความรู้กับเรื่องต่าง ๆ เพื่อทำให้นักเรียนเกิดความรู้กว้างขวางขึ้น

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมิน (Evaluation) เป็นขั้นที่นักเรียนประเมินความเข้าใจของตัวเอง แสดงออกถึงความรู้ความเข้าใจ จากการทำแบบทดสอบหรือการสรุปองค์ความรู้ต่าง ๆ เพื่อประเมินพัฒนาการเรียนรู้ของตัวเอง โดยครูมีหน้าที่กระตุ้นให้นักเรียนได้นำความรู้มาใช้ประเมินพัฒนาการของตัวเอง และทำหน้าที่วัดและประเมินพัฒนาการการเรียนรู้หรือทักษะของนักเรียนพร้อมทั้งหาหลักฐานที่แสดงให้เห็นว่านักเรียนได้เปลี่ยนความคิด หรือพฤติกรรม

2.4 บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้

2.4.1 บทบาทของครูในการจัดการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้

ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ครูจะต้องปรับพฤติกรรมและบทบาทการสอนให้เหมาะสมกับการเรียนรู้ของนักเรียน ซึ่งได้มีนักการศึกษาได้กล่าวถึงบทบาทครูไว้ดังนี้

Callahan (1991) ได้กล่าวถึงบทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สามารถสรุปได้ 6 หัวข้อดังนี้

1. ครูมีหน้าที่ให้คำแนะนำกับนักเรียนเรียนมากกว่าบอกให้นักเรียนทำตาม

2. ครูตั้งคำถาม เลือกประเด็นที่นำสนใจ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเรียนคิดและพยายามค้นหาคำตอบ

3. ในขณะที่นักเรียนค้นหาคำตอบ ครูควรแนะนำในการค้นพบโดยหาความชัดเจนกับปัญหา

4. ครูพยายามสร้างบรรยากาศในชั้นเรียนที่เป็นการส่งเสริมการสร้างข้อคาดเดาการตั้งข้อสงสัยและการคิดแก้ปัญหา

5. สนับสนุนให้นักเรียนตั้งสมมติฐานและเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ทำการตรวจสอบสมมติฐานด้วยตนเอง

6. ช่วยนักเรียนในการวิเคราะห์และประเมินความคิดของตนเอง โดยเปิดโอกาสให้มีการอภิปรายเปิดในชั้นเรียน และพยายามกระตุ้นให้นักเรียนพยายามคิดโดยไม่มีการข่มขู่เมื่อคำตอบไม่เป็นไปตามที่คาดหวัง

ภพ เลาหไพบูลย์ (2540) ได้กล่าวว่า บทบาทหน้าที่ของครูในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ คือเป็นผู้สร้างสถานการณ์ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมต่าง ๆ ด้วยตัวนักเรียนเอง เป็นผู้จัดหาวัสดุ อุปกรณ์เพื่ออำนวยความสะดวกในการศึกษาค้นคว้า เป็นผู้ถามคำถามต่าง ๆ ที่จะช่วยนำทางให้นักเรียนค้นหาความรู้ต่าง ๆ

สุวิมล เขี้ยวแก้ว (2540) ได้กล่าวถึงบทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ได้ 10 ข้อดังต่อไปนี้

1. เป็นผู้วางแผนเลือกและจัดหาอุปกรณ์สร้างสถานการณ์ในชั้นเรียนกำหนดเวลาและขั้นตอนการสอน

2. เริ่มบทเรียนโดยการสังเกตความพร้อมของนักเรียนก่อนที่จะให้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ

3. สร้างปัญหาเพื่อนำไปสู่การค้นคว้า โดยพยายามให้นักเรียนนิยามปัญหาอย่างชัดเจน

4. มอบหมายให้นักเรียนกำหนดวิธีการแก้ปัญหาและการวางแผนที่จะแก้ปัญหาให้ลุล่วงด้วยตนเอง

5. ครูแนะนำอุปกรณ์วิธีใช้และข้อควรระวังต่าง ๆ

6. ครูใช้คำถามอย่างเหมาะสมเพื่อให้นักเรียนได้ฝึกความคิดอย่างเป็นระบบ โดยใช้ความสามารถขั้นสูงของสมองอย่างเหมาะสมและในขณะเดียวกันครูฝึกให้นักเรียนตั้งคำถาม เพื่อถามครูในสิ่งที่ยังสงสัยโดยครูไม่จำเป็นต้องรีบตอบคำถามของนักเรียนแต่ควรจะแนวทางให้นักเรียนสามารถค้นหาคำตอบได้ด้วยตนเอง

7. ครูควรสังเกตลำดับขั้นตอนในการคิดหาเหตุผลของนักเรียนและให้คำแนะนำเกี่ยวกับขั้นตอนต่าง ๆ เมื่อจำเป็น ด้วยการกระตุ้นให้นักเรียนพยายามหาคำตอบได้ด้วยตนเองมากกว่าที่ครูจะแนะนำให้ทั้งหมด

8. ถ้าปัญหาใดยากเกินไป นักเรียนไม่สามารถวางแผนแก้ปัญหาได้ ครูก็ควรจะช่วยเหลือโดยการเป็นสมาชิกคนหนึ่งในกลุ่มการทดลองนั้น

9. ครูควรให้กำลังใจนักเรียนมากกว่าวิพากวิจารณ์หรือการทำโทษ

10. ครูควรพยายามชี้ให้นักเรียนตระหนักถึงข้อดีของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยให้นักเรียนได้แสวงหาความรู้ด้วยตนเองเพื่อนักเรียนจะได้มีเจตคติที่ดีต่อการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546) ได้ให้ข้อเสนอสำหรับครูในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ดังนี้

1. ครูจะต้องเป็นผู้คอยกระตุ้นให้นักเรียนได้คิด ได้ซักถาม ครูต้องพยายามสร้างแรงจูงใจให้เกิดในตัวนักเรียนเมื่อเขาสามารถทำงานสำเร็จ ครูจะต้องคอยเสริมแรงให้เกิดตลอดเวลา

2. ครูจะต้องเป็นผู้กำกับและจดระเบียบต่าง ๆ ของการทำกิจกรรมเพื่อฝึกให้นักเรียนทำงานอย่างมีระเบียบและดำเนินกิจกรรมอย่างถูกขั้นตอน

3. ครูจะต้องคอยสร้างบรรยากาศในชั้นเรียนให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นอยากคิดหาคำตอบของปัญหา

4. ครูจะต้องให้คำแนะนำหรือให้ข้อมูลแก่นักเรียนเมื่อเกิดความสงสัยและช่วยแนะนำแนวทางในการแก้ปัญหา

5. ครูไม่ควรชี้แนะปัญหาให้กับนักเรียนโดยการบอกข้อเท็จจริง ควรใช้คำถามเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหานั้น ๆ

6. ครูจะต้องไม่ด่วนสรุปข้อมูลด้วยตนเองควรเปิดโอกาสให้มีการอภิปรายซักถามเพื่อจะได้เกิดแนวคิดกว้างขวางยิ่งขึ้นแล้วจึงให้นักเรียนเป็นผู้สรุป

7. ครูจะต้องพยายามหาวิธีสอนหลาย ๆ วิธีมาช่วยในการสอนด้วยจะทำให้นักเรียนมีความเข้าใจยิ่งขึ้น

จากที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่าบทบาทครูในการจัดการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ ครูจะต้องผู้วางแผน ต้องคอยกระตุ้นให้นักเรียนได้คิดหรือใช้ความรู้ แนะนำแนวทาง และต้องหาวิธีการสอนที่เหมาะสมกับนักเรียน เพื่อให้การเรียนรู้ของนักเรียนเกิดประสิทธิภาพมากที่สุด

2.4.2 บทบาทของนักเรียนในการจัดการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้

ในการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนจะต้องมีพฤติกรรมที่เหมาะสมกับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งได้มีนักการศึกษาได้กล่าวถึงบทบาทของนักเรียนไว้ดังนี้

Trowbridge and Bybee (1996) ได้กล่าวถึงบทบาทของนักเรียนที่สอดคล้องกับขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ดังนี้

1. การสร้างความสนใจ โดยผู้เรียนถามคำถาม เช่น ทำไมสิ่งนี้จึงเกิดขึ้นฉันได้เรียนรู้อะไรบ้างเกี่ยวกับสิ่งนี้ แสดงความสนใจ

2. การสำรวจและค้นหา โดยผู้เรียนคิดอย่างอิสระแต่อยู่ในขอบเขตของกิจกรรม ทดสอบการคาดคะเนและสมมติฐาน คาดคะเนและตั้งสมมติฐานใหม่ พยายามหาทางเลือกในการแก้ปัญหาและอภิปรายทางเลือกเหล่านั้นกับคนอื่น บันทึกการสังเกตและให้ข้อคิดเห็น และลงข้อสรุป

3. การอธิบายและลงข้อสรุป โดยผู้เรียนอธิบายการแก้ปัญหาหรือคำตอบที่ซับซ้อน ฟังคำอธิบายของคนอื่นอย่างคิดวิเคราะห์ถามคำถามเกี่ยวกับสิ่งที่คนอื่นได้อธิบาย ฟังและพยายามทำความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งที่ครูอธิบายอ้างอิงกิจกรรมที่ได้ปฏิบัติมาแล้ว ใช้ข้อมูลที่ได้จากการบันทึกหรือสังเกตในการอธิบาย

4. การขยายความรู้ โดยผู้เรียนอธิบายการแก้ปัญหาหรือคำตอบที่ซับซ้อน ฟังคำอธิบายของคนอื่นอย่างคิดวิเคราะห์ถามคำถามเกี่ยวกับสิ่งที่คนอื่นได้อธิบาย ฟังและพยายามทำความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งที่ผู้สอนอธิบาย อ้างอิงกิจกรรมที่ได้ปฏิบัติมาแล้ว ใช้ข้อมูลที่ได้จากการบันทึกหรือสังเกตในการอธิบาย

5. การประเมินผล โดยผู้เรียนตอบคำถามปลายเปิด โดยใช้การสังเกต หลักฐานและคำอธิบายที่ยอมรับมาแล้ว แสดงออกถึงความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับความคิดรวบยอดหรือทักษะ ประเมินความก้าวหน้าด้วยตนเอง ถามคำถามเพื่อให้มีการตรวจสอบต่อไป

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546) ได้ให้ข้อเสนอสำหรับนักเรียนในการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ดังนี้

1. พยายามค้นพบสิ่งที่เรียนรู้ด้วยตนเอง

2. ใช้หลักการต่างๆ ใช้ทักษะการสังเกต การใช้เครื่องมือ การดำเนินการทดลอง การบันทึกข้อมูล การอภิปรายและการสรุป ซึ่งนำไปสู่การคิดและหลักเกณฑ์ที่สำคัญของบทเรียน

3. แสดงความรู้สึกและความคิดเห็นอย่างมีอิสระและมีเหตุผล

4. พูดซักถามหรือโต้แย้งในสิ่งที่นักเรียนเชื่อมั่นและมีเหตุผล

จากที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่าบทบาทของนักเรียนในการจัดการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนจะต้องแสดงความสนใจที่จะเรียนรู้ มีเหตุผลในการตอบคำถามหรือแสดงความรู้สึกความคิดเห็นต่าง ๆ ตั้งคำถามหรืออธิบายความรู้เพื่อประเมินความเข้าใจทักษะหรือความก้าวหน้าในการเรียนรู้ด้วยตัวเอง

3. การจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธี STAR

3.1 ความเป็นมาของกลวิธี STAR

การสอนแก้โจทย์ปัญหาด้วยกลวิธี STAR (STAR Strategy Steps) ซึ่งเป็นกลวิธีการสอนให้นักเรียนแก้ปัญหาทางวิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้กลวิธีการจำตัวอักษรตัวแรกของชื่อลำดับขั้น (First Letter Mnemonic Strategy) ของการแก้ปัญหา ดังนี้

Nagel, Schumaker and Deshler (1986) กล่าวว่า กลวิธีการจำตัวอักษรตัวแรกของชื่อลำดับขั้น (First Letter Mnemonic Strategy) คือ การออกแบบเพื่อช่วยพฤติกรรมของนักเรียนดีขึ้นในสถานการณ์ทดสอบ บทบาทของกลวิธีการจำตัวอักษรตัวแรกของชื่อลำดับขั้น (First Letter Mnemonic Strategy) ได้แก่

1. นักเรียนสามารถลงข้อความเอกลักษณ์ของข้อมูลในหนังสือของเขา นั่นคือใจความสำคัญ

2. นักเรียนสามารถตั้งหัวข้อที่เหมาะสมหรือแบ่งประเภทสำหรับแต่ละข้อความของข้อมูล

3. นักเรียนสามารเลือกกลไกที่ช่วยในการจดจำสำหรับแต่ละข้อความของเรื่อง

4. นักเรียนสามารถจดจำแต่ละข้อความ

Ellis and Lenz (1996) กล่าวว่า กลวิธีการจำตัวอักษร ซึ่งเกิดจากการนำตัวอักษรแรกของแต่ละขั้นตอนมาทำให้เกิดคำใหม่และให้นักเรียนจดจำ สามารถใช้เป็นเครื่องมือหนึ่งเพื่อช่วยให้นักเรียนสามารถจดนำขั้นตอนหรือวิธีการทำเป็นลำดับได้

Ehren (2005) กล่าวว่า กลวิธีการใช้ตัวอักษร (letter) โดยการจำชื่อย่อซึ่งเกิดจากอักษรต้นของชื่อเต็มผสมกัน เช่น กลวิธี STAR ซึ่งเกิดจาก Search Translate Answer Review เป็นการสอนในรูปแบบหนึ่งที่ช่วยในการพัฒนาความจำซึ่งเป็นกลวิธีหนึ่งที่ช่วยให้ระบบความจำของนักเรียนดีขึ้นเมื่อได้รับข้อมูลใหม่เพิ่มเติม ซึ่งกลวิธีนี้สามารถใช้ได้ทุกระดับความสามารถและทุกระดับชั้น

Maccini and Gagnon (2006) ได้พัฒนาการสอนการแก้ปัญหาโดยใช้กลวิธี STAR ขึ้นเพื่อชี้แนะนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียน สามารถใช้กระบวนการแก้ปัญหาและลำดับขั้นตอนย่อยครบทั้งกระบวนการในการแสดงความหมายและหาคำตอบของปัญหา เพื่อเป็นพื้นฐานสู่การเป็นนักแก้ปัญหาที่ดี

Oas, Schumaker and Deshler (2011) ได้เสนอแนะเครื่องมือสำหรับการเรียนรู้ในระดับมัธยมศึกษาว่า กลวิธีการใช้ตัวอักษรตัวแรกช่วยในการจำออกแบบมาเพื่อช่วยจำแนกข้อมูลที่สำคัญต่อการเรียนจำแนกรายละเอียดและจดจำรายละเอียดแต่ละขั้นโดยใช้เครื่องช่วยจำคือตัวอักษรตัวแรกของแต่ละขั้น

จากที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่าความเป็นมาของกลวิธี STAR เป็นหนึ่งในเครื่องมือของการสอนหรือกระบวนการหนึ่งเพื่อช่วยให้นักเรียนสามารถใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาและหาคำตอบของโจทย์ปัญหาให้ได้ดียิ่งขึ้น โดยการจดจำรายละเอียดแต่ละขั้นโดยใช้เครื่องช่วยจำคือตัวอักษรตัวแรกของแต่ละขั้น

3.2 ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธี STAR

ในการจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธี STAR ได้มีกลุ่มนักการศึกษาเสนอขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธี STAR ไว้ดังนี้

Nagel, Schumaker and Deshler (1986) ได้อธิบายวิธีการดำเนินการสอนได้ 8 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 ทดสอบก่อนเรียนและบอกจุดประสงค์การเรียนรู้ เป็นการวัดทักษะของนักเรียนโดยพิจารณาการสร้างข้อความเพื่อจดจำและทำให้นึกถึงข้อมูลเหล่านั้น เพื่อจุดประสงค์การเรียนรู้ของนักเรียนโดยใช้กลวิธีการจำตัวอักษรแรกของชื่อลำดับขั้น (First Letter Mnemonic Strategy)

ขั้นที่ 2 อธิบาย โดยให้นักเรียนแบ่งปันการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีการจำตัวอักษรแรกของชื่อลำดับขั้น (First Letter Mnemonic Strategy) ให้นักเรียนได้อธิบายสำหรับลักษณะโดยรวม

ของสถานการณ์ที่ต้องใช้กลวิธีในการนำมาใช้ ให้อธิบายถึงประโยชน์ที่นักเรียนได้ความรู้มากขึ้นในการใช้กลวิธีนี้ อธิบายขั้นตอนสำหรับการออกแบบเครื่องมือที่ช่วยในการจดจำข้อความ

ขั้นที่ 3 ยกตัวอย่าง ให้นักเรียนสาธิตการสร้างข้อความอย่างไร ออกแบบเครื่องมือที่ช่วยในการจดจำ และการจดจำข้อมูลจากข้อความ

ขั้นที่ 4 การระบุตัวอักษร เพื่อความแน่ใจนักเรียนสามารถตรวจสอบด้วยตัวเขาเองตามขั้นตอนกลวิธีการจำตัวอักษรแรกของลำดับขั้น (First Letter Mnemonic Strategy)

ขั้นที่ 5 การตอบสนองและวิธีปฏิบัติการตรวจสอบ สอนนักเรียนถึงการปฏิบัติ 5 ขั้นตอนสำหรับการสร้างเครื่องช่วยจดจำ และ 4 ใน 5 ขั้นตอนสำหรับการสร้าง และการจดจำข้อความที่ครอบคลุม เราเรียกว่าการกระตุ้นการตรวจสอบ

ขั้นที่ 6 การตอบสนองและการปฏิบัติตามระดับชั้น-ความเหมาะสม เพื่อให้นักเรียนของคุณเข้าใจชำนาญในการใช้กลวิธีการจำตัวอักษรแรกของชื่อล้าดับขั้น (First Letter Mnemonic Strategy) เพื่อศึกษาสำหรับการทดสอบในชั้นเรียนที่สำคัญ

ขั้นที่ 7 พูดคุยสิ่งที่ประสบความสำเร็จถึงจุดประสงค์และทดสอบหลังเรียน การวัดทักษะของนักเรียนโดยพิจารณา การสร้างข้อความเพื่อการจดจำ และการนึกถึงข้อมูลในข้อความนั้น การประสบความสำเร็จในจุดประสงค์ของนักเรียนที่ใช้กลวิธีการจำตัวอักษรแรกของชื่อลำดับขั้น (First Letter Mnemonic Strategy) เพื่อศึกษาสำหรับแบบทดสอบในวิชาที่ปฏิบัติได้

ขั้นที่ 8 การลงความเห็น

Maccini (1998) อธิบายว่าขั้นตอนหลักของกลวิธี STAR จะประกอบด้วยขั้นตอนย่อยเพื่อช่วยให้นักเรียนสามารถวิเคราะห์โจทย์เพื่อหาคำตอบได้ รายละเอียดของแต่ละขั้นตอนเป็นดังนี้

ขั้นที่ 1 S (Search the word problem) ศึกษาโจทย์ปัญหา แยกแยะประเด็นของปัญหาดำเนินการ

1. อ่านโจทย์อย่างละเอียด
2. ถามตัวเองว่า ทราบข้อมูลอะไรจากโจทย์บ้าง และโจทย์ต้องการให้หาอะไร
3. เขียนข้อมูลดังกล่าวลงไป

ขั้นที่ 2 T (Translate the problem) แปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ปัญหาไปสู่สมการในแบบรูปภาพ หรือสมการทางคณิตศาสตร์ โดยอาจเลือกใช้สื่อหรือสัญลักษณ์ดังนี้

- สื่อที่เป็นรูปธรรม (Concrete application: C) ใช้วัตถุจริงหรือสื่อเสมือนจริง
- สื่อที่เป็นตัวแทนวัตถุจริง (Semiconcrete application: S) วาดรูปภาพ แผนภาพ หรือเขียนตารางแสดงความหมาย
- สัญลักษณ์ที่เป็นนามธรรม (Abstract application: A) หานัยทั่วไป นำเสนอให้อยู่ในรูปนิพจน์ของพีชคณิต หรือเขียนสมการเชิงพีชคณิต

ขั้นที่ 3 A (Answer the problem) หาคำตอบของโจทย์ปัญหา

ขั้นที่ 4 R (Review the solution) ทบทวนคำตอบ

1. ทบทวนโจทย์ปัญหาอีกครั้ง
2. ถามตัวเองว่า คำตอบที่ได้สมเหตุสมผลหรือไม่
3. ตรวจสอบคำตอบอีกครั้ง

Maccini and Ruhl (2000) ซึ่งได้ทดลองโดยใช้กลวิธี STAR ในการแก้ปัญหาพบว่า การจำขั้นตอนแก้ปัญหาโดยใช้ตัวอักษรตัวแรกของลำดับขั้นช่วยให้นักเรียนระลึกลำดับขั้นตอนได้จากคำศัพท์ที่รู้จัก คุ้นเคย และช่วยให้สามารถแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับจำนวนเต็มได้ ขั้นตอนหลักของกลวิธี STAR ประกอบด้วย 4 ขั้นดังนี้

ขั้นที่ 1 S (Search the word problem) การศึกษาโจทย์ปัญหา

ขั้นที่ 2 T (Translate the problem) การแปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ปัญหา

ขั้นที่ 3 A (Answer the problem) การหาคำตอบของโจทย์ปัญหา

ขั้นที่ 4 R (Review the solution) ทบทวนคำตอบ

Maccini and Gagnon (2006) กล่าวว่า กลวิธี STAR ประกอบด้วยลักษณะสำคัญดังนี้

1. เป็นเครื่องมือสำหรับช่วยให้นักเรียนจำกลวิธีที่ใช้ ซึ่งสร้างรูปแบบถ้อยคำจากตัวอักษรตัวแรกของลำดับขั้น
2. ขั้นตอนของกลวิธีใช้ถ้อยคำที่คุ้นเคย ง่าย สั้นกะทัดรัด ช่วยให้นักเรียนเข้าใจได้
3. ขั้นตอนของกลวิธีเรียงลำดับอย่างเหมาะสม เช่น นักเรียนอ่านโจทย์ปัญหาอย่างละเอียดถี่ถ้วนก่อนลงมือแก้ปัญหา และนำไปสู่ผลลัพธ์ที่ได้ เช่น แก้ปัญหาคณิตศาสตร์อย่างประสบความสำเร็จ
4. ขั้นตอนของกลวิธีกระตุ้นให้นักเรียนใช้ความสามารถด้านความรู้ เช่น ใช้การวิเคราะห์ในการแก้ปัญหา
5. ขั้นตอนของกลวิธีใช้กระตุ้นให้นักเรียนสามารถควบคุมตนเองใช้ความสามารถแก้ปัญหาได้ เช่น ตรวจสอบคำตอบแล้วหรือไม่

จากขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธี STAR สรุปได้ว่าการจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธี STAR เป็นวิธีการสอนอย่างหนึ่งที่ช่วยให้ผู้เรียนสามารถจำขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหา โดยจำตัวอักษรตัวแรกของชื่อลำดับขั้น โดยมีขั้นตอนในการแก้ปัญหาทั้งหมด 4 ขั้น คือ ขั้นที่ 1 ศึกษาโจทย์ปัญหา (S : Search the word problem) หมายถึง ขั้นที่นักเรียนต้องพิจารณาอ่านโจทย์ปัญหาอย่างละเอียดถี่ถ้วนพร้อมทำความเข้าใจโจทย์ปัญหาและระบุคำสำคัญในโจทย์ปัญหา กำหนดให้สิ่งที่โจทย์ต้องการให้หาก่อนทำการแก้โจทย์ปัญหาต่อไป ขั้นที่ 2 แปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ปัญหา (T : Translate the problem) หมายถึง ขั้นที่นักเรียนจะต้องนำข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์มาแปลงเป็นสัญลักษณ์ รูปภาพ

แผนภาพ ตารางข้อมูลหรือนำไปสู่การเขียนสมการทางคณิตศาสตร์ การวางแผนเลือกใช้สูตรและหลักการทางฟิสิกส์ที่เกี่ยวข้องกับการแก้โจทย์ปัญหา ขั้นที่ 3 หาคำตอบของโจทย์ปัญหา (A : Answer the problem) หมายถึง ขั้นที่นักเรียนต้องดำเนินการแก้ปัญหาด้วยวิธีการต่าง ๆ เพื่อหาคำตอบที่โจทย์ต้องการ โดยเริ่มจากการเขียนสูตรหรือสมการที่เกี่ยวข้อง แทนค่าตัวแปรที่ทราบค่าลงในสูตร และทำการคำนวณหาค่าตัวตัวแปรที่ต้องการ และขั้นที่ 4 การทบทวนคำตอบ (R : Review the solution) หมายถึง ขั้นที่นักเรียนต้องทำการตรวจสอบคำตอบที่ได้ว่ามีความสมเหตุสมผลหรือไม่

3.3 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการสอนแก้ปัญหาโดยการใช้กลวิธี STAR

Bruner (1966) ได้ให้ความสนใจในเรื่องพัฒนาการของความสามารถรับรู้และเข้าใจของเด็ก โดย Bruner ต้องการพัฒนาการจัดโครงสร้างของเนื้อหาที่จะเรียนรู้ให้สอดคล้องกัน ดังนั้น Bruner จึงได้เสนอทฤษฎีการสอน (Theory of Instruction) ขึ้นมา ในการทำความเข้าใจทฤษฎีการสอนของ Bruner จำเป็นจะต้องเข้าใจปัจจัย 3 ประการที่สัมพันธ์กัน คือ

1. วิธีการสอน (modes of learning) Bruner เชื่อว่าการเรียนรู้สามารถเกิดได้ 3 วิธี

1.1 ขั้นการกระทำ (Enactive stage) เด็กจะเรียนรู้และเข้าใจสิ่งแวดล้อมโดยผ่านการกระทำหรือการลงมือปฏิบัติ เช่น การสัมผัส การเคลื่อนไหว เป็นต้น การเรียนรู้ในขั้นนี้มีความสัมพันธ์โดยตรงกับความสามารถด้านการเคลื่อนไหว การเต้นรำ และการใช้ร่างกายหรือส่วนต่าง ๆ ของร่างกายในการแสดงออกซึ่งความรู้ของตน

1.2 ขั้นจินตนาการ (Iconic stage) เด็กจะเรียนรู้ผ่านการมองรูปภาพ หรือตัวแบบ เด็กเริ่มพัฒนาวิธีการจำโดยการใช้จินตนาการมากขึ้น ความเข้าใจสิ่งต่าง ๆ รอบตัวของเด็กจะขึ้นอยู่กับการรับรู้โดยการใช้ประสาทสัมผัสมากกว่าการใช้ภาษา เช่น เสียงดัง ความสว่าง เป็นต้น การเรียนรู้ในขั้นนี้มีความสัมพันธ์โดยตรงกับการเรียนหรือการแสดงออกผ่านงานศิลปะ ซึ่งต้องใช้สายตาและมิติสัมพันธ์

1.3 ขั้นสัญลักษณ์ (Symbolic stage) เด็กจะเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ โดยผ่านระบบสัญลักษณ์ เช่น ภาษาพูด ภาษาเขียน และการจัดลำดับ รวมตลอดถึงสิ่งต่าง ๆ ที่เป็นนามธรรม ซึ่งจะช่วยให้เด็กเข้าใจข้อมูลต่าง ๆ ที่ซับซ้อนมากขึ้น การเรียนรู้ในระบบโรงเรียนโดยส่วนใหญ่และการประเมินผล จะให้ความสำคัญกับการเรียนรู้ในขั้นนี้มากกว่าขั้นอื่น ๆ ข้างต้นอย่างไรก็ตาม Bruner มีความเชื่อว่าเด็กสามารถเรียนรู้วิชาใดก็ได้ไม่ว่าจะอยู่ในระดับชั้นใด ทั้งนี้โดยอยู่ภายใต้เงื่อนไขว่า ครูต้องสามารถจัดการเรียนการสอนได้อย่างเหมาะสม โดยคำนึงถึงขั้นพัฒนาการเรียนรู้ทั้งสามขั้น ไม่เน้นเฉพาะขั้นใดขั้นหนึ่งเพียงขั้นเดียว เช่น ในการสอนเรื่อง ความสามัคคี ครูอาจให้เด็กวาดรูป หรือ

ทำกิจกรรมศิลปะในรูปแบบอื่น ๆ เพื่ออธิบายความหมายของคำ เป็นต้น ทั้งนี้เพื่อเปิดโอกาสให้เด็กซึ่งไม่มีความถนัดทางด้านการใช้ภาษาได้แสดงออกซึ่งความคิดเห็น และความรู้ของตน

2. การจำแนกประเภท (classifications)

การจัดจำแนกประเภท คือ กระบวนการของการจัดระบบและบูรณาการข้อมูลหนึ่งเข้ากับข้อมูลอื่น ๆ ที่ได้เรียนรู้ไปก่อนแล้ว ความสามารถในการจัดจำแนกประเภทสำคัญต่อการรับข้อมูลจำนวนมากที่ผ่านเข้ามาให้เราต้องเรียนรู้ การที่เราสามารถจัดจำแนกประเภทได้จะช่วยให้เรารับรู้สิ่งใหม่ นอกจากนี้ยังช่วยปรับปรุงความสามารถในการเชื่อมโยงสิ่งต่าง ๆ เข้าด้วยกัน

3. หลักการสอน (principles of instruction) Bruner ได้เสนอหลักการเกี่ยวกับการสอนไว้ดังนี้

3.1 หลักการของการจูงใจ (motivation) การเรียนรู้จะขึ้นอยู่กับความพร้อมและแนวโน้มที่ผู้เรียนมีท่าทีต่อการเรียนรู้ Bruner ให้ความเห็นว่าธรรมชาติของเด็กมีความอยากรู้อยากเห็นอยู่แล้ว ผู้สอนควรใช้ธรรมชาตินี้ให้เป็นประโยชน์ต่อการเรียนการสอน

3.2 หลักของโครงสร้าง (structure) หลักการนี้เน้นว่าการเรียนรู้สามารถเพิ่มพูนได้โดยการเลือกวิธีการสอนที่เหมาะสมกับระดับสติปัญญา และระดับความเข้าใจของเด็ก หลักการนี้ชี้ให้เห็นว่าครูควรต้องย้ำให้เห็นความสัมพันธ์ที่มีความหมายระหว่างสิ่งที่เด็กจะต้องเรียนกับสิ่งที่เรียนรู้ไปแล้ว

3.3 หลักของการเรียงลำดับ (sequence) ลำดับของเนื้อหามีอิทธิพลอย่างมากต่อการเรียนรู้ว่าจะเกิดได้ง่ายหรือยากแค่ไหน ในการเรียงลำดับนี้จะจัดลำดับระหว่างหน่วยย่อยและหน่วยใหญ่ของสิ่งที่จะต้องเรียนรู้ภายในเนื้อหาหนึ่ง ๆ ของวิชาเดียวกันโดยเรียงลำดับจากง่ายไปยาก ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามที่ต้องการ

3.4 หลักของการเสริมแรง (self-reinforcement) ซึ่งก่อให้เกิดความพึงพอใจแก่ผู้เรียนและมีอิทธิพลต่อการแสดงพฤติกรรมภายหลังของผู้เรียนได้ ในการเสริมแรงผู้เรียนทำได้หลายวิธี เช่น การประเมินและให้ข้อมูลย้อนกลับแก่ผู้เรียน คำชม แนะนำ ครูควรให้การเสริมแรงทันทีในแล้วขั้นต้นของการเรียนรู้หลังจากนั้นค่อยลดลงไปเรื่อย ๆ เมื่อผู้เรียนเกิดความเชื่อมั่นในการทำงานของตนแล้ว

Gagnon and Krezmien (2011) กล่าวว่าสำหรับการใช้สื่อที่เป็นรูปธรรม (Concrete) สื่อที่เป็นตัวแทนวัตถุจริง (Semiconcrete) และสัญลักษณ์ที่เป็นนามธรรม (Abstract) ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR นั้น การใช้สื่อหรือสัญลักษณ์ทั้งสามประเภทดังกล่าวพัฒนามาจากทฤษฎีการสอนของบูรเนอร์ (Bruner) ที่เน้นการสอนให้โอกาสผู้เรียนเรียนรู้โครงสร้างของความรู้อันนำมาซึ่งความเข้าใจและการถ่ายโยงการเรียนรู้

ธนเดช เกียรติมงคล (2549) ได้กล่าวว่า การแบ่งขั้นตอนในกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาจะแบ่งออกเป็นกี่ขั้นตอนก็ตามทุกขั้นตอนมีกรอบขั้นตอน 4 ขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาทั้งสิ้น อาจเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า “กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ตามแนวคิดโพลยา” ดังนี้

1. ขั้นทำความเข้าใจปัญหา โดยอาศัยทักษะการแปลความหมาย การวิเคราะห์ว่าปัญหาถามอะไร กำหนดอะไรบ้าง จำแนกแยกแยะสิ่งที่เกี่ยวข้องกับปัญหา และสิ่งที่ไม่เกี่ยวข้องออกจากกัน

2. ขั้นการวางแผนแก้ปัญหา ต้องการหาความสัมพันธ์ของข้อมูลต่าง ๆ ทั้งที่จำเป็นสิ่งที่กำหนดให้หาวิธีการแก้ปัญหาโดยนำกฎเกณฑ์ หลักการ เหตุผลมาประกอบกับข้อมูลแล้วเสนอมาในรูปแบบวิธีการ

3. ขั้นดำเนินการตามแผน คิดคำนวณคำตอบที่ถูกต้องตามแผนที่วางไว้ ต้องรู้จักวิธีคิดคำนวณที่เหมาะสม

4. การตรวจสอบวิธีการและคำตอบ ถ้าไม่พบคำตอบตามเงื่อนไขของปัญหาต้องกลับไปวางแผนแก้ปัญหาใหม่

อัมพร ม้าคนอง (2554 ; อ้างอิงจาก Polya, 1995) ได้นำเสนอกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจปัญหาอย่างถ่องแท้ มีการวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบและมีประสิทธิภาพ ทำให้ได้คำตอบที่ถูกต้องหรือผลเฉลยที่เป็นผลจากการแก้ปัญหา ขั้นตอนของกระบวนการดังกล่าว มี 4 ขั้น ดังนี้

ขั้นที่ 1 การทำความเข้าใจปัญหา (Understanding the problem)

ขั้นที่ 2 การวางแผนงาน (Devising a plan)

ขั้นที่ 3 การดำเนินการตามแผน (Carrying out the plan)

ขั้นที่ 4 การตรวจย้อนกลับ (Looking back)

โดยการสอนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยการใช้กลวิธี STAR ทั้ง 4 ขั้นตอน สอดคล้องกับกระบวนการแก้ปัญหาของ Polya ทั้ง 4 ขั้น ดังนี้

ขั้นที่ 1 ศึกษาโจทย์ปัญหา (Search the word problem) สอดคล้องกับกระบวนการแก้ปัญหาของ Polya ขั้นที่ 1 การทำความเข้าใจปัญหา (Understanding the problem)

ขั้นที่ 2 แปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ปัญหา (Translate the problem) สอดคล้องกับกระบวนการแก้ปัญหาของ Polya ขั้นที่ 2 การวางแผน (Devising a plan)

ขั้นที่ 3 หาคำตอบของโจทย์ปัญหา (Answer the problem) สอดคล้องกับกระบวนการแก้ปัญหาของ Polya ขั้นที่ 3 การดำเนินการตามแผน (Carrying out the plan) เพื่อให้ได้คำตอบ

ขั้นที่ 4 ทบทวนคำตอบ (Review the solution) สอดคล้องกับกระบวนการแก้ปัญหาของ Polya ขั้นที่ 4 การตรวจย้อนกลับ (Looking back)

จากที่กล่าวมาข้าต้น จะเห็นได้ว่าการสอนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยการใช้กลวิธี STAR ในขั้นที่ 2 การแปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ปัญหาไปสู่สมการทางคณิตศาสตร์นั้นมีความสอดคล้องกับทฤษฎีการสอนของบรูเนอร์โดยอาจเลือกใช้สื่อที่เป็นรูปธรรมสื่อที่เป็นตัวแทนวัตถุจริงหรือสัญลักษณ์ที่เป็นนามธรรมและสอดคล้องกับขั้นการเรียนรู้ของทฤษฎี Bruner คือขั้นการกระทำ (Enactive mode) ขั้นจินตนาการ (Iconic mode) และขั้นสัญลักษณ์ (Symbolic mode) ตามลำดับ และจะเห็นได้ว่าการสอนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยการใช้กลวิธี STAR มีความสอดคล้องกับกระบวนการแก้ปัญหาของ Polya ทั้งจากขั้นที่ 1 ไปจนถึงขั้นที่ 4 คือ 1) การศึกษาโจทย์ปัญหาหรือการทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา 2) การแปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ปัญหาหรือการวางแผนงานในการแก้ปัญหา 3) การหาคำตอบของโจทย์ปัญหาหรือการดำเนินตามแผนเพื่อให้ได้คำตอบ และ 4) การทบทวนคำตอบหรือการตรวจย้อนกลับเพื่อให้ได้คำตอบที่ถูกต้องมีความสมเหตุสมผล

3.4 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกลวิธี STAR

ในงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้นำการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกลวิธี STAR ไปใช้ในการสอนในการแก้โจทย์ปัญหา ซึ่งผู้วิจัยได้นิยามความหมายของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกลวิธี STAR คือ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการให้นักเรียนมีประสบการณ์ตรงในการเรียนรู้ นักเรียนจะสามารถค้นพบความรู้ด้วยตนเอง เพื่อให้นักเรียนเกิดทักษะการคิดแก้ปัญหาและสามารถนำไปใช้แก้ปัญหา โดยมีทั้งหมด 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นขั้นตอนที่ครูตั้งคำถาม จัดสถานการณ์ต่าง ๆ หรือมีการนำกิจกรรมต่าง ๆ เพื่อนำเข้าสู่บทเรียน โดยให้นักเรียนเกิดความสนใจ มองเห็นถึงปัญหาหรือประเด็นที่จะศึกษาหรือให้นักเรียนสามารถนำความรู้หรือเรื่องที่สนใจเชื่อมโยงกับความรู้เดิม

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนวางแผนในการหาคำตอบจากสถานการณ์ปัญหาที่ครูมอบให้ โดยครูมีหน้าที่ให้คำปรึกษาหรือช่วยแนะนำวิธีการแก้ปัญหาให้กับนักเรียนเพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบของปัญหา และทำหน้าที่จัดเตรียมแหล่งค้นคว้าให้กับนักเรียน

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เป็นขั้นตอนที่ให้นักเรียนนำข้อมูลที่ได้หรือคำตอบที่ได้วิเคราะห์ แปลผล สรุปผลและนำเสนอผล ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น การบรรยายสรุป สร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ โดยครูมีหน้าที่ชี้แนะเพิ่มเติมองค์ความรู้ที่ถูกต้องและเพิ่มเติมความรู้ในส่วนที่ขาดหายให้กับนักเรียน

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เป็นขั้นตอนที่ครูมีหน้าที่จัดสถานการณ์การเรียนให้ผู้เรียนได้ขยายความรู้ที่เกิดขึ้นหรือกำหนดโจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ และให้นักเรียนได้ใช้วิธีการแก้ปัญหาหรือวิธีการแก้โจทย์ปัญหา ตามขั้นตอนของการแก้โจทย์ปัญหาตามลำดับของตัวอักษรตัวแรกของชื่อลำดับขั้น ซึ่งจะประกอบไปด้วยตัวอักษร S-T-A-R เพื่อให้นักเรียนได้ประยุกต์ใช้ความรู้จากสิ่งที่เรียนรู้มาตอบปัญหาหรือแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของสถานการ์ใหม่ที่ครูสร้างขึ้น

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมิน (Evaluation) เป็นขั้นที่ให้นักเรียนแสดงออกถึงความรู้ความเข้าใจและทำการตรวจสอบความเข้าใจเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ของตัวเอง จากการทำแบบทดสอบหรือการสรุปองค์ความรู้ต่าง ๆ เพื่อประเมินพัฒนาการเรียนรู้ของตัวเอง โดยครูมีหน้าที่กระตุ้นให้นักเรียนได้นำความรู้มาประยุกต์ใช้ และทำหน้าที่ประเมินพัฒนาการการเรียนรู้หรือทักษะของนักเรียนพร้อมทั้งหาหลักฐานที่แสดงให้เห็นว่านักเรียนได้เปลี่ยนแปลงพฤติกรรมหรือความรู้ที่เพิ่มมากขึ้น

4. แนวคิดเกี่ยวกับการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์

4.1 ความหมายของปัญหา

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546) ได้กล่าวว่า ปัญหา หมายถึง สถานการณ์หรือสิ่งที่พบแล้ว ไม่สามารถใช้วิธีการใดวิธีการหนึ่งแก้ปัญหาได้ทันที

จันทร์ขจร มะลิจันทร์ (2554 ; อ้างอิงจาก Adams, Ellis and Beeson, 1977) ได้กล่าวว่า ปัญหา คือ สถานการณ์ที่เป็นประโยคภาษา คำตอบที่เกี่ยวกับปริมาณเชิงปัญหานั้นไม่ได้ระบุวิธีการหรือการดำเนินการในการแก้ปัญหา ไว้อย่างชัดเจนผู้แก้ปัญหาต้องค้นคว้าว่าจะใช้วิธีการใด เพื่อหาคำตอบของปัญหา

เกริก ศักดิ์สุภาพ (2556 ; อ้างอิงจาก Leighton and Stemberg, 2003 ; Krulik and Rudnick, 1996; Andre,1986) ได้กล่าวถึง ความหมายของปัญหาว่าเป็นสถานการณ์ ข้อคำถาม ข้อสงสัยที่เมื่อเผชิญแล้วไม่สามารถที่จะใช้วิธีการใดในการแก้ไขเหตุการณ์ได้ทันที

จากความหมายของปัญหาดังกล่าวข้างต้น สรุปได้ว่า ปัญหา หมายถึง สถานการณ์หรือประเด็นที่ก่อให้เกิดอุปสรรค ที่เมื่อเผชิญแล้วไม่สามารถที่จะใช้วิธีการใดในการแก้ไขได้ในทันที เป็นสิ่งที่จะต้องมีการแก้ไขโดยผู้แก้ปัญหาต้องค้นคว้าว่าจะใช้วิธีการใด เพื่อหาคำตอบของปัญหา

4.2 ความหมายของโจทย์ปัญหา

Anderson and Pingry (1973) กล่าวว่า โจทย์ปัญหา หมายถึง สถานการณ์หรือคำถามที่ต้องการแก้ไขหรือหาคำตอบซึ่งการแก้ปัญหาจะทำได้ดีต้องมีกระบวนการที่เหมาะสมใช้ความรู้และประสบการณ์ประกอบในการตัดสินใจ

Adams, Ellis and Beeson (1977) กล่าวว่า โจทย์ปัญหา หมายถึง โจทย์ลักษณะภาษาเชิงเรื่องราวหรือโจทย์เชิงสนทนาที่บรรยายสภาพการณ์ด้วยถ้อยคำหรือข้อความและตัวเลข โดยต้องการคำตอบในเชิงปริมาณหรือตัวเลข ผู้แก้ปัญหาต้องค้นหาว่าจะใช้วิธีการใดแก้ปัญหาโจทย์

นภดล แก้วเรือง (2550) ได้กล่าวว่า โจทย์ปัญหา หมายถึง สถานการณ์ที่ประกอบด้วยข้อความและตัวเลขพบได้ในชีวิตประจำวัน ซึ่งผู้แก้จะต้องใช้ความรู้ ประสบการณ์ การวางแผนและการตัดสินใจโดยใช้กระบวนการที่เหมาะสม

อารมณ์ จันทร์ลาม (2550) กล่าวว่า โจทย์ปัญหา หมายถึง สถานการณ์ซึ่งมีข้อความเป็นภาษาหนังสือหรือเรื่องราวที่ไม่สามารถหาผลลัพธ์ได้ทันทีทันใด ต้องคิดหาวิธีการเพื่อให้ได้คำตอบในเชิงปริมาณหรือตัวเลข ซึ่งต้องใช้ประสบการณ์ ความรู้ การวางแผน การตัดสินใจดำเนินการแก้ปัญหาโดยจะต้องแปลความหมายและวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาก่อนที่จะดำเนินการหาคำตอบ

จากความหมายของโจทย์ปัญหา สรุปได้ว่า โจทย์ปัญหา หมายถึง สถานการณ์ที่ประกอบด้วยข้อความหรือตัวหนังสือ และตัวเลขที่ไม่สามารถหาผลลัพธ์ได้ในทันที ซึ่งผู้แก้โจทย์ปัญหาต้องใช้ความรู้ ประสบการณ์ การวางแผน และการตัดสินใจดำเนินการแก้ปัญหา โดยใช้วิธีการคิดหาคำตอบที่เหมาะสม

4.3 ความหมายของโจทย์ปัญหาฟิสิกส์

Belikov (1989) กล่าวว่า โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ หมายถึง โจทย์ปัญหาฟิสิกส์เป็นโจทย์ปัญหาที่ประกอบด้วยปรากฏการณ์ทางฟิสิกส์ที่มีปริมาณทางฟิสิกส์บางปริมาณที่ทราบค่าและมีบางปริมาณที่ไม่ทราบค่า

เกริก ศักดิ์สุภาพ (2562) กล่าวว่า โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ หมายถึง ปัญหาที่พบได้โดยทั่วไปในแบบเรียนตามแบบแผนปกติ ที่ใช้สำหรับฝึกให้นำทฤษฎี หลักการและสูตรทางฟิสิกส์ไปใช้

จากความหมายข้างต้น สามารถสรุปความหมายของโจทย์ปัญหาฟิสิกส์ได้ว่าเป็นโจทย์ที่ประกอบด้วยปัญหาหรือปรากฏการณ์ทางฟิสิกส์ ที่ต้องจะใช้ทักษะในการฝึกฝน นำทฤษฎี หลักการและสูตรทางฟิสิกส์ไปใช้

4.4 ความหมายของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา

Dewey (1976) ได้กล่าวว่า ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา หมายถึง ความสามารถในการรับรู้และเข้าใจปัญหา สถานการณ์ปัญหา โจทย์ปัญหา สามารถระบุและแจกแจงปัญหาที่เกิดขึ้น แล้วหาวิธีการแก้ปัญหาให้ตรงกับสาเหตุของปัญหา

พิมพ์สรณ์ ตุกเตียน (2552) ได้กว่าวว่า ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา หมายถึง ความสามารถในการค้นพบปัญหาด้วยวิธีการต่าง ๆ จนมองเห็นองค์ประกอบที่จำเป็นในการแก้โจทย์ปัญหา จนสามารถตรวจสอบความถูกต้องได้

พิจิตร ยังคำ (2557) กล่าวว่า ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา หมายถึง ขั้นตอนในการเตรียมการวางแผน วิเคราะห์ข้อมูลที่โจทย์ให้มา เลือกใช้สูตร ดำเนินการ เพื่อให้ได้คำตอบ

จากที่กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปความหมายของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา หมายถึง ความสามารถในการเข้าใจความหมายของโจทย์ปัญหา และสามารถคิดหาวิธีหรือหาแนวทางในการแก้ปัญหาหรือโจทย์ปัญหานั้น ๆ เพื่อให้ได้คำตอบ พร้อมทั้งสามารถตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบได้ ซึ่งในการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ ผู้วิจัยจึงได้ให้คำนิยามของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ หมายถึงความสามารถในการทำความเข้าใจข้อมูลทางฟิสิกส์หรือเงื่อนไขในโจทย์ปัญหา มีวิธีการเตรียมการวางแผนวิเคราะห์ข้อมูลที่โจทย์ให้มาทำการแปลงข้อมูลในโจทย์ปัญหาเป็นสัญลักษณ์หรือสมการทางคณิตศาสตร์ และดำเนินการคำนวณหาคำตอบเพื่อให้ได้คำตอบของโจทย์ปัญหาพร้อมทั้งตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้

4.5 องค์ประกอบของการแก้โจทย์ปัญหา

สุวร กาญจนมยูร (2553) ได้กล่าวว่า องค์ประกอบที่ช่วยในการแก้โจทย์ปัญหา มีดังนี้

1. องค์ประกอบที่เกี่ยวกับภาษา ได้แก่ คำและความหมายของคำต่าง ๆ ที่อยู่ในโจทย์ปัญหาแต่ละข้อมีความหมายอย่างไร

2. องค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับความเข้าใจ เป็นขั้นตีความหมายและแปลความจากข้อความทั้งหมดของโจทย์ปัญหาออกมาเป็นประโยคสัญลักษณ์ที่นำไปใช้ในการหาคำตอบด้วยวิธีการคำนวณ ซึ่งนักเรียนจะต้องคิดด้วยตนเอง

3. องค์ประกอบที่เกี่ยวกับการคำนวณ ขั้นนี้นักเรียนจะต้องมีทักษะในการบวก การลบ การคูณ และการหาร ได้อย่างรวดเร็วและแม่นยำ

4. องค์ประกอบที่เกี่ยวกับการแสดงวิธีทำ ครูผู้สอนต้องให้นักเรียนฝึกอ่าน ย่อความจากโจทย์แต่ละตอน โดยเขียนสั้น ๆ ให้รัดกุม และมีความหมายชัดเจนตามโจทย์

5. องค์ประกอบในการฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหา ผู้สอนจะต้องเริ่มฝึกทักษะการแก้ปัญหาให้นักเรียนทุกคนจากง่ายไปยาก กล่าวคือเริ่มฝึกทักษะตามตัวอย่าง หรือเลียนแบบตัวอย่างที่ครูผู้สอนทำให้ดูก่อน จึงจะไปฝึกทักษะการแปลความ และฝึกทักษะจากหนังสือเรียนต่อไป

โสมภิสัย สุวรรณ์ (2554 ; อ้างอิงจาก อมศรี เคท และคณะ, 2541 และปรีชา เนาว์เย็นผล, 2537) กล่าวว่า องค์ประกอบในการแก้โจทย์ปัญหา สรุปได้ดังนี้

1. การทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา ปัจจัยสำคัญที่ส่งผลโดยตรงด้านนี้ คือ ทักษะการฟังและการอ่าน เนื่องจากโจทย์ปัญหามักอยู่ในรูปของข้อความตัวอักษร ดังนั้น เมื่อพบเจอปัญหานักเรียนต้องทำการอ่านและทำความเข้าใจ แยกประเด็นที่สำคัญ ๆ ได้ว่า โจทย์กำหนดอะไรบ้างและปัญหาต้องการให้หาอะไร มีข้อมูลใดบ้างที่จำเป็น ซึ่งต้องใช้ความรู้เกี่ยวกับศัพท์ นิยาม มโนมติและข้อเท็จจริงต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ แสดงถึงศักยภาพทางสมองของนักเรียน ในการระลึกถึงการเชื่อมโยงกับปัญหาที่เผชิญอยู่ นอกจากนี้ปัจจัยที่สำคัญอีกประการหนึ่ง คือ การรู้จักใช้กลวิธีมาช่วยในการเข้าใจปัญหา เช่น การขีดเส้นใต้ข้อความ การเขียนภาพ หรือแผนภูมิ เป็นต้น

2. ทักษะในการแก้ปัญหา เป็นทักษะที่เกิดจากการฝึกฝนหรือทำอยู่บ่อย ๆ จนเกิดความชำนาญเมื่อนักเรียนได้ฝึกแก้ปัญหาอยู่เสมอ นักเรียนจะได้พบปัญหาต่าง ๆ หลายรูปแบบ ซึ่งอาจมีโครงสร้างของปัญหาที่คล้ายคลึงกันหรือแตกต่างกัน นักเรียนได้มีประสบการณ์การเลือกใช้ยุทธวิธีต่างๆ เพื่อนำไปใช้ได้เหมาะสมกับปัญหา

3. การคิดคำนวณและการใช้เหตุผลจากที่นักเรียนทำความเข้าใจในการแก้ปัญหาและวางแผนแก้ปัญหาเรียบร้อยแล้ว ขั้นต่อไป คือ การลงมือปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ ซึ่งในขั้นตอนนี้ปัญหาบางปัญหาจะต้องมีกระบวนการและเหตุผล ซึ่งการคำนวณนับว่าเป็นองค์ประกอบที่สำคัญในการแก้ปัญหา เพราะถึงแม้ว่าจะทำความเข้าใจปัญหาได้อย่างแจ่มชัดและวางแผนการแก้ปัญหาอย่างเหมาะสมแต่เมื่อลงมือแก้ปัญหาแล้วคิดคำนวณไม่ถูกต้อง การแก้ปัญหานั้นก็ถือว่าไม่บรรลุผลตามเป้าหมาย สำหรับปัญหาที่ต้องอธิบายให้เหตุผล นักเรียนต้องอาศัยเท่าที่จำเป็นและเพียงพอในการนำไปใช้แก้ปัญหาแต่ละระดับขั้น

4. แรงขับ เนื่องจากปัญหาที่เป็นสถานการณ์ที่แปลกใหม่ ซึ่งผู้แก้ปัญหายังไม่คุ้นเคยและไม่มีวิธีการหาคำตอบได้ทันทีทันใด ผู้แก้ปัญหาจะต้องคิดวิเคราะห์อย่างเต็มที่ เพื่อที่จะให้ได้คำตอบ นักเรียนที่เป็นผู้แก้ปัญหาจะต้องมีแรงขับที่จะสร้างพลังในการคิด ซึ่งแรงขับนี้เกิดจากปัจจัยต่างๆ เช่น เจตคติ ความสนใจ ความสำเร็จ ตลอดจนถึงความซาบซึ้งในการแก้ปัญหา เป็นต้น

5. ความยืดหยุ่น เป็นการปรับกระบวนการคิดแก้ปัญหา โดยบูรณาการปัจจัยต่างๆ เชื่อมโยงเข้ากับสถานการณ์ของปัญหาใหม่ สร้างเป็นองค์ความรู้ที่สามารถปรับใช้เพื่อแก้ไขปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ

จากองค์ประกอบของการแก้โจทย์ปัญหา สามารถสรุปได้ว่า การแก้โจทย์ปัญหานักเรียนจะต้องอาศัยองค์ประกอบที่สำคัญหลายอย่าง ทั้งการทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา รู้จักการวางแผน มีทักษะในการแก้ปัญหาทั้งในการคำนวณ และการอ่าน มีแรงขับและความยืดหยุ่น เพื่อแก้ไขปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ

4.6 องค์ประกอบของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา

Dewey (1976) ได้กล่าวว่า ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา มีองค์ประกอบและขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นเตรียมการ (Preparation) หมายถึง การรับรู้และเข้าใจปัญหาเมื่อมีปัญหาเกิดขึ้น ผู้ประสบปัญหาจะต้องรับรู้และเข้าใจตัวปัญหาก่อนว่าปัญหาที่แท้จริงนั้นคืออะไร

2. ขั้นวิเคราะห์ปัญหา (Analysis) เป็นการพิจารณาดูว่าสิ่งใดบ้างเป็นสาเหตุของปัญหากล่าวคือมีการระบุและแจกแจงปัญหาที่เกิดขึ้น ซึ่งจะมีลักษณะแตกต่างกัน ระดับความยากง่ายที่จะแก้ไขต่างกัน

3. ขั้นเสนอแนวทางการแก้ปัญหา (Production) หมายถึง การหาวิธีการให้ตรงกับสาเหตุของปัญหา แล้วออกมาในรูปแบบของวิธีในการรวบรวมข้อเท็จจริงเกี่ยวกับปัญหา เพื่อการตั้งสมมติฐาน

4. ขั้นตรวจสอบผล (Verification) หมายถึง การเสนอเกณฑ์เพื่อการตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้จากการเสนอวิธีแก้ปัญหา ถ้าผลที่ได้รับไม่ถูกต้อง ก็เสนอวิธีแก้ปัญหาใหม่จนกว่าจะได้วิธีที่ดีที่สุดหรือถูกต้องที่สุด

5. ขั้นการนำไปประยุกต์ใหม่ (Reapplication) หมายถึง การนำวิธีแก้ปัญหาที่ถูกต้องไปใช้ในโอกาสข้างหน้า เมื่อพบกับเหตุการณ์คล้ายกับปัญหาที่เคยพบมาแล้ว

พิมพ์สรณ์ ตุกเตียน (2552 ; อ้างอิงจาก Mark et al., 1975) ได้สรุปว่า ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา มีองค์ประกอบดังนี้

1. สำรวจและค้นพบปัญหาด้วยวิธีทางต่าง ๆ จนมองเห็นองค์ประกอบที่จำเป็นในการแก้โจทย์ปัญหา และพิจารณาว่าข้อมูลอะไรที่ต้องการหา และข้อมูลอะไรที่เป็นประโยชน์

2. การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาโดยเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของข้อมูลในปัญหาปัจจุบันนั้นได้

3. ฝึกปฏิบัติตามโมเดลทางคณิตศาสตร์เพื่อแสดงความสัมพันธ์ของโจทย์ปัญหา

4. ตรวจสอบการคำนวณ ผู้เรียนรู้จักการประมาณ และตรวจสอบผลการคำนวณว่าถูกต้องหรือไม่

สุคนธ์ สินธพานนท์ และคณะ (2555 ; อ้างอิงจาก Maoren, 1987) ได้สรุปความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของบุคคลต่างกันเนื่องจากองค์ประกอบ ต่อไปนี้

1. สติปัญญา ผู้มีสติปัญญาดีจะมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาได้ดี

2. แรงจูงใจ เป็นสิ่งที่จะทำให้เกิดแนวทางในการคิดแก้โจทย์ปัญหา

3. ความพร้อมในการแก้โจทย์ปัญหาใหม่ ๆ เป็นความพร้อมในการแก้โจทย์ปัญหานั้นเนื่องจากประสบการณ์ที่เคยมีมาก่อน

4. การเลือกวิธีการแก้โจทย์ปัญหาได้อย่างเหมาะสม

พิจิตร ยังคำ (2557) กล่าวว่า ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา ประกอบด้วยขั้นตอนดังนี้

1. วางแผนการแก้โจทย์ปัญหา (Planning) เป็นการทำความเข้าใจข้อมูลหรือเงื่อนไขในโจทย์ปัญหา พิจารณาหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้ และสิ่งที่โจทย์ต้องการให้หาก่อนทำการแก้โจทย์ปัญหาต่อไป ประกอบด้วยขั้นตอนย่อย ๆ ดังนี้

1.1 พิจารณาโจทย์ปัญหาที่กำหนดให้ หรือสิ่งที่กำหนดให้ในโจทย์ทำการแปลงคำพูดจากโจทย์เป็นสัญลักษณ์สูตรบรรจุลงในตารางวิเคราะห์

1.2 พิจารณาโจทย์ว่าต้องการให้หาสิ่งใด แปลงเป็นสัญลักษณ์สูตรบรรจุลงในตารางวิเคราะห์

1.3 วางแผนแก้ปัญหาเริ่มต้นด้วยการหาสูตรที่ใช้หาคำตอบบรรจุลงในตารางวิเคราะห์ เชื่อมโยงเส้นลูกศรจากสัญลักษณ์แต่ละตัวในสูตรไปยังสิ่งที่กำหนดให้ ถ้ายังมีตัวสัญลักษณ์ในสูตรที่ไม่มีในสิ่งที่กำหนดให้ให้เขียนสูตรในการหาตัวนั้น ๆ ต่อไป จนกว่าจะเชื่อมโยงไปสู่สิ่งที่โจทย์กำหนดจนครบ

2. ลงมือแก้โจทย์ปัญหาตามแผนที่วาง

2.1 เขียนสูตรหรือสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตามผังมโนทัศน์ (Concept Map) โดยเริ่มจากสูตรสุดท้าย ย้อนไปทีละสูตร ตามลำดับ

2.2 แทนค่าตัวแปรที่ทราบค่าพร้อมหน่วยลงในสูตรจนกระทั่งได้คำตอบ

2.3 คำนวณหาค่าตัวแปรที่ต้องการตามลำดับตามข้อ 2.1 จนได้คำตอบ

3. การตรวจสอบผลที่ได้โดยพิจารณาคำตอบจากขั้นตอนที่ 2 ว่ามีความเป็นไปได้หรือไม่โดยพิจารณาจากขนาดและหน่วยของปริมาณที่ได้

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า องค์ประกอบของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาจะประกอบไปด้วย การทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา การวางแผนหาวิธีแก้ปัญหา การคำนวณหรือลงมือปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ และต้องมียุทธวิธีหรือกลวิธีขั้นตอนต่าง ๆ มาช่วยในการแก้ปัญหาด้วย ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนสามารถตัดสินใจแก้โจทย์ปัญหาหรือสถานการณ์ต่าง ๆ ในชีวิตได้

4.7 ความสัมพันธ์ของขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ด้วยกลวิธี STAR ที่สอดคล้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกลวิธี STAR

ในงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้นำการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกลวิธี STAR ไปใช้ในการสอนในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ โดยได้เลือกใช้ขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาด้วยกลวิธี STAR ซึ่งประกอบไปด้วยขั้นตอนการแก้ปัญหาฟิสิกส์ทั้งหมด 4 ขั้นตอนคือ

ขั้นที่ 1 ศึกษาโจทย์ปัญหา (S : Search the word problem) หมายถึง ขั้นที่นักเรียนต้องพิจารณาอ่านโจทย์ปัญหาอย่างละเอียดถี่ถ้วนพร้อมทำความเข้าใจโจทย์ปัญหาและระบุคำสำคัญในโจทย์ปัญหา กำหนดให้สิ่งที่โจทย์ต้องการให้หาก่อนทำการแก้โจทย์ปัญหาต่อไป

ขั้นที่ 2 แปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ปัญหา (T : Translate the problem) หมายถึง ขั้นที่นักเรียนจะต้องนำข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์มาแปลงเป็นสัญลักษณ์ รูปภาพ แผนภาพ ตารางข้อมูลหรือนำไปสู่การเขียนสมการทางคณิตศาสตร์ การวางแผนเลือกใช้สูตรและหลักการทางฟิสิกส์ที่เกี่ยวข้องกับการแก้โจทย์ปัญหา

ขั้นที่ 3 หาคำตอบของโจทย์ปัญหา (A : Answer the problem) หมายถึง ขั้นที่นักเรียนต้องดำเนินการแก้ปัญหาด้วยวิธีการต่าง ๆ เพื่อหาคำตอบที่โจทย์ต้องการ โดยเริ่มจากการเขียนสูตรหรือสมการที่เกี่ยวข้อง แทนค่าตัวแปรที่ทราบค่าลงในสูตร และทำการคำนวณหาค่าตัวตัวแปรที่ต้องการ

ขั้นที่ 4 การทบทวนคำตอบ (R : Review the solution) หมายถึง ขั้นที่นักเรียนต้องทำการตรวจสอบคำตอบที่ได้ว่ามีความสมเหตุสมผลหรือไม่

โดยสามารถแสดงความสัมพันธ์ของพฤติกรรมการเรียนการสอนที่สอดคล้องกับขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ด้วยกลวิธี STAR แสดงได้ในตารางที่ 3 ดังนี้

พหูน ปณฺฑิโต ชีเว

ตารางที่ 3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกลวิธี STAR กิจกรรม และการแสดงออกตามขั้นตอนในแก้โจทย์ปัญหาด้วยกลวิธี STAR

กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกลวิธี STAR	**กิจกรรม**	**การแสดงออกตามขั้นตอนในแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ด้วยกลวิธี STAR**
ขั้นสร้างความสนใจ	- สร้างสถานการณ์ต่าง ๆ เพื่อนำเข้าสู่บทเรียนหรือกระตุ้นให้ผู้เรียนได้ทบทวนความรู้เดิม มองเห็นถึงปัญหาหรือประเด็นที่จะศึกษาและสร้างแนวความคิดอย่างเป็นอิสระเพื่อแก้ปัญหา	-
ขั้นสำรวจและค้นหา	- ให้ผู้เรียนแบ่งกลุ่มตามความสมัครใจ โดยร่วมกันค้นคว้าหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาหรือประเด็นที่ศึกษา และวิธีการแก้ปัญหา - ให้ผู้เรียนทำการวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา - นำสิ่งที่ตนเองได้ศึกษา มาร่วมกันสรุปลงในใบกิจกรรมภายในกลุ่ม	-
ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป	- นักเรียนทุกคนร่วมกันสรุปและร่วมกันตรวจสอบข้อมูลคำตอบดังกล่าวว่าเป็นไปตามแนวคิดหรือหลักการทางฟิสิกส์หรือไม่ พร้อมเสนอแนวคิดที่ถูกต้องที่สุดและสรุปเป็นองค์ความรู้ในภาพรวม โดยที่ครู	-

ตารางที่ 3 (ต่อ)

กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกลวิธี STAR	กิจกรรม	การแสดงออกตามขั้นตอนในแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ด้วยกลวิธี STAR
	อาจจะชี้แนะหรือเพิ่มเติมความรู้ในส่วนที่ขาดหายให้กับนักเรียน	
ขั้นขยายความรู้	- สร้างสถานการณ์เหตุการณ์ทางฟิสิกส์หรือกำหนดโจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ให้กับผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา และวิธีการแก้ปัญหา - ให้ผู้เรียนวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา - ให้ผู้เรียนสรุปคำตอบและตรวจสอบคำตอบที่ได้ว่าเป็นไปตามแนวคิดในการแก้โจทย์ปัญหาที่ถูกต้องหรือไม่ พร้อมเสนอแนวคิดในการแก้ปัญหา - ให้ผู้เรียนทุกคนร่วมกันสรุปความรู้ที่ได้ร่วมกัน และครูอาจจะชี้แนะหรือเพิ่มเติมความรู้ในส่วนที่ขาดหายให้กับนักเรียน	1. ศึกษาโจทย์ปัญหา เป็นขั้นที่นักเรียนต้องพิจารณาอ่านโจทย์ปัญหาอย่างละเอียดพร้อมทำความเข้าใจโจทย์ปัญหาและระบุคำสำคัญในโจทย์ปัญหากำหนดให้สิ่งที่โจทย์ต้องการให้หา 2) แปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ปัญหา เป็นขั้นที่นักเรียนจะต้องนำข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์มาแปลงเป็นสัญลักษณ์ รูปภาพ เพื่อวางแผนเลือกใช้สูตรและหลักการทางฟิสิกส์ที่เกี่ยวข้องกับการแก้โจทย์ปัญหา 3) หาคำตอบของโจทย์ปัญหา เป็นขั้นที่นักเรียนต้องดำเนินการแก้ปัญหาด้วยวิธีการต่าง ๆ เพื่อหาคำตอบที่โจทย์ต้องการ โดยเริ่มจากการเขียนสูตรหรือสมการที่เกี่ยวข้อง แทนค่าตัวแปรที่ทราบค่าลงในสูตร และทำกาคำนวณหาค่าตัวตัวแปรที่ต้องการ 4) การทบทวนคำตอบ เป็นขั้นที่นักเรียนต้องทำการตรวจสอบคำตอบที่ได้ว่ามีความสมเหตุสมผลหรือไม่

ตารางที่ 3 (ต่อ)

กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกลวิธี STAR	กิจกรรม	การแสดงออกตามขั้นตอนในแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ด้วยกลวิธี STAR
ขั้นประเมิน	- ให้นักเรียนประเมินความเข้าใจของตัวเอง ซึ่งมาจากการทำแบบทดสอบหรือ การสรุปความรู้เป็นแผนผังมโนทัศน์ของตัวเอง	-

จากตารางที่ 3 จะเห็นว่าในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกลวิธี STAR สามารถนำขั้นตอนของการแก้โจทย์ปัญหาด้วยกลวิธี STAR ซึ่งจะช่วยส่งเสริมให้ขั้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกลวิธี STAR มีขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ให้มีประสิทธิภาพที่ดีขึ้น

4.8 การวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์

มีนักวิชาการศึกษาหลากหลายท่านได้เสนอแนวคิดในการวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ ไว้ดังนี้

Mcgriff et al. (2000) ได้กำหนดเกณฑ์ในการวัดพฤติกรรมของผู้เรียนตาม กระบวนการแก้ปัญหาแต่ละขั้นไว้ ดังนี้

1. การระบุเหตุของปัญหา มีเกณฑ์ดังนี้
   1.1 จดจำลักษณะของปัญหาได้
   1.2 ตัดสินใจได้ว่าข้อมูลใดเกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหานั้นหรือไม่
   1.3 สรุปองค์ประกอบและเข้าใจถึงปัญหาได้
   1.4 จำแนกความแตกต่างของปัญหาในภาพรวมได้
   1.5 จำแนกโครงสร้างและสภาพแวดล้อมทางกายภาพของปัญหาได้
   1.6 อธิบายลักษณะเฉพาะของปัญหาได้
   1.7 กำหนดตัวแปรแทรกซ้อนของปัญหาได้
   1.8 ตัดสินใจแก้ปัญหาได้เมื่อมีข้อมูลพื้นฐานเพียงพอ

1.9 ระบุข้อมูลที่ต้องการเพิ่มเติมในการแก้ปัญหาได้

2. การระบุแนวทางแก้ปัญหา มีเกณฑ์ ดังนี้

2.1 ระบุวิธีแก้ปัญหาหลาย ๆ แบบที่สอดคล้องกับเป้าหมายที่กำหนด

2.2 ออกแบบแก้ปัญหาจากการจัดการส่วนประกอบ แยกแยะตัวแปรที่เป็นสาเหตุที่แท้จริงของปัญหา

2.3 ตัดสินใจได้หากมีข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น

2.4 ประเมินสถานการณ์ที่เกิดขึ้นต่อไปได้

3. การตั้งสมมติฐาน มีเกณฑ์ ดังนี้

3.1 กำหนดและประเมินข้อจำกัดที่เกิดขึ้นได้

3.2 ระบุปัจจัยที่ส่งเสริมการแก้ปัญหาได้

3.3 ตั้งคำถามเกี่ยวกับนิยามจากข้อมูลของตนเองได้

3.4 ประยุกต์สิ่งที่ตนเองประเมินได้เพื่อใช้ในการแก้ปัญหา

3.5 ใช้ความคิดสร้างสรรค์ในการประเมินข้อจำกัดของสถานการณ์ได้

4. การเลือกแนวทางในการแก้ปัญหา มีเกณฑ์ ดังนี้

4.1 มีการตรวจสอบความเป็นไปได้ของแนวทางที่เลือก

4.2 มีการประเมินสถานการณ์ที่เชื่อถือได้

4.3 มีข้อมูลที่จัดเก็บมาที่ในสถานการณ์ที่ใกล้เคียงกัน

4.4 มีการประเมินความเป็นไปได้ของสถานการณ์ทั้งทางบวกและทางลบ

5. การทดสอบสมมติฐานและการสรุปการแก้ปัญหา มีเกณฑ์ ดังนี้

5.1 มีการระบุเหตผุลของแนวทางที่เลือกมาแต่ละวิธี

5.2 ตัดแนวทางที่มีความเป็นไปได้น้อยที่สุด

5.3 วิเคราะห์เหตผุลรองรับการตัดสินใจเลือกแนวทางที่เลือกไว้

5.4 ระบุรายละเอียดของแนวทางนั้น

5.5 ปฏิบัติตามขั้นตอนที่กำหนด

6. การนำแนวทางไปใช้ มีเกณฑ์ ดังนี้

6.1 มีการเปลี่ยนแปลงแนวทางที่สำรองไว้ เมื่อปัญหานั้นไม่ได้รับการแก้ไข

6.2 ตัดสินใจและทบทวนการนำแนวทางแก้ปัญหาไปใช้ในบริบทอื่น ๆ

6.3 รวบรวมปัจจัยที่สนับสนุนการแก้ปัญหา

6.4 ตัดสินใจได้เมื่อนำแนวทางการแก้ปัญหาไปใช้กับการแก้ปัญหารูปแบบอื่น ๆ

บุญชม ศรีสะอาด (2535) ได้กล่าวถึง การวัดความสามารถการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ว่าสามารถใช้เครื่องมือได้หลายประเภท สามารถเลือกใช้ได้ตามความเหมาะสม ตามลักษณะข้อมูลและการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

1. แบบทดสอบ (Test) คือชุดคำถาม (Item) หรืองานชุดใด ๆ ที่สร้างขึ้น เพื่อนำไปกระตุ้นให้กลุ่มตัวอย่างตอบสนองออกมา การตอบอาจอยู่ในรูปของการเขียนตอบ การพูดหรือการปฏิบัติที่สามารถสังเกตได้ วัดเป็นปริมาณได้ ซึ่งแบบทดสอบสามารถนำมาใช้เป็นเครื่องมือในการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้ แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาอาจแบ่งได้เป็น 2 ประเภทตามรูปแบบของคำถาม

1.1 แบบทดสอบแบบปรนัย เป็นแบบทดสอบที่มีข้อคำถามและมีตัวเลือกให้เลือกตอบอาจแบ่งเป็นหลายประเภท ได้แก่ แบบทดสอบแบบถูก-ผิด แบบทดสอบแบบจับคู่ และแบบทดสอบแบบเลือกตอบ

1.2 แบบทดสอบแบบเขียนตอบ เป็นแบบทดสอบที่มีข้อคำถาม แต่ไม่มีตัวเลือกให้เลือกตอบ ผู้ตอบต้องเขียนคำตอบลงไปเอง อาจจะแบ่งเป็นหลายประเภท ได้แก่ แบบทดสอบเติมคำ แบบทดสอบตอบสั้น แบบทดสอบอัตนัยความเรียง

บุญเชิด ภิญโญอนันต์พงษ์ (2547) ได้เสนอว่า การวัดและประเมินแบบวัดความสามารถแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพแบบนั้น ต้องคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายของการประเมินให้ชัดเจนที่สุด
2. เลือกเครื่องมือวัดให้สอดคล้องและเหมาะสมกับข้อมูลที่จะวัด
3. ใช้เทคนิคการวัดหลากหลายวิธี
4. ศึกษาจุดเด่น จุดด้อยของเครื่องมือวัดแต่ละชนิด เพื่อให้ใช้ได้ถูกวิธี

จากที่กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปแนวคิดเกี่ยวกับการวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาได้ว่า การวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ หมายถึง การวัดความสามารถของผู้เรียนตามความเหมาะสมของผู้เรียน และสามารถใช้เครื่องมือที่เหมาะสมกับลักษณะข้อมูลและการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนั้นในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้เลือกใช้เป็นแบบทดสอบอัตนัย เพื่อวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ โดยแบ่งจำนวนเป็น 3 ชุด ชุดละ 3 ข้อ

4.9 พฤติกรรมการเรียน

4.9.1 ความหมายของพฤติกรรมการเรียน

Brown and Holtzman (1965) ได้กล่าวเกี่ยวข้องกับพฤติกรรมในการเรียน หมายถึง พฤติกรรมการเรียนที่แสดงออกอย่างสม่ำเสมอเกี่ยวกับการใช้เวลาเรียน ได้แก่ การรู้จักใช้เวลาได้อย่างเหมาะสมในการเรียนการทำงานและวิธีการเรียน ได้แก่ การรู้จักใช้วิธีการเรียนอย่างถูกต้อง มีการวางแผน ตระเรียมงานก่อนลงมือทำ รู้จักแหล่งข้อมูลที่ต้องการทราบ ทำงานด้วยความมีระเบียบ

Cranston and McCort (1985) ได้กล่าวเกี่ยวกับพฤติกรรมในการเรียน หมายถึง เจตคติของผู้เรียนที่มีต่อการเรียน การสอน ผู้สอนและสัมพันธภาพกับเพื่อน และวิธีการเรียนของผู้เรียนที่ตอบสนองต่อสิ่งเร้าขณะนั้นเอง

ทิพย์วรรณ สุขใจรุ่งวัฒนา (2553) ได้กล่าวเกี่ยวกับพฤติกรรมในการเรียน หมายถึง การปฏิบัติตนหรือการกระทำที่แสดงออกทางการเรียนของนักเรียนที่ปฏิบัติเป็นประจำทั้งในและนอกห้องเรียน ก่อนและหลังเรียนเพื่อให้เข้าใจบทเรียน และเพื่อส่งเสริมพัฒนาการเรียนของตนเอง

จากการศึกษาผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่าพฤติกรรมการเรียน หมายถึงพฤติกรรมที่แสดงออกอย่างสม่ำเสมอ จนทำให้ผู้อื่นสามารถสังเกตเห็นถึงเจตคติของผู้เรียนที่มีต่อการเรียนและพัฒนาการในเรียนของผู้เรียน

4.9.2 การสังเกตพฤติกรรมการเรียน

Wilczenski (2001) ได้ทำการสังเกตพฤติกรรมนักเรียนจากกระบวนการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียน โดยสังเกตกระบวนการแก้ปัญหาของนักเรียนและการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม ได้ดังนี้

1. พฤติกรรมที่เอื้อต่อกระบวนการกลุ่ม

นักเรียนมีส่วนร่วมในสร้างปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนร่วมชั้นเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อชี้แจงปัญหาหรือแลกเปลี่ยนกลยุทธ์ในการแก้ปัญหา

2. พฤติกรรมที่เบี่ยงเบนไปจากกระบวนการกลุ่ม

นักเรียนบางส่วนไม่ให้ความสนใจ มีการขัดจังหวะขณะสื่อสาร

Gulacar, Bowman and Feakes (2013) ได้ทำการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในการแก้ปัญหา โดยสังเกตจากตัวแปรที่สังเกตได้ดังต่อไปนี้

1. นักเรียนมีเวลาการอ่านทำความเข้าใจกับปัญหา

2. นักเรียนทำการวิเคราะห์หลังจากขั้นทำความเข้าใจในปัญหา

3. นักเรียนเขียนระบุ แยกแยะ วิธีการแก้ปัญหาจากคำถามในตอนต้น และมีการดำเนินการแก้ปัญหา

4. นักเรียนมีการตรวจสอบคำตอบว่ามีความสมเหตุผลหรือไม่

สมทรง สุวพานิช (2549) ได้เสนอวิธีการสังเกตพฤติกรรมการแก้โจทย์ปัญหาที่จะช่วยให้ครูศึกษาพฤติกรรมการแก้ปัญหาของนักเรียนได้อย่างชัดเจน ซึ่งครูควรพิจารณาพฤติกรรมนักเรียนในประเด็นต่อไปนี้

1. นักเรียนได้อ่านปัญหาอย่างระมัดระวังหรือไม่
2. นักเรียนแต่ละคนเริ่มแก้ปัญหาอย่างไร
3. นักเรียนได้นำยุทธวิธีหรือพยายามที่จะใช้เทคนิคกระบวนการที่ครูสอนไว้มาใช้หรือไม่
4. ได้พยายามใช้วิธีอื่นหรือไม่ เมื่อวิธีแรกล้มเหลว
5. นักเรียนมีจิตใจแน่วแน่อย่างมั่นคงในการประยุกต์ใช้วิธีต่าง ๆ ในการแก้ปัญหา
6. มีความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการขาดความระมัดระวังเกิดขึ้นหรือไม่ ถ้ามี เกิดขึ้นเมื่อไร และทำไม
7. นักเรียนมีความอดทนตั้งใจในการพยายามแก้ปัญหานานเท่าใด
8. นักเรียนขอความช่วยเหลือเร็วขนาดไหน
9. นักเรียนใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหาแบบไหนบ่อยที่สุด
10. ใช้สื่อของจริงช่วยหรือไม่

จิตรา แก้วชัย (2553) ได้สังเกตพฤติกรรมของนักเรียน ประกอบไปด้วย

1. พฤติกรรมการตอบคำถามของนักเรียน
2. พฤติกรรมการทำงานอย่างเป็นระบบ มีการวางแผนในการปฏิบัติงาน
3. พฤติกรรมด้านความรับผิดชอบและความร่วมมือ ตรงต่อเวลา
4. พฤติกรรมด้านความซื่อสัตย์

จากที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่าการสังเกตพฤตินักเรียนในการแก้ปัญหานักเรียนควรมีพฤติกรรมที่เห็นถึงความสนใจในการแก้ปัญหา ดังนี้ 1) นักเรียนแต่ละคนเริ่มได้แก้ปัญหาอย่างไร 2) นักเรียนมีการใช้เวลานานเท่าใดในการศึกษาโจทย์ปัญหา 3) นักเรียนได้นำยุทธวิธีหรือพยายามที่จะใช้เทคนิคกระบวนการที่ครูสอนไว้มาใช้หรือไม่ 4) นักเรียนไม่เกิดความลังเลในการประยุกต์ใช้วิธีการต่าง ๆ ที่จะแก้ปัญหา 5) นักเรียนมีความอดทนตั้งใจในการพยายามแก้ปัญหานานเท่าใด และ 6) นักเรียนขอความช่วยเหลือเร็วขนาดไหน ดังนั้น ในงานวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ ผู้วิจัยจึงได้ให้คำนิยามพฤติกรรมของนักเรียนที่ใช้ในการสังเกตที่มีต่อการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ ที่เกี่ยวข้องกับขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาด้วยกลวิธี STAR แสดงได้ในตารางที่ 4 ดังนี้

ตารางที่ 4 แสดงความสัมพันธ์ของกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ด้วยขั้นตอนของการแก้โจทย์ปัญหาด้วยกลวิธี STAR และลักษณะที่ใช้สังเกตพฤติกรรมของผู้เรียน

กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ด้วยขั้นตอนของการแก้โจทย์ปัญหาด้วยกลวิธี STAR	**ลักษณะที่ใช้สังเกตพฤติกรรมของผู้เรียน**
ขั้นที่ 1 ศึกษาโจทย์ปัญหา เป็นขั้นที่นักเรียนต้องพิจารณาอ่านโจทย์ปัญหาอย่างละเอียดถี่ถ้วน พร้อมทำความเข้าใจโจทย์ปัญหาและระบุคำสำคัญในโจทย์ปัญหา กำหนดให้สิ่งที่โจทย์ต้องการให้หาก่อนทำการแก้โจทย์ปัญหาต่อไป	1. นักเรียนแต่ละคนเริ่มแก้ปัญหาอย่างไร 2. นักเรียนมีการใช้เวลานานเท่าใดในการศึกษาโจทย์ปัญหา
ขั้นที่ 2 แปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ปัญหา หมายถึง ขั้นที่นักเรียนจะต้องนำข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์มาแปลงเป็นสัญลักษณ์ รูปภาพ แผนภาพ ตารางข้อมูลหรือนำไปสู่การเขียนสมการทางคณิตศาสตร์ การวางแผนเลือกใช้สูตรและหลักการทางฟิสิกส์ที่เกี่ยวข้องกับการแก้โจทย์ปัญหา	1. นักเรียนได้นำเทคนิคกระบวนการที่ครูสอนไว้มาใช้หรือไม่
ขั้นที่ 3 หาคำตอบของโจทย์ปัญหา หมายถึง ขั้นที่นักเรียนต้องดำเนินการแก้ปัญหาด้วยวิธีการต่าง ๆ เพื่อหาคำตอบที่โจทย์ต้องการ โดยเริ่มจากการเขียนสูตรหรือสมการที่เกี่ยวข้อง แทนค่าตัวแปรที่ทราบค่าลงในสูตร และทำการคำนวณหาค่าตัวตัวแปรที่ต้องการ	1. นักเรียนไม่ลังเลในการประยุกต์ใช้สูตรหรือวิธีต่าง ๆ ในการแก้ปัญหา 2. นักเรียนใช้เวลาในแก้ปัญหานานเท่าใด
ขั้นที่ 4 การทบทวนคำตอบ หมายถึง ขั้นที่นักเรียนต้องทำการตรวจสอบคำตอบที่ได้ว่ามีความสมเหตุสมผลหรือไม่	1. นักเรียนขอความช่วยเหลือจากผู้อื่นในการตรวจสอบคำตอบหรือไม่

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

5. วิจัยเชิงปฏิบัติการ

5.1 ความหมายของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ

Lewin (1946) กล่าวว่า การวิจัยเชิงปฏิบัติการเป็นการค้นคว้าหาวิธีการเพื่อแก้ไขปัญหาด้วยตัวผู้ปฏิบัติงาน ซึ่งประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ได้แก่ การวางแผน (Plan) การปฏิบัติ (Action) การสังเกต (Observe) การวิจัยเชิงปฏิบัติการเน้นที่วิธีการดำเนินงานว่าเป็นการใช้วิธีการเชิงระบบเพื่อพยายามปรับปรุงเปลี่ยนแปลงคุณภาพของการทำงาน โดยอาศัยการมีส่วนร่วมของกลุ่มผู้ปฏิบัติงานเพื่อให้การปฏิบัติงานมีแนวทางและสะท้อนผลการปฏิบัติงานที่เกิดขึ้นของตนเองได้อย่างน่าเชื่อถือและสามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาได้จริง

Inoue (2014) กล่าวว่า การวิจัยเชิงปฏิบัติการ เป็นการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการปรับปรุงการทำงาน (Professional practice) ให้ดีขึ้น โดยผ่านกระบวนการที่เป็นวงรอบหลายวงรอบด้วยการทำวิจัย และการสะท้อนผลที่เกิดขึ้น

สุวิมล ว่องวาณิช (2544) กล่าวว่า การวิจัยปฏิบัติการ (Action Research) หมายถึงกระบวนการที่ผู้วิจัยได้เลือกกิจกรรมอย่างใดอย่างหนึ่งที่เห็นว่าดีเหมาะสมตามความรู้ความเข้าใจของผู้วิจัยมาดำเนินการปฏิบัติเพื่อทดลองว่าใช้ได้หรือไม่ ประเมินดูตามความเหมาะสมในความเป็นจริงควบคุมแนวทางปฏิบัติการแล้วนำผลมาปรับปรุงปฏิบัติการเพื่อนำไปทดลองใหม่จนกว่าจะได้ผลเป็นที่น่าพอใจนำไปใช้และเผยแพร่ได้ การวิจัยชนิดนี้เอื้อต่อการเปลี่ยนแผนการดำเนินงานเมื่อผู้วิจัยได้ข้อมูล ใหม่เพิ่มขึ้นทำให้รูปแบบวิจัยยืดหยุ่นได้ การวิจัยปฏิบัติการอาจจะเป็นแบบมีส่วนร่วมหรือไม่ก็ได้ นอกจากนี้การวิจัยปฏิบัติการยังเป็นกระบวนการเสริมพลังอำนาจครูในการกำหนดสิ่งที่ดีที่สุดสำหรับ ครูภายใต้ระบบและกลไกต่าง ๆ ที่มีอยู่ เป็นการพัฒนาการศึกษาระยะยาว เป็นการพัฒนาบุคลากรครู ในโรงเรียนอย่างต่อเนื่องโดยการเรียนรู้ด้วยตนเองของครูและผู้อื่นร่วมกัน

ประสาท เนืองเฉลิม (2556) กล่าวว่า การวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียนเป็นการดำเนินการวิจัยควบคู่ไปกับการปฏิบัติงานของครู ซึ่งต้องใช้กระบวนการที่น่าเชื่อถือและเป็นระบบในการแสวงหาคำตอบในสถานการณ์หรือบริบทของชั้นเรียน

สรชัย พิศาลบุตร (2556) กล่าวว่า การทำวิจัยในชั้นเรียนเป็นการหาความรู้เกี่ยวกับผู้เรียนและผู้สอน กระบวนการเรียนการสอน และสภาพแวดล้อมของห้องเรียนของครู ซึ่งเป็นผู้สอนอยู่ในห้องเรียนใดห้องเรียนหนึ่งในภาคการศึกษาของปีการศึกษาใด ๆ โดยทำวิจัยไปพร้อม ๆ กับการเรียนการสอนในห้องเรียนนั้นตามปกติ โดยที่นักเรียนนักศึกษาอาจไม่ทราบว่าครูหรืออาจารย์กำลังทำวิจัยอยู่

จากความหมายของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ สามารถสรุปได้ว่า การวิจัยเชิงปฏิบัติการหมายถึง การวิจัยประเภทหนึ่งที่ใช้กระบวนการวิจัยที่เป็นระบบวิธีการ โดยวิธีการของการวิจัยเชิง

ปฏิบัติการประกอบด้วยการวางแผน (Planning) การปฏิบัติ (Acting) การสังเกต (Observing) และการสะท้อนกลับ (Reflecting) ซึ่งจะดำเนินงานต่อไปจนกว่าจะได้ข้อสรุปที่แก้ปัญหาได้จริงเพื่อพัฒนาสภาพปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพ

5.2 ลักษณะของการวิจัยเชิงปฏิบัติการทางการศึกษา

ยาใจ พงษ์บริบูรณ์ (2537) ได้เสนอกรอบลักษณะของการวิจัยเชิงปฏิบัติการทางการศึกษา (Action Research in Education) ไว้ดังต่อไปนี้

1. เป็นการวิจัยแบบมีส่วนร่วมและมีการร่วมมือ (Participation and Collaboration) ใช้การทำงานเป็นกลุ่ม ผู้ร่วมวิจัยทุกคนมีส่วนสำคัญและมีบทบาทเท่าเทียมกันในทุกกระบวนการของการวิจัย ทั้งการเสนอความคิดเชิงทฤษฎี การปฏิบัติ ตลอดจนการวางนโยบายการวิจัย

2. เน้นการปฏิบัติการ (Action Orientation) การวิจัยชนิดนี้ใช้การปฏิบัติเป็นสิ่งทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลง และศึกษาผลของการปฏิบัติเพื่อมุ่งให้เกิดการพัฒนา

3. ใช้การวิเคราะห์วิจารณ์ (Critical Function) กิจกรรมการวิเคราะห์การปฏิบัติอย่างลึกซึ้งจากสิ่งที่สังเกตได้ จะนำไปสู่การตัดสินใจที่สมเหตุสมผลเพื่อการปรับแผนการปฏิบัติการ

4. ใช้วงจรการปฏิบัติการ (The Action Research Spiral) ตามแนวคิดของ (Kemmis & McTaggart, 1988) คือ การวางแผน (planning) ตลอดจนการปรับปรุงผล (re - planning) เพื่อนำไปปฏิบัติในวงจรต่อไปจนกว่าจะได้รูปแบบของการปฏิบัติงานที่เป็นที่พึงพอใจ และได้เสนอเชิงทฤษฎีเพื่อเผยแพร่ต่อไป

องอาจ นัยพัฒน์ (2548) ได้อธิบายเกี่ยวกับลักษณะสำคัญของการวิจัยเชิงปฏิบัติการไว้ 8 ประการ ดังต่อไปนี้

1. เกี่ยวข้องกับปัญหาทางด้านการปฏิบัติงาน (Practical Problem) ที่ผู้ปฏิบัติงานระดับล่างมักจะประสบในขณะทำงานอยู่ประจำหรือปฏิบัติหน้าที่อื่นๆ ที่เกี่ยวข้องในแต่ละวันมากกว่าการเกี่ยวข้องกับปัญหาทางด้านทฤษฎี (Theoretical Problem) ซึ่งได้รับการนิยามหรือกล่าวถึงโดยนักวิจัยบริสุทธิ์ในสาขาวิชาความรู้ใด ๆ โดยเฉพาะ

2. มีจุดมุ่งหมายหลักเพื่อการทำความเข้าใจ (Understanding) ต่อสภาพปัญหาที่เกี่ยวกับการปฏิบัติงานของครู ผู้บริหารการศึกษาอย่างลุ่มลึกและกระจ่างชัด ภายใต้กระบวนการใคร่ครวญตรวจสอบในลักษณะสะท้อนกลับของยุทธวิธีปฏิบัติที่นักวิจัยเชิงปฏิบัติการได้ลงมือกระทำลงไปอย่างวิพากษ์วิจารณ์ (critically) อันจะนำไปสู่การได้แนวทางปฏิบัติการสำหรับใช้แก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสมและสอดคล้องกับบริบทแวดล้อมมากยิ่งขึ้น สำหรับการดำเนินงานในลำดับต่อไป นอกจากนั้น ยังมีจุดมุ่งหมายเพื่อการปรับปรุงวิธีการปฏิบัติงานรวมทั้งสภาวการณ์เงื่อนไขต่าง ๆ ที่

เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติงานมากกว่าการมีจุดมุ่งหมายเพื่อการสร้างสรรค์องค์ความรู้เชิงวิชาการอย่างใดอย่างหนึ่งเป็นการเฉพาะ

3. มุ่งเน้นการตีความหมายเหตุการณ์ หรือสภาวการณ์ของปัญหาที่เกิดขึ้น ตามความคิดเห็นหรือทัศนะของผู้ปฏิบัติงานหรือผู้มีส่วนเกี่ยวข้องโดยตรงกับเหตุการณ์หรือสภาวการณ์ของปัญหาดังกล่าว มากกว่าการอาศัยแนวคิดทฤษฎี กฎหรือหลักการของวิทยาศาสตร์ธรรมชาติ ทั้งนี้เพราะเชื่อว่าท่าทาง การกระทำ การติดต่อสื่อสารหรือพฤติกรรมใด ๆ ของมนุษย์ ทั้งที่ปรากฏให้เห็นเด่นชัดหรือไม่เห็นเด่นชัดในเหตุการณ์หรือสภาวการณ์ของปัญหาหนึ่งๆ สามารถตีความหมายได้โดยการสรุปอ้างอิง (inference) จากแรงจูงใจความเชื่อ เจตนา หรือจุดมุ่งหมายของผู้แสดงพฤติกรรมประกอบเข้ากับบริบทแวดล้อมที่ก่อให้เกิดพฤติกรรมหรือการกระทำเหล่านั้นขึ้น เช่น บรรทัดฐาน ค่านิยม และกฎเกณฑ์ต่าง ๆ ทางสังคมเป็นสำคัญ โดยนัยดังกล่าวนี้แสดงว่า นักวิจัยไม่สามารถตีความหมายพฤติกรรมหรือการกระทำของบุคคลใด ๆ ได้เลย ถ้าปราศจากการพิจารณาบริบทแวดล้อมพฤติกรรมนั้น ๆ มาประกอบด้วย

4. เสนอผลการวิจัยในรูปแบบเรียบง่าย การเสนอรายงานผลการศึกษาวิจัยในรูปแบบด้วยการเลือกใช้ถ้อยคำ สำนวนในระดับเดียวกับผู้ปฏิบัติงาน โดยพยายามหลีกเลี่ยงคำศัพท์เฉพาะสาขาวิชา (technical term) และภาษาที่มีลักษณะค่อนข้างเป็นนามธรรมเพื่อทำให้ง่ายต่อการติดตาม ทำความเข้าใจของผู้ปฏิบัติงาน นอกจากนี้คำอธิบายเกี่ยวกับผลการวิจัยตลอดจนกระบวนการวิจัยอื่นๆ สามารถตรวจสอบความตรง (validity) ได้จากการสนทนาแบบเป็นกันเองกับผู้ปฏิบัติงานหรือผู้มีส่วนร่วมหรือเกี่ยวข้องในทุกระยะของกระบวนการวิจัย

5. มุ่งเน้นการมีส่วนร่วมในกระบวนการวิจัย การดำเนินงานวิจัยเชิงปฏิบัติการในทุกขั้นตอนจะต้องอยู่ภายใต้บรรยากาศการมีส่วนร่วม การร่วมมือร่วมใจ การเชื่อถือและไว้วางใจ การเป็นมิตร รวมทั้งความเป็นอิสระและความเสมอภาคในการแสดงความคิดเห็น

6. ผ่อนคลายความเข้มงวดเกี่ยวกับระเบียบวิธีการศึกษาวิจัย การดำเนินงานวิจัยเชิงปฏิบัติการ ไม่ยึดติดอยู่ภายใต้กรอบการจัดกระทำทางการทดลองและการควบคุมตัวแปรแทรกซ้อนอย่างเคร่งครัดแบบตายตัวด้วยแบบแผนการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research Design) หรือวิธีการทางสถิติใด ๆ (Statistical Control) แนวคิดพื้นฐานดังกล่าวนี้ไม่ได้หมายความว่า การวิจัยเชิงปฏิบัติการละเลยหรือมองข้ามความสำคัญของการศึกษาค้นคว้าด้วยการอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ หากแต่ปรับวิธีการศึกษาค้นคว้าด้วยวิธีการดังกล่าวให้กลมกลืนหรือสอดคล้องกับลักษณะของปัญหา สภาวการณ์ต่าง ๆ รวมทั้งบริบททางสังคมและวัฒนธรรมที่แวดล้อมปัญหาที่ต้องการแสวงหาความรู้ความจริงด้วยเหตุนี้ การวิจัยเชิงปฏิบัติการโดยทั่วไปอาจเลือกใช้รูปแบบการวิจัยเชิงปริมาณที่อาศัยแบบการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi Experimental Design) หรือการวิจัยเชิงคุณภาพ

7. ไม่เน้นการสรุปอ้างอิงผลการศึกษาวิจัยข้ามไปยังบริบทอื่น การสรุปอ้างผลการวิจัยหรือการขยายผลการวิจัยให้ครอบคลุมไปยังห้องเรียน หรือโรงเรียนที่มีทำเลที่ตั้งหรือบริบทอื่น ๆ แตกต่างไปจากทำเล หรือบริบทที่ทำการวิจัยจริง มีลักษณะค่อนข้างจำกัดกว่าการวิจัยเชิงทดลองทางวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้ การสรุปอ้างอิงผลของการวิจัยที่ได้จากการวิจัยเชิงปฏิบัติการไม่สามารถอาศัยกฎของความครอบคลุม (covering law) ตามหลักการทางวิทยาศาสตร์ที่ตั้งอยู่บนพื้นฐานของความสัมพันธ์ หรือการอ้างอิงเชิงสาเหตุ (causal Relationships) ดังนั้นในทางปฏิบัติโดยทั่วไป การสรุปอ้างอิงผลของการวิจัยที่ได้จากการวิจัยเชิงปฏิบัติการ จึงมีแนวโน้มกระทำได้เฉพาะในขอบเขตของสถานที่ บุคคลและเวลาที่ทำการศึกษาวิจัย อย่างไรก็ตามถ้าต้องการขยายผลของการวิจัยให้ครอบคลุมข้ามไปยังขอบเขตอื่นที่นอกเหนือก็สามารถกระทำได้ ถ้าปัจจัยที่เกี่ยวข้องในบริบทเหล่านั้นมีลักษณะคล้ายคลึงหรืออยู่ในสภาวการณ์ที่ใกล้เคียงกัน รวมทั้งได้รับการยืนยันจากผลการศึกษาวิจัยที่เกี่ยวข้องอื่นๆ ประกอบด้วย

8. สร้างดุลยภาพและความเสมอภาคระหว่างทัศนะของบุคคลภายในและภายนอก นักวิจัยเชิงปฏิบัติการที่เป็นบุคคลภายใน (insider) และบุคคลภายนอก (outsider) ของสถานที่ทำการศึกษาวิจัย มีบทบาทสำคัญ 2 ประการ คือ บุคคลภายในมีบทบาทเป็นทั้งผู้ปฏิบัติงานตามหน้าที่ปกติและเป็นนักวิจัยปฏิบัติการในสถานที่ทำงานของตนเอง ในขณะที่บุคคลภายนอกมีบทบาทเป็นผู้เชี่ยวชาญ ผู้ให้คำปรึกษาทางวิชาการให้กับบุคคลภายในและเป็นนักวิจัยเชิงปฏิบัติการเช่นเดียวกับบุคคลภายใน นักวิจัยเชิงปฏิบัติการทั้งที่เป็นบุคคลภายในและบุคคลภายนอกจะต้องปรับบทบาทของตนเองให้มีดุลยภาพทางแนวความคิด ความเชื่อ และการปฏิบัติอยู่เสมอในแต่ละสภาวการณ์ นอกจากนี้จะต้องสร้างความเสมอภาคทางความคิดเห็นต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินกิจกรรมการวิจัยเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดความขัดแย้งทางความคิดหรือความสับสนระหว่างบทบาทเหล่านั้นในขณะปฏิบัติงานวิจัย

จากที่กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปได้ว่าการวิจัยเชิงปฏิบัติการพัฒนาขึ้นมาจากฐานคติความเชื่อ โดยการสร้างสรรค์และการใช้ความรู้เชิงปฏิบัติการ (Action or Practical Knowledge) สำหรับการแก้ไขปัญหาหรือการพัฒนาใด ๆ จะต้องตั้งอยู่บนหลักการพื้นฐานของความยุติธรรม ความสันติสุข และความสอดคล้องกลมกลืนกับบริบททางด้านวัฒนธรรมและสภาพแวดล้อมทางธรรมชาติ รวมทั้งอยู่ใต้บรรยากาศของความเอื้ออาทรหรือเป็นแบบกัลยาณมิตรที่นักวิจัยและผู้มีส่วนเกี่ยวข้องกับกระบวนการวิจัยมีการเรียนรู้ร่วมกัน รวมทั้งยอมรับฟังความคิดเห็นและให้เกียรติซึ่งกันและกัน ความรู้เชิงปฏิบัติการที่เป็นผลผลิตอันเกิดจากความร่วมมือร่วมใจระหว่างนักวิจัยกับผู้มีส่วนเกี่ยวข้องหรือผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย (stakeholders) โดยผู้ปฏิบัติงานซึ่งมีความใกล้ชิดกับปัญหาได้เกิดความรู้สึกในการเป็นเจ้าของความรู้ จึงเป็นปัจจัยผลักดันสำคัญต่อแนวโน้มของชุมชนหรือสังคมให้ดียิ่ง ๆ ขึ้นไป

5.3 กระบวนการดำเนินการวิจัยเชิงปฏิบัติการ

ในกระบวนการดำเนินการวิจัยเชิงปฏิบัติการ ได้มีนักการศึกษาเสนอกระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการไว้หลากหลายรูปแบบดังนี้

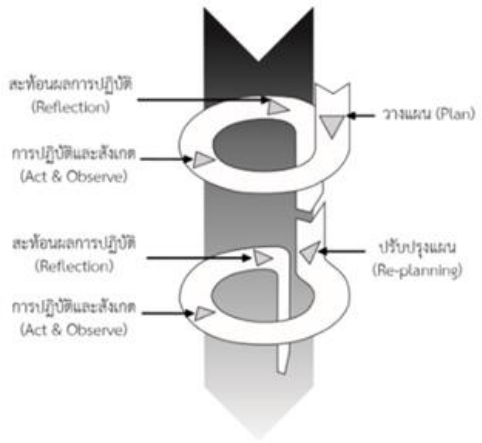
Kemmis and McTaggart (1988) ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับกระบวนการดำเนินงานการวิจัยเชิงปฏิบัติการ โดยประกอบด้วยกิจกรรมการวิจัยที่สำคัญ 4 ขั้นตอนหลัก คือ

1.1 การวางแผนเพื่อไปสู่การเปลี่ยนแปลงที่ดีขึ้น (planning)

1.2 ลงมือปฏิบัติการตามแผน (action)

1.3 สังเกตการณ์ (observation)

1.4 สะท้อนกลับ (reflection) กระบวนการและผลของการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นและปรับปรุงแผนการปฏิบัติงาน (re - planning) โดยดำเนินการเช่นนี้ต่อไปเรื่อย ๆ เป็นดังภาพแสดงรายละเอียดตามภาพประกอบที่ 1



ภาพประกอบที่ 1 วงจรของการวิจัยเชิงปฏิบัติการตามแนวคิดของ (Kemmis & McTaggart, 1988)

ความสัมพันธ์ระหว่างกิจกรรมการวิจัยหลักที่หมุนเคลื่อนไปเป็นวัฏจักรของกระบวนการวิจัยดังกล่าวจึงเป็นเสมือนแหล่งที่ก่อให้เกิดความรู้เชิงปฏิบัติการและกลไก การนำความรู้ที่ได้รับไปใช้แก้ไขปัญหาอย่างต่อเนื่อง ซึ่งกล่าวอีกนัยหนึ่ง คือ เป็นการดำเนินงานวิจัยที่ไม่แยกกิจกรรมการสืบค้นหาความรู้ ความจริงออกจากกิจกรรมการพัฒนา (องอาจ นัยพัฒน์, 2548) ซึ่งกิจกรรมการวิจัยหลักแต่ละขั้นตอนมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. การวางแผน (Planning) เป็นการกำหนดแนวทางปฏิบัติการไว้ก่อนล่วงหน้า โดยอาศัยการคาดคะเนแนวโน้มของผลลัพธ์ที่อาจเกิดขึ้นจากการปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ประกอบกับการระลึกถึงเหตุการณ์หรือเรื่องราวในอดีตที่เกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหาที่ต้องการแก้ไขตามประสบการณ์

ทางตรงและทางอ้อมของผู้วางแผนภายใต้การไตร่ตรองถึงปัจจัยสนับสนุนขัดขวางความสำเร็จในการแก้ไขปัญหา การต่อต้าน รวมทั้งสภาวการณ์เงื่อนไขอื่น ๆ ที่แวดล้อมปัญหาอยู่ในเวลานั้น โดยทั่วไปการวางแผนจะต้องคำนึงถึงความ ยืดหยุ่น ทั้งนี้เพื่อจะสามารถปรับเปลี่ยนให้เข้ากับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในอนาคต

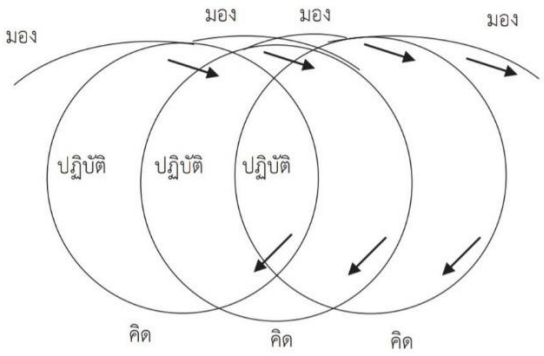
2. การปฏิบัติการ (Action) เป็นการลงมือดำเนินงานตามแผนที่กำหนดไว้อย่างระมัดระวังและควบคุมการปฏิบัติงานให้เป็นไปตามที่ระบุไว้ในแผน อย่างไรก็ตามในความ เป็นจริงการปฏิบัติตามแผนที่กำหนดไว้มีโอกาสแปรเปลี่ยนไปตามเงื่อนไขและข้อจำกัด ของสภาวการณ์เวลานั้นได้ ด้วยเหตุนี้แผนปฏิบัติการที่ดีจะต้องมีลักษณะเป็นเพียงแผนชั่วคราว ซึ่งเปิดช่องให้ผู้ปฏิบัติการสามารถปรับเปลี่ยนได้ตามเงื่อนไขและปัจจัยที่เป็นอยู่ในขณะนั้น การปฏิบัติการที่ดีจะต้องดำเนินไปอย่างต่อเนื่องเป็นพลวัตรภายใต้การใช้ดุลยพินิจในการตัดสินใจ

3. การสังเกตการณ์ (Observation) เป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการและผลที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติงานที่ได้ลงมือกระทำลงไป รวมทั้งสังเกตการณ์ปัจจัยสนับสนุนและปัจจัยอุปสรรคการดำเนินงานตามแผนที่วางไว้ ตลอดจนประเด็นปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นระหว่างปฏิบัติการตามแผนว่ามีสภาพหรือลักษณะเป็นอย่างไร การสังเกตการณ์ที่ดีจะต้องมีการวางแผนไว้ก่อนล่วงหน้าคร่าว ๆ โดยจะต้องมีขอบเขตที่ไม่แคบหรือจำกัดจนเกินไป เพื่อจะได้เป็นแนวทางสำหรับการสะท้อนกลับกระบวนการและผลการปฏิบัติที่จะเกิดขึ้นตามมา

4. การสะท้อนกลับ (Reflection) เป็นการให้ข้อมูลถึงการกระทำตามที่บันทึกข้อมูลไว้จากการสังเกตในเชิงวิพากษ์กระบวนการและผลการปฏิบัติงานตามที่วางแผนไว้ ตลอดจนการวิเคราะห์เกี่ยวกับปัจจัยสนับสนุนและปัจจัยอุปสรรคการพัฒนารวมทั้งประเด็นปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นว่าเป็นไปตามวัตถุประสงค์หรือไม่ การสะท้อนกลับโดยอาศัยกระบวนการกลุ่มในลักษณะวิพากษ์วิจารณ์ หรือประเมินผลการปฏิบัติงาน ระหว่างบุคคลที่มีส่วนร่วมในการวิจัยจะเป็นวิธีการปรับปรุงวิธีการปฏิบัติงานตามแนวทางดั้งเดิมไปเป็นการปฏิบัติงานตามวิธีการใหม่ ซึ่งใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการทบทวนและปรับปรุงวางแผนปฏิบัติการในวงจรกระบวนการวิจัยในรอบหรือเกลียวต่อไป

Stringer (1999) ได้เสนอแนวคิดกระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติ โดยแบ่งกระบวนการดำเนินงานวิจัยเชิงปฏิบัติการออกเป็น 3 ขั้นตอนหลัก ได้แก่

1. การพินิจพิเคราะห์ (มอง)
2. การคิดวิเคราะห์ (คิด)
3. การปฏิบัติการ (ปฏิบัติ) ซึ่งเป็นไปตามภาพประกอบที่ 2



ภาพประกอบที่ 2 กระบวนการดำเนินงานวิจัยเชิงปฏิบัติการตามแนวคิดของ (Stringer, 1999)

กิจกรรมหลักทั้ง 3 ขั้นตอนนี้ เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องเป็นวัฏจักรซ้ำกันหลายรอบ (Recycling Set of Activities) การดำเนินกิจกรรมการวิจัยในขั้นตอนแรกมีจุดมุ่งหมายสำคัญเพื่อช่วยให้บุคคลทุกฝ่ายที่มีส่วนร่วมในกระบวนการวิจัยได้เข้าใจสภาพปัญหา ปัจจัยสนับสนุนและปัจจัยอุปสรรคการปรับปรุงแก้ไขปัญหาและบริบทอื่น ๆ ที่แวดล้อม ปัญหาที่ต้องการแก้ไขอย่างถ่องแท้และชัดเจน เพื่อที่จะได้คิดหาหนทางที่จะนำไปสู่การบรรลุจุดมุ่งหมายดังกล่าวนี้ นักวิจัยที่เป็นบุคคลภายนอกจะเป็นผู้คอยให้ความช่วยเหลือ และอำนวยความสะดวกในการทำการวิจัย บุคคลภายในองค์กรหรือชุมชนทำหน้าที่นิยาม ปัญหาที่เกิดขึ้น ตลอดจนพรรณนารายละเอียดเกี่ยวกับบริบทแวดล้อมองค์กรหรือชุมชน และสภาวการณ์เงื่อนไขที่เกี่ยวข้องกับปัญหา นอกจากนี้ยังร่วมมือกันเก็บรวบรวมข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาและบริบทแวดล้อม โดยใช้วิธีการสังเกตการณ์ สัมภาษณ์ หรือ การศึกษาเอกสาร ส่วนการดำเนินกิจกรรมในขั้นตอนที่ 2 ได้แก่ การตีความและวิเคราะห์ข้อมูลที่เก็บรวบรวมมาได้จากขั้นตอนแรก โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อสร้างความชัดเจนและ ขยายความเข้าใจเกี่ยวกับประเด็นปัญหาที่ต้องการแก้ไขมากยิ่งขึ้น รวมทั้งการกำหนดรายละเอียดเกี่ยวกับลำดับขั้นตอนการปฏิบัติงานในขั้นตอนที่ 3 ซึ่งมีจุดมุ่งหมายเพื่อลงมือ ปฏิบัติการแก้ไขปัญหาให้สำเร็จลุล่วงไปตามที่ได้คิดวิเคราะห์ไว้โดยมีการประเมินผลการปฏิบัติงานเป็นกลยุทธ์สำคัญ เพื่อการระบุความสำเร็จของการแก้ไขปัญหาว่าอยู่ในระดับใด มีประเด็นใดบ้างที่จะต้องทำการแก้ไขในวงจรรอบต่อไป

จากที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยสามารถสรุปขั้นตอนการดำเนินการวิจัยเชิงปฏิบัติการ โดยอ้างอิงจากกระบวนการดำเนินงานวิจัยเชิงปฏิบัติการตามแนวคิดของ (Kemmis & McTaggart, 1988) มาใช้ซึ่งวิจัยครั้งนี้จะมีกระบวนการดำเนินการวิจัยเชิงปฏิบัติการ โดยมีประกอบด้วย 4 ขั้นตอนหลัก คือ

1. การวางแผน (Planning) เป็นขั้นตอนที่ผู้วิจัยกำหนดแนวทางปฏิบัติการไว้ก่อนล่วงหน้า โดยอาศัยการคาดคะเนแนวโน้มของผลลัพธ์ที่อาจเกิดขึ้นจากการปฏิบัติตามแผนที่วางไว้

ประกอบกับการสำรวจปัญหาที่เกิดขึ้น วิเคราะห์รายละเอียดของปัญหา ศึกษาข้อมูลพร้อมทั้งคิดหาแนวทางการแก้ไขปัญหา และสร้างเครื่องมือในการแก้ไขปัญหา

2. การปฏิบัติการ (Action) เป็นขั้นตอนที่ผู้วิจัยลงมือดำเนินงานตามแผนที่กำหนดไว้อย่างระมัดระวัง ควบคุมการปฏิบัติงานให้เป็นไปตามที่ระบุไว้ในแผน และวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นเพื่อทำการปรับปรุงแผนการดำเนินงาน

3. การสังเกตการณ์ (Observation) เป็นขั้นตอนที่ผู้วิจัยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งจากการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน โดยต้องอาศัยจากเครื่องมือที่สร้างขึ้นในการวัดผล

4. การสะท้อนกลับ (Reflection) เป็นขั้นตอนที่ผู้วิจัยทำการสะท้อนผลจากการปฏิบัติงานในขั้นต่าง ๆ โดยจะประเมิน ตรวจสอบกระบวนการแก้ไขปัญหา สิ่งที่เป็นอุปสรรคในการปฏิบัติการ ซึ่งจะเป็นแนวทางพัฒนาและแก้ไขปัญหา เพื่อทำการปรับปรุงวางแผนปฏิบัติการในวงจรกระบวนการวิจัยในรอบต่อไป

6. บริบทของโรงเรียนสารคามพิทยาคม

จากการข้อมูลบริบทพื้นฐานของโรงเรียน โรงเรียนสารคามพิทยาคม เป็นโรงเรียนระดับมัธยมศึกษาขนาดใหญ่พิเศษ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 26 สำนักคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ ตั้งอยู่ที่ถนนนครสวรรค์ เทศบาลเมืองมหาสารคาม อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม

โรงเรียนสารคามพิทยาคม เปิดสอนตั้งแต่ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1- 6 แต่ละระดับชั้นมีห้องเรียน 17 ห้องเรียน โดยแบ่งได้ ดังนี้

ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ประกอบด้วย

1. หลักสูตรห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ (Gifted) 4 ห้องเรียน ห้องเรียนละ 36 คน
2. หลักสูตรห้องเรียนหลักสูตรภาษาอังกฤษ (English Program) 2 ห้องเรียนละ 30 คน
3. หลักสูตรห้องเรียนทั่วไป 8 ห้องเรียน ห้องเรียนละ 40 คน
4. หลักสูตรห้องเรียนกีฬา (Sport Program) 1 ห้องเรียน ห้องเรียนละ 40 คน

ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ประกอบด้วย

1. หลักสูตรห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ (Gifted) 4 ห้องเรียน ห้องเรียนละ 36 คน
2. หลักสูตรห้องเรียนหลักสูตรภาษาอังกฤษ (English Program) 1 ห้องเรียน จำนวน 30 คน
3. หลักสูตรห้องเรียนพิเศษคณิตศาสตร์ – ภาษา (MLP) 1 ห้องเรียน จำนวน 40 คน

4. หลักสูตรศิลป์ – ภาษา 2 ห้องเรียน ห้องละ 45 คน

5. หลักสูตรห้องเรียนวิทยาศาสตร์ - คณิตศาสตร์ 8 ห้องเรียน ห้องเรียนละ 45 คน

6. หลักสูตรห้องเรียนกีฬา (Sport Program) 1 ห้องเรียน ห้องเรียนละ 40 คน

ในการแบ่งห้องเรียนของนักเรียนแต่ละหลักสูตรนั้น แบ่งโดยใช้เกรดเฉลี่ยในการจัดห้องเรียน โดยนักเรียนที่มีคะแนนใกล้เคียงกันจะอยู่ห้องเรียนเดียวกัน หรือแบ่งนักเรียนตามศักยภาพนั่นเอง

โรงเรียนสารคามพิทยาคมเป็นโรงเรียนศักยภาพสูงในการจัดการเรียนการสอนของจังหวัดมหาสารคาม ห้องเรียนมีโต๊ะและเก้าอี้เพียงพอในการจัดการเรียนการรู้และทุกห้องเรียนมีเครื่องและจอโปรเจคเตอร์ และลำโพงที่อำนวยความสะดวก มีอุปกรณ์ปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ในการทำปฏิบัติการ

ด้านบริบทในห้องเรียนผู้วิจัยได้เลือกนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาที่ 5/5 เป็นกลุ่มเป้าหมาย นักเรียนกลุ่มนี้เรียนในหลักสูตรห้องเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ นักเรียนส่วนใหญ่เป็นนักเรียนที่อยู่อาศัยในจังหวัดมหาสารคาม ครอบครัวมีรายได้ปานกลาง ส่วนใหญ่ในห้องนี้ผู้ปกครองมีอาชีพรับราชการ และทำการเกษตร นักเรียนส่วนใหญ่จะอาศัยอยู่กับครอบครัวช่วยพ่อแม่ทำงานบ้านและไม่ได้เรียนพิเศษเสริมในวิชาต่าง ๆ จากที่อื่น โดยนักเรียนส่วนใหญ่ในห้องนี้จะประกอบไปด้วยนักเรียนชายมีมากกว่านักเรียนหญิง และมีการแบ่งกลุ่มเพื่อนอย่างชัดเจน บรรยากาศภายในห้องเรียน นักเรียนชายค่อนข้างมีการพูดคุยกับเพื่อนในชั้นเรียนอย่างเป็นมิตร อารมณ์ดี ช่างพูดช่างเจรจา ชอบการอยู่แบบกลุ่มใหญ่ ๆ ส่วนใหญ่ชอบเล่นดนตรี เล่นกีฬา แต่ไม่ค่อยมีความรับผิดชอบในงานที่ครูมอบหมายให้ ส่วนนักเรียนหญิงจะค่อนข้างมีความรับผิดชอบต่อหน้าที่ มีความกระตือรือร้นในการทำงานมากกว่า ชอบทำงานกลุ่มและงานที่ใช้ความสามารถด้านศิลปะ ไม่ค่อยชอบวิชาที่เป็นวิชาคำนวณ นักเรียนหญิงส่วนใหญ่จะมีนิสัยค่อนข้างเงียบ เรียบร้อย แต่เมื่ออยู่นอกห้องเรียนหรืออยู่กับเพื่อนที่สนิทจะค่อนข้างพูดเก่งขึ้น และนักเรียนส่วนใหญ่ในห้องนี้จะไม่ชอบทำการบ้านด้วยตัวเอง จะชอบรอเพื่อนทำให้เสร็จก่อนแล้วยืมงานหรือสมุดเพื่อนไปลอก ไม่ชอบทบทวนบทเรียน และไม่มีการเรียนพิเศษเสริมจากที่อื่น ๆ ซึ่งนักเรียนในห้องนี้มีผลการเรียนอยู่ในระดับค่อนข้างต่ำของหลักสูตรวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ โดยจากการสังเกตพฤติกรรมและสอบถามครูผู้สอนในรายวิชาฟิสิกส์และคณิตศาสตร์ของโรงเรียนสารคามพิทยาคม จะกล่าวสอดคล้องกันว่านักเรียนส่วนใหญ่ในห้องนี้ยังขาดความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ เช่น การบวก การลบ การคูณ การหารจำนวนจริง สมบัติของเลขยกกำลัง การถอดรากที่สอง และการหาคำตอบของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว รวมทั้งยังขาดความเข้าใจเรื่องสัญลักษณ์ทางฟิสิกส์ หน่วยทางฟิสิกส์ กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ เมื่อผู้วิจัยได้สำรวจปัญหาภายในชั้นเรียนและนำแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ยังขาดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา โดยส่วนมากนักเรียนไม่สามารถแปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ไป

เป็นสัญลักษณ์ทางฟิสิกส์ ไม่มีความมั่นใจในการหาคำตอบ และยังขาดความรอบคอบในการทบทวนคำตอบ จึงส่งผลให้นักเรียนมีคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด ซึ่งมีจำนวน 29 คน ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกนักเรียนกลุ่มนี้เป็นกลุ่มเป้าหมายเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์

7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง พบว่ายังไม่มีการศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกลวิธี STAR ในการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์หรือในกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ ซึ่งจากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องส่วนใหญ่พบว่ามีการใช้กลวิธี STAR ในการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาคณิตศาสตร์ และในเอกสารที่ศึกษาได้มีข้อเสนอแนวทางให้นำรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธี STAR นำไปปรับใช้กับวิชาคำนวณหรือวิชาอื่น ๆ ที่สอดคล้องหรือเหมาะสม

7.1 งานวิจัยในประเทศ

สุรภัทร สาแสง (2553) ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ของการประยุกต์การสอนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR ที่มีต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่ โดยการสอนแบบปกติกับการสอนแก้โจทย์ปัญหาโดยใชกลวิธี STAR ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 การวิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของบทเรียนเรื่องวิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่ และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา โดยการเรียนการสอนแบบปกติกับการสอนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR ในการทำการวิจัยจะจำแนกนักเรียนตามระดับผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มเรียนเก่ง กลุ่มเรียนปานกลาง และกลุ่มเรียนอ่อน โดยเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ แผนการจัดการเรียนรู้การสอนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR ใช้กับกลุ่มทดลองเรื่องวิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่ แผนการจัดการเรียนรู้การสอนแบบปกติโดยใช้กับกลุ่มควบคุมเรื่องวิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา ซึ่งผลการวิจัยพบว่า ประสิทธิภาพของแผนการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการแก้ปัญหาด้วยกลวิธี STAR มีประสิทธิผลสูงกว่าแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ และส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของผู้เรียนแต่ละกลุ่มสูงกว่าการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งผู้วิจัยได้เสนอแนวทางการจัดการเรียนรู้ว่า ควรนำรูปแบบการสอนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR ไปใช้ในเรื่องอื่น ๆ ในระดับชั้นอื่นหรือปรับใช้ในเนื้อหาวิชาอื่นได้ตามเหมาะสม เพื่อให้นักเรียนเป็นผู้แก้ปัญหาที่ดี

สิริเกศ หมัดเจริญ (2554) ได้ทำการศึกษาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง เสียง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้กลวิธีเมตาคอกนิชัน การวิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่องเสียง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้กลวิธีเมตาคอกนิชันให้เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ มีจำนวนนักเรียนไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ที่ได้คะแนนหลังเรียนไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม กลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 จำนวน 34 คน เครื่องมือที่ใช้ในวิจัยคือ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้กลวิธีเมตาคอกนิชัน เรื่อง เสียง แบบบันทึกพฤติกรรมของนักเรียน แบบบันทึกผลการจัดกิจกรกรรมการเรียนรู้ของครู แบบสัมภาษณ์นักเรียน แบบบันทึกการแก้ปัญหาวิชาฟิสิกส์ แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาวิชาฟิสิกส์ท้ายวงจรและแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์เรื่อง เสียง ซึ่งผลวิจัยพบว่า ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของผู้เรียนวิชาฟิสิกส์ มีนักเรียนที่ได้คะแนนหลังเรียนไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม จำนวน 25 คน คิดเป็นร้อยละ 73.53 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พบว่ามีนักเรียนที่ได้คะแนนหลังเรียนไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม จำนวน 24 คน คิดเป็นร้อยละ 70.59 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด

ณัฐริณี โทนุสิทธิ์ (2556) ได้ทำการศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว โดยการใช้กลวิธี STAR ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนพระอินทร์ศึกษา (กล่อมสกุลอุทิศ) จังหวัดพระนครศรีอยุธยา การวิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ศึกษาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์และศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว โดยกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ปีการศึกษา 2555 จำนวน 1 ห้อง จำนวนนักเรียน 30 คน ที่ได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แผนการจัดการเรียนรู้เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์และแบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ซึ่งผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นักเรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดี และผู้วิจัยได้เสนอแนวทางการจัดการเรียนรู้ว่าควรได้มีการศึกษาเกี่ยวกับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาโดยการจัดการเรียนรู้โดยการใช้กลวิธี STAR ในกลุ่มสาระการเรียนรู้อื่น ๆ ที่สอดคล้องกับแนวทางแก้ไขปัญหาโดยกลวิธี STAR

เอกวิทย์ ดวงแก้ว (2559) ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้(5E) ร่วมกับกลวิธีแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์เชิงตรรกะของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์ การวิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ระหว่างก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 75 และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 75 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้(5E) ร่วมกับกลวิธีแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์เชิงตรรกะของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ได้จากการสุ่มแบบ Cluster random sampling จำนวน 45 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ แผนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับกลวิธีแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์เชิงตรรกะของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์ แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ และแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ ซึ่งผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับกลวิธีแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์เชิงตรรกะของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรูแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับกลวิธีแกโจทยปญหาทางฟิสิกส์เชิงตรรกะของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

7.2 งานวิจัยต่างประเทศ

Maccini and Ruhl (2000) ได้ศึกษาผลการใชสื่อที่เป็นรูปธรรม (Concrete) สื่อที่เป็นตัวแทนวัตถุจริง (Semiconcrete) และสัญลักษณ์ที่เป็นนามธรรม (Abstract) หรือที่เรียกโดยใช้อักษร CSA ตามลำดับ และกลวิธี STAR ในการแก้ปัญหาการลบจำนวนเต็มสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาที่มีความบกพร่องทางการเรียน มีอุปสรรคในการให้เหตุผลขั้นสูง และทักษะการแก้ปัญหาที่มีต่อความสามารถในการแสดงความหมายและการหาคำตอบของปัญหาการลบจำนวนเต็ม กลุ่มตัวอย่างเป็นเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 3 คน ผลการวิจัยพบว่า หลังการทดลองการแก้ปัญหาของนักเรียนทั้ง 3 คนมีประสิทธิภาพสูงขึ้นและหลังการทดลอง 2 สัปดาห์ ทำการทดสอบความคงทนของความสามารถในการหาคำตอบของปัญหา พบว่า นักเรียนยังคงหาคำตอบของปัญหาได้อย่างถูกต้อง และ 1 สัปดาห์ต่อมาการทดสอบความคงทนของความสามารถในการแสดงความหมายของปัญหา ซึ่งนักเรียนยังคงแสดงความหมายของปัญหาได้อย่างถูกต้องเช่นกัน

Peltier and Vannest (2016) ได้ศึกษาการใช้กลวิธี STAR เพื่อปรับปรุงแก้ปัญหาสามารถในการแก้โจทย์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความผิดปกติทางอารมณ์ โดยประเมินรายงานและ

วิเคราะห์ข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 20 คน ในโรงเรียนของรัฐแมรี่แลนด์ โดยทำการศึกษาจากจำนวน 10 คน ประกอบด้วยนักเรียนจำนวน 5 คน มีพฤติกรรมบกพร่องด้านสุขภาพ (OHI) และนักเรียนจำนวน 5 คน มีความบกพร่องในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (MLD) หรือความผิดปกติทางอารมณ์และพฤติกรรม (EBD) ในการวิจัยได้ใช้การเรียนการสอนที่เป็นรูปธรรม - นามธรรม (CRA) เพื่อช่วยนักเรียนในการทำความเข้าใจแนวคิดเกี่ยวกับแนวคิดทางคณิตศาสตร์ ร่วมกับวิธีใช้กลวิธี STAR เพื่อให้นักเรียนมีลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งจากการศึกษาพบว่า การเรียนการสอนที่เป็นรูปธรรม - นามธรรม (CRA) ร่วมกับกลวิธี STAR ในนักเรียนกลุ่มความผิดปกติทางอารมณ์และพฤติกรรม (EBD) ช่วยให้นักเรียนสามารถทำงานได้อย่างอิสระและประสบผลสำเร็จมากขึ้น และมีวิธีการแก้โจทย์ปัญหาที่เข้าใจง่ายขึ้นและรับรู้เข้าใจถึงลักษณะของปัญหาที่แตกต่างกัน

Cheng, She and Huang (2018) ได้ศึกษาผลกระทบของความสามารถในแก้ปัญหาที่มีต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ การใช้เหตุผล และการแก้ปัญหา กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 126 คน ซึ่งได้แบ่งวิธีการเรียนการสอนเพื่อการแก้ปัญหาในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์กายภาพ ออกเป็น 2 วิธี ได้แก่ 1) ให้นักเรียนจำนวน 61 คน ใช้วิธีการเรียนการเรียนรู้เสมือนการทดลองกับการออกแบบแฟกทอเรียล (กลุ่มการแก้ปัญหา) 2) ให้นักเรียนจำนวน 65 คน ใช้วิธีการเรียนการเรียนรู้แบบดั้งเดิม ซึ่งจากการศึกษาพบว่า นักเรียนกลุ่มการแก้ปัญหามีประสิทธิภาพสูงกว่ากลุ่มการเรียนรู้แบบดั้งเดิมอย่างมีนัยสำคัญ และผลการทดสอบการใช้เหตุผลเชิงแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เป็นสมมติฐานที่ดีเพื่อใช้แก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ส่งผลต่อความรู้ทางวิทยาศาสตร์และความสามารถความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศ พบว่า ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์หรือวิชาที่เกี่ยวกับการคำนวณต่าง ๆ จะถูกพัฒนาได้ต้องใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง รู้จักค้นคว้าความรู้และรู้จักคิดหาวิธีการแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง โดยการศึกษาข้อมูลของปัญหาหรือโจทย์ปัญหา การวางแผนในการแก้ปัญหาหรือโจทย์ปัญหาและมีการดำเนินการหาผลลัพธ์ได้อย่างเป็นขั้นเป็นตอน โดยพฤติกรรมเหล่านี้นั้นมีความสอดคล้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ที่สามารถทำให้ผู้เรียนเกิดทักษะการแสวงหาความรู้ สามารถค้นคว้าความรู้ด้วยตนเอง รู้จักคิดหาวิธีการแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง และกลวิธี STAR ที่จะช่วยให้นักเรียนสามารถวางแผนแก้โจทย์ปัญหาอย่างเป็นระบบระเบียบ มีการดำเนินการหาผลลัพธ์ได้อย่างเป็นขั้นเป็นตอน ซึ่งจะช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนให้เพิ่มสูงขึ้น

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกลวิธี STAR เรื่อง ไฟฟ้ากระแส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งมีขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน ดังรายละเอียดในหัวข้อดังนี้

1. กลุ่มเป้าหมาย
2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล
3. รูปแบบของการวิจัย
4. การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ
5. การเก็บรวบรวมข้อมูล
6. การจัดกระทำกับข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล
7. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์

ขอบเขตงานวิจัย

กลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/5 โรงเรียนสารคามพิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 26 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 โดยผู้วิจัยได้ทำการคัดเลือกกลุ่มเป้าหมายจากการนำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ แบบอัตนัยจำนวน 2 ข้อ ซึ่งมีลักษณะเป็นโจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ ในเรื่องที่นักเรียนได้แล้วผ่านมาแล้วมาใช้ตรวจสอบกระบวนการศึกษาโจทย์ปัญหา การแปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ปัญหา การหาคำตอบโจทย์ของปัญหา และการทบทวนคำตอบของนักเรียน จากนั้นผู้วิจัยได้นำคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบของนักเรียนมาคิดเป็นร้อยละแล้วนำไปเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ซึ่งผลการวิเคราะห์คะแนนความสามารถในแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนเป็นรายบุคคล แสดงได้ในตารางที่ 5 ดังนี้

ตารางที่ 5 ผลการวิเคราะห์คะแนนความสามารถในแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียน

เลขที่	คะแนน (34)	เทียบเกณฑ์ร้อยละ 70	เลขที่	คะแนน (34)	เทียบเกณฑ์ร้อยละ 70
1ก	26	ผ่าน	1ข	10	ไม่ผ่าน
2ก	19	ไม่ผ่าน	2ข	6	ไม่ผ่าน
3ก	14	ไม่ผ่าน	3ข	28	ผ่าน
4ก	23	ไม่ผ่าน	4ข	11	ไม่ผ่าน
5ก	11	ไม่ผ่าน	5ข	26	ผ่าน
6ก	23	ไม่ผ่าน	6ข	8	ไม่ผ่าน
7ก	7	ไม่ผ่าน	7ข	ลาออก	-
8ก	24	ไม่ผ่าน	8ข	26	ผ่าน
9ก	16	ไม่ผ่าน	9ข	27	ผ่าน
10ก	17	ไม่ผ่าน	10ข	20	ไม่ผ่าน
11ก	11	ไม่ผ่าน	11ข	24	ผ่าน
12ก	26	ผ่าน	12ข	4	ไม่ผ่าน
13ก	8	ไม่ผ่าน	13ข	12	ไม่ผ่าน
14ก	22	ไม่ผ่าน	14ข	10	ไม่ผ่าน
15ก	28	ผ่าน	15ข	25	ผ่าน
16ก	15	ไม่ผ่าน	16ข	11	ไม่ผ่าน
17ก	11	ไม่ผ่าน	17ข	16	ไม่ผ่าน
18ก	4	ไม่ผ่าน	18ข	17	ไม่ผ่าน
19ก	15	ไม่ผ่าน	19ข	22	ไม่ผ่าน
			20ข	24	ผ่าน
			21ข	12	ไม่ผ่าน

จากตารางที่ 5 ผลการวิเคราะห์คะแนนความสามารถในแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียน พบว่ามีนักเรียนที่คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 มีจำนวน 29 คน จากนักเรียนทั้งหมด 39 คน ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 74.36 ของนักเรียนทั้งหมด

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้แบ่งประเภทและลักษณะของเครื่องมือ เป็น 2 ประเภท คือ

1.1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกลวิธี STAR วิชาฟิสิกส์ เรื่อง ไฟฟ้ากระแส จำนวน 9 แผนการจัดการเรียนรู้ ทั้งหมด 13 ชั่วโมง

1.2 เครื่องมือที่ใช้ในการสะท้อนผล

1.2.1 แบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีลักษณะแบบทดสอบอัตนัย แบ่งจำนวนเป็น 3 ชุด ชุดละ 3 ข้อ

1.2.2 แบบสัมภาษณ์ความคิดเห็นของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้กลวิธี STAR มีลักษณะเป็นแบบสัมภาษณ์ กึ่งโครงสร้าง โดยสัมภาษณ์เพื่อประเมินความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้กลวิธี STAR เมื่อสิ้นสุดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละวงจรปฏิบัติการ

1.2.3 แบบสังเกตพฤติกรรมการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียน เป็นแบบมีโครงสร้าง โดยจะใช้สังเกตพฤติกรรมนักเรียนกลุ่มเป้าหมายรายบุคคล ซึ่งสังเกตระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

รูปแบบการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ เป็นการวิจัยปฏิบัติการ (Action Research) โดยใช้ในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกลวิธี STAR เรื่อง ไฟฟ้ากระแส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ ซึ่งในแต่ละวงจรปฏิบัติการมีขั้นตอน ดังนี้

1. การวางแผน (Planning) เป็นขั้นตอนที่ผู้วิจัยกำหนดแนวทางปฏิบัติการไว้ก่อนล่วงหน้า โดยอาศัยการคาดคะเนแนวโน้มของผลลัพธ์ที่อาจเกิดขึ้นจากการปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ ประกอบกับการสำรวจปัญหาที่เกิดขึ้น วิเคราะห์รายละเอียดของปัญหา ศึกษาข้อมูลพร้อมทั้งคิดหาแนวทางการแก้ไขปัญหา และสร้างเครื่องมือในการแก้ไขปัญหา

2. การปฏิบัติการ (Action) เป็นขั้นตอนที่ผู้วิจัยลงมือดำเนินงานตามแผนที่กำหนดไว้อย่างระมัดระวัง ควบคุมการปฏิบัติงานให้เป็นไปตามที่ระบุไว้ในแผน และวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้น เพื่อทำการปรับปรุงแผนการดำเนินงาน

3. การสังเกตการณ์ (Observation) เป็นขั้นตอนที่ผู้วิจัยทำการเก็บรวบรวมข้อมูล ทั้งจากการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน โดยต้องอาศัยจากเครื่องมือที่สร้างขึ้นในการวัดผล

4. การสะท้อนกลับ (Reflection) เป็นขั้นตอนที่ผู้วิจัยทำการสะท้อนผลจากการปฏิบัติงานในขั้นต่าง ๆ โดยจะประเมิน ตรวจสอบกระบวนการแก้ไขปัญหา สิ่งที่เป็นอุปสรรคในการปฏิบัติการ ซึ่งจะเป็นแนวทางพัฒนาและแก้ไขปัญหา เพื่อทำการปรับปรุงวางแผนปฏิบัติการในวงจรกระบวนการวิจัยในรอบต่อไป

การวิจัยในครั้งนี้ประกอบด้วย 3 วงจรปฏิบัติการ โดยขั้นตอนในแต่ละวงจรปฏิบัติการมีรายละเอียด ดังนี้

ขั้นที่ 1 การวางแผน

1. สำรวจปัญหาของผู้เรียนด้านความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ พร้อมทั้งวิเคราะห์ถึงสาเหตุปัญหาที่เกิดขึ้น โดยจะทำการสำรวจปัญหาด้านความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนในวงจรปฏิบัติการแรกเท่านั้น ส่วนในวงจรต่อ ๆ ไป จะเป็นการนำปัญหาที่เกิดขึ้นที่วิเคราะห์ได้เมื่อสิ้นสุดกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละวงจร ปฏิบัติการมาวางแผนการจัดกิจกรรมเรียนรู้ต่อไป

2. ศึกษาและวิเคราะห์หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) และผลการเรียนรู้ที่คาดหวังรายวิชาฟิสิกส์ของโรงเรียนสารคามพิทยาคม กำหนดเนื้อหาที่จะนำมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน และศึกษาทฤษฎี แนวคิด งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นแนวทางในการกำหนดและสร้างเครื่องมือที่จะใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ แบบสัมภาษณ์ความคิดเห็นของนักเรียน และแบบสังเกตพฤติกรรมการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียน โดยทำการศึกษาในวงจรปฏิบัติการแรกเท่านั้น

3. ดำเนินการสร้างและพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกลวิธี STAR และเครื่องมือที่ใช้ในการสะท้อนผล ได้แก่ แบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ แบบสัมภาษณ์ความคิดเห็นของนักเรียน และแบบสังเกตพฤติกรรมการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียน ตามขั้นตอนการสร้างเครื่องมือวิจัย จากนั้นนำแผนการจัดการเรียนรู้ และเครื่องมือที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และนำมาปรับปรุงตามข้อเสนอแนะ จากนั้นนำแผนการจัดการเรียนรู้และเครื่องมือที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นไปขอคำปรึกษาผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและพิจารณาความเหมาะสมของเนื้อหาและดำเนินการปรับปรุงแก้ไข ตามคำแนะนำต่าง ๆ ให้ถูกต้องเหมาะสมยิ่งขึ้น

ขั้นที่ 2 การปฏิบัติการ

นำแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกลวิธี STAR ที่พัฒนาขึ้นนำไปใช้กับนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย ซึ่งในแต่ละวงจรปฏิบัติการจะประกอบด้วยเนื้อหาสาระที่แตกต่างกัน แสดงได้ในตารางที่ 6 ดังนี้

ตารางที่ 6 วิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้ที่ 14 เรื่อง ไฟฟ้ากระแส

วงจรปฏิบัติการ	แผนการจัดการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	ชั่วโมง
1	1	กระแสไฟฟ้าและการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอน	1
	2	กระแสไฟฟ้าในตัวนำ	2
	3	กระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำ	1
2	4	กฎของโอห์มและความต้านทาน	2
	5	สภาพต้านทานไฟฟ้าและสภาพนำไฟฟ้า	1
	6	ตัวต้านทานและการต่อตัวต้านทาน	2
3	7	พลังงานในวงจรไฟฟ้ากระแสตรง	1
	8	แบตเตอรี่และวงจรไฟฟ้ากระแสตรงเบื้องต้น	2
	9	พลังงานไฟฟ้าจากพลังงานทดแทน	1
รวม			13

ขั้นที่ 3 การสังเกตการณ์

สังเกตเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นจากการจัดการเรียนรู้และและพฤติกรรมการเรียนของนักเรียน ทำการบันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้โดยผู้วิจัยบันทึกเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นระหว่างดำเนินกิจกรรมตามกระบวนการจัดการเรียนรู้ ตรวจและบันทึกผลการทำใบงานและแบบฝึกทักษะของนักเรียน และประเมินผลโดยใช้แบบทดสอบท้ายแผน แบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์หลังการจัดการเรียนรู้แต่ละวงจรปฏิบัติการ

ขั้นที่ 4 การสะท้อนกลับ

ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์และประเมินผลจากการสังเกต แบบสัมภาษณ์ และแบบบันทึกต่าง ๆ เพื่อนำไปพัฒนาการจัดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น แล้วนำข้อสรุปที่ได้มาปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ใหม่ทั้งแผนที่สอนผ่านไปแล้ว และแผนที่จะสอนในครั้งถัดไป และผลการวิจัยนำผลที่ได้จากการปฏิบัติทั้งหมดมาสรุปและปรับปรุงการจัดการเรียนรู้

การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยโดยมีขั้นตอนในการสร้าง ดังนี้

1. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองปฏิบัติ ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกลวิธี STAR มีขั้นตอนดังนี้

1.1 ศึกษาทฤษฎีเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

1.2 ศึกษาเนื้อหาบทเรียน เรื่อง ไฟฟ้ากระแส ในรายวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 วิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัดและสาระสำคัญของหน่วยการเรียนรู้เพื่อแบ่งเนื้อหา และนำเนื้อหามาออกแบบกิจกรรมภายในชั้นเรียนโดยใช้กระบวนการการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกลวิธี STAR ให้มีความสอดคล้องกับตัวชี้วัด และเหมาะสมกับเวลาที่ดำเนินการสอน

1.3 ดำเนินการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกลวิธี STAR โดยพิจารณาให้สอดคล้องกับกระบวนการจัดการเรียนรู้ ตามวงจรปฏิบัติการ จำนวน 9 แผนการจัดการเรียนรู้ โดยให้สอดคล้องกับเนื้อหา ผลการเรียนรู้ และระยะเวลาที่กำหนด แสดงได้ในตารางที่ 7 ดังนี้

ตารางที่ 7 ตารางรางวิเคราะห์ลำดับแผน ผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ และเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้

วงจรปฏิบัติการ	แผนที่	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ช.ม.)
1	1	- อธิบายการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนอิสระและกระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำ ความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำกับความเร็วลอยเลื่อนของอิเล็กตรอนอิสระความหนาแน่นของอิเล็กตรอนในลวดตัวนำและพื้นที่หน้าตัดของลวดตัวนำ และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง	กระแสไฟฟ้าและการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอน	• กระแสไฟฟ้า เกิดขึ้นจากการการถ่ายโอนของประจุไฟฟ้า โดยกระแสไฟฟ้าจะเคลื่อนที่หรือไหลจากจุดที่มีศักย์ไฟฟ้าสูงไปยังจุดที่มีศักย์ไฟฟ้าต่ำกว่า • ความสัมพันธ์ของจำนวนอิเล็กตรอน (N) กับปริมาณประจุ (Q) เมื่ออิเล็กตรอนแต่ละตัวมีประจุ (e) จะได้ว่า $Q = Ne$	1. นักเรียนสามารถอธิบายการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนในกระแสไฟฟ้าได้ 2. นักเรียนสามารถคำนวณหาปริมาณประจุไฟฟ้าได้ 3. นักเรียนรับผิดชอบต่อหน้าที่และงานที่ได้รับมอบหมาย	1
	2	- อธิบายการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนอิสระและกระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำ ความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำกับความเร็วลอยเลื่อนของอิเล็กตรอนอิสระความหนาแน่น	กระแสไฟฟ้าในตัวนำ	• การเคลื่อนที่ของประจุไฟฟ้าในตัวนำจะทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าขึ้น โดยขนาดของกระแสไฟฟ้าในตัวนำใด ๆ ย่อมมีค่าเท่ากับปริมาณประจุ	1. นักเรียนสามารถอธิบายกระแสไฟฟ้าในตัวนำได้ 2. นักเรียนสามารถ	2

ตารางที่ 7 (ต่อ)

วงจรปฏิบัติการ	แผนที่	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ช.ม.)
		ของอิเล็กตรอนในลวดตัวนำและพื้นที่หน้าตัดของลวดตัวนำ และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง		ไฟฟ้าที่วิ่งผ่านหน้าตัดใดหน้าตัดหนึ่งของตัวนำในหนึ่งหน่วยเวลาตามสมการ $I = \frac{Q}{\Delta t}$	คำนวณหากระแสไฟฟ้าได้ 3. นักเรียนรับผิดชอบต่อหน้าที่และงานที่ได้รับมอบหมาย	
	3	- อธิบายการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนอิสระและกระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำ ความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำกับความเร็วลอยเลื่อนของอิเล็กตรอนอิสระความหนาแน่นของอิเล็กตรอนในลวดตัวนำและพื้นที่หน้าตัดของลวดตัวนำ และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง	กระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำ	• เมื่อต่อลวดตัวนำกับแหล่งกำเนิดไฟฟ้าอิเล็กตรอนอิสระที่อยู่ในลวดตัวนำจะเคลื่อนที่ในทิศตรงข้ามกับสนามไฟฟ้า ทำให้เกิดกระแสไฟฟ้า ซึ่งทิศของกระแสไฟฟ้ามีทิศทางเดียวกับสนามไฟฟ้า • กระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำไฟฟ้ามีความสัมพันธ์กับความเร็วลอยเลื่อนของอิเล็กตรอนอิสระ ความหนาแน่น	1. นักเรียนสามารถวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำกับความหนาแน่นของอิเล็กตรอนในลวดตัวนำ และพื้นที่หน้าตัดของลวดตัวนำได้ 2. นักเรียนสามารถ	1

ตารางที่ 7 (ต่อ)

วงจรปฏิบัติการ	แผนที่	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ช.ม.)
				ของอิเล็กตรอนอิสระในตัวนำ และพื้นที่หน้าตัดของตัวนำ ตามสมการ $I = nev_d A$	คำนวณหากระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำและปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องได้ 3. นักเรียนเข้าเรียนตรงเวลา	
2	4	- ทดลอง และอธิบายกฎของโอห์ม อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างกับความยาวพื้นที่หน้าตัดและสภาพต้านทานของตัวนำโลหะที่อุณหภูมิคงตัว และคำนวณที่เกี่ยวข้อง รวมทั้ง อธิบายและคำนวณความต้านทานสมมูลเมื่อนำตัวต้านทานมาต่อกันแบบอนุกรมและแบบขนาน	กฎของโอห์มและความต้านทาน	• เมื่ออุณหภูมิคงตัว กระแสไฟฟ้าในตัวนำโลหะความต่างศักย์ที่ปลายทั้งสองและความต้านทานของตัวนำนั้นมีความสัมพันธ์กันตามกฎของโอห์ม เขียนแทนได้ด้วยสมการ $I = \left(\frac{1}{R}\right)\Delta V$	1. นักเรียนสามารถอธิบายกฎของโอห์มได้ 2.นักเรียนสามารถคำนวณกฎของโอห์มได้ 3. นักเรียนรับผิดชอบต่อหน้าที่และงานที่ได้รับมอบหมาย	2

ตารางที่ 7 (ต่อ)

วงจรปฏิบัติการ	แผนที่	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ช.ม.)
	5	- ทดลอง และอธิบายกฎของโอห์ม อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างกับความยาวพื้นที่หน้าตัดและสภาพต้านทานของตัวนำโลหะที่อุณหภูมิคงตัว และคำนวณที่เกี่ยวข้อง รวมทั้ง อธิบายและคำนวณความต้านทานสมมูลเมื่อนำตัวต้านทานมาต่อกันแบบอนุกรมและแบบขนาน	สภาพต้านทานไฟฟ้าและสภาพนำไฟฟ้า	• สภาพต้านทานไฟฟ้า (ρ : โร) คือปริมาณการวัดของการต่อต้านการไหลของกระแสไฟฟ้าในวัสดุ ค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าต่ำบ่งชี้ว่าวัสดุยินยอมให้ประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่ได้ง่าย ซึ่งเป็นไปตามสมการ $R = \rho\left(\frac{l}{A}\right)$ • สภาพนำไฟฟ้า (σ : ซิกมา) เป็นความสามารถของสารที่ยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่าน สภาพนำไฟฟ้าแปรผกผันกับสภาพต้านทาน ซึ่งจะได้ว่า $\sigma = \frac{1}{\rho}$	1. นักเรียนสามารถจำแนกความแตกต่างของสภาพต้านทานไฟฟ้าและสภาพนำไฟฟ้าได้ 2.นักเรียนสามารถคำนวณหาสภาพต้านทานไฟฟ้าและสภาพนำไฟฟ้าได้ 3. นักเรียนรับผิดชอบต่อหน้าที่และงานที่ได้รับมอบหมาย	1

ตารางที่ 7 (ต่อ)

วงจรปฏิบัติการ	แผนที่	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ช.ม.)
	6	- ทดลอง และอธิบายกฎของโอห์ม อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างกับความยาวพื้นที่หน้าตัดและสภาพต้านทานของตัวนำโลหะที่อุณหภูมิคงตัว และคำนวณที่เกี่ยวข้อง รวมทั้ง อธิบายและคำนวณความต้านทานสมมูลเมื่อนำตัวต้านทานมาต่อกันแบบอนุกรมและแบบขนาน	ตัวต้านทานและการต่อตัวต้านทาน	• ตัวต้านทาน เป็นชิ้นส่วนอิเล็ก-ทรอนิกส์ที่ใช้สำหรับควบคุมปริมาณกระแสไฟฟ้าและความต่างศักย์ ส่วนใหญ่เป็นชนิดที่เรียกว่า ตัวต้านทานค่าคงตัว (fixed resistor) • เมื่อนำตัวต้านทานมาต่อแบบอนุกรม ความต้านทานสมมูลมีค่าเพิ่มขึ้นตามสมการ $R = R_1 + R_2 + R_3 + ..$ • เมื่อนำตัวต้านทานมาต่อแบบขนาน ความต้านทานสมมูลมีค่าลดลง ตามสมการ $\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + ..$	1. นักเรียนสามารถจำแนกค่าความต้านของตัวต้านทานจากแถบสีบนตัวต้านทานได้ 2. นักเรียนสามารถประเมินและตัดสินใจเลือกวิธีการต่อตัวต้านทานได้ 3. นักเรียนสามารถคำนวณหาความต้านทานมูลฐานได้ 4. นักเรียนเข้าเรียนตรงเวลา	2

ตารางที่ 7 (ต่อ)

วงจรปฏิบัติการ	แผนที่	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ช.ม.)
3	7	- ทดลอง อธิบาย และคำนวณอีเอ็มเอฟของแหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง รวมทั้งอธิบายและคำนวณพลังงานไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้า	พลังงานในวงจรไฟฟ้ากระแสตรง	• แหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง เช่น แบตเตอรี่เป็นอุปกรณ์ที่ให้พลังงานไฟฟ้าแก่วงจร พลังงานไฟฟ้าที่ประจุไฟฟ้าได้รับต่อหนึ่งหน่วย ประจุไฟฟ้าเมื่อเคลื่อนที่ผ่านแหล่งกำเนิดไฟฟ้าเรียกว่า อีเอ็มเอฟคำนวณได้จากสมการ $\varepsilon = \triangle V + Ir$ • พลังงานไฟฟ้าที่ถูกใช้ไปในเครื่องใช้ไฟฟ้าในหนึ่งหน่วยเวลาเรียกว่า กำลังไฟฟ้า ซึ่งมีค่าขึ้นกับความต่างศักย์และกระแสไฟฟ้าคำนวณได้จากสมการ $W = I\triangle Vt$ และ $P = I\triangle V$	1. นักเรียนสามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานไฟฟ้า กำลังไฟฟ้า ความต่างศักย์ และกระแสไฟฟ้าได้ 2. นักเรียนสามารถคำนวณหาปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับอีเอ็มเอฟของแหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรงได้ 3. นักเรียนให้ความร่วมมือในกิจกรรมการเรียนการสอน	1

ตารางที่ 7 (ต่อ)

วงจรปฏิบัติการ	แผนที่	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ช.ม.)
	8	- ทดลอง และคำนวณอีเอ็มเอฟสมมูลจากการต่อแบตเตอรี่แบบอนุกรมและแบบขนาน รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องในวงจรไฟฟ้ากระแสตรงซึ่งประกอบด้วยแบตเตอรี่และตัวต้านทาน	แบตเตอรี่และวงจรไฟฟ้ากระแสตรงเบื้องต้น	• เมื่อนำแบตเตอรี่มาต่อแบบอนุกรม อีเอ็มเอฟสมมูล และความต้านทานภายในสมมูลมีค่าเพิ่มขึ้น ตามสมการ $\varepsilon = \varepsilon_1 + \varepsilon_2 + ... + \varepsilon_n$ และ $r = r_1 + r_2 + ... + r_n$ ตามลำดับ • เมื่อนำแบตเตอรี่ที่เหมือนกันมาต่อแบบขนาน อีเอ็มเอฟสมมูลมีค่าคงเดิม และความต้านทานภายในสมมูลมีค่าลดลง ตามสมการ $\varepsilon = \varepsilon_1 = \varepsilon_2 = ... = \varepsilon_n$ และ $\frac{1}{r} = \frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} + ... + \frac{1}{r_n}$ ตามลำดับ	1. นักเรียนสามารถอธิบายอีเอ็มเอฟสมมูลและความต้านทานภายในสมมูล เมื่อต่อแบตเตอรี่แบบอนุกรมและแบบขนานได้ 2. นักเรียนสามารถคำนวณหาปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องในวงจรไฟฟ้ากระแสตรงซึ่งประกอบด้วยแบตเตอรี่และตัวต้านทานได้ 3. นักเรียนทำงานเสร็จเรียบร้อยทันเวลาที่	8

ตารางที่ 7 (ต่อ)

วงจรปฏิบัติการ	แผนที่	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ช.ม.)
				• กระแสไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้ากระแสตรงที่ประกอบ ด้วยแบตเตอรี่และตัวต้านทาน คำนวณได้ตามสมการ $I = \frac{\varepsilon}{R+r}$	กำหนด	
	9	- อธิบายการเปลี่ยนพลังงานทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้า รวมทั้งสืบค้นและอภิปรายเกี่ยวกับเทคโนโลยีที่นำมาแก้ปัญหาหรือตอบสนองความต้องการทางด้านพลังงาน โดยเน้นด้านประสิทธิภาพและความคุ้มค่าด้านค่าใช้จ่าย	พลังงานไฟฟ้าจากพลังงานทดแทน	• การนำพลังงานทดแทนมาใช้เป็นการแก้ปัญหา หรือตอบสนองความต้องการด้านพลังงาน เช่น การเปลี่ยนพลังงานนิวเคลียร์เป็นพลังงานไฟฟ้าในโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ และการเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานไฟฟ้าโดยเซลล์สุริยะ โดยที่ ประสิทธิภาพของเซลล์สุริยะ = (พลังงานที่ได้จากเซลล์สุริยะ/พลังงานแสงอาทิตย์) x100%	1. นักเรียนสามารถประเมินความคุ้มค่าด้านค่าใช้จ่ายของพลังงานทดแทนได้ 2. นักเรียนสามารถคำนวณหาประสิทธิภาพของเซลล์สุริยะได้ 3. นักเรียนเข้าเรียนตรงเวลา	1

1.4 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อพิจารณาตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหา สาระสำคัญ ผลการเรียนรู้ เวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนและความเหมาะสมในการจัดการเรียนรู้ และนำแผนการจัดการเรียนรู้มาปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ดังนี้ ด้านสาระสำคัญปรับปรุงให้มีความสอดคล้องระหว่างสาระสำคัญ จุดประสงค์ทั้งด้านความรู้ (K) ด้านทักษะ/กระบวนการ (P) และด้านคุณลักษณะ (A) ให้สอดคล้องกับเนื้อหาเพื่อความชัดเจนสามารถวัดและประเมินผลได้ ด้านกระบวนการเรียนรู้หรือกิจกรรมการสอนให้ปรับปรุงข้อคำถามที่ทำให้นักเรียนได้ใช้กระบวนการคิดวิเคราะห์มากยิ่งขึ้น ใช้เหตุการณ์ที่ทำให้ผู้เรียนได้เกิดความเข้าใจ เกิดความสนใจเกิดการเรียนรู้ให้มากยิ่งขึ้น และปรับปรุงเกณฑ์ในการวัดและประเมินผลให้มีความชัดเจนมากขึ้น

1.5 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านการตรวจสอบและปรับปรุงแล้ว พร้อมแบบประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ประกอบไปด้วย

1.5.1 รองศาสตราจารย์ ดร.ธีรวงศ์ เหล่าสุวรรณ ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ อาจารย์ประจำภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ผู้เชี่ยวด้านเนื้อหาและการสอนฟิสิกส์

1.5.2 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มนตรี วงษ์สะพาน การศึกษาดุษฎีบัณฑิต สาขาการวิจัยและพัฒนาหลักสูตร อาจารย์ประจำภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน

1.5.3 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วราพร เอราวรรณ์ ครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาการวัดและประเมินผลการศึกษา อาจารย์ประจำภาควิชาวิจัยและพัฒนาการศึกษาสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ผู้เชี่ยวด้านการวัดผลและประเมินผลการวิจัย

1.5.4 นางศิรินทร์พร ชลารักษ์ ครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไป ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนสารคามพิทยาคม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 26 ผู้เชี่ยวด้านเนื้อหาและการสอนฟิสิกส์

1.5.5 นางสุมาลี ถาแสง ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการบริหารการศึกษา ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนสารคามพิทยาคม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 26 ผู้เชี่ยวด้านเนื้อหาและการสอนฟิสิกส์

เพื่อพิจารณาตรวจสอบคุณภาพ ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาและประเมินแผนการจัดการเรียนรู้แต่ละแผน

1.6 การประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ ของผู้เชี่ยวชาญมาหาค่าเฉลี่ยเทียบกับเกณฑ์ซึ่งเป็นคะแนนที่คำนวณจากแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 อันดับ โดยนำคำประเมินของผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่านให้ค่าน้ำหนักเป็นคะแนนดังนี้

คะแนน 5 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

คะแนน 4 หมายถึง เหมาะสมมาก

คะแนน 3 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

คะแนน 2 หมายถึง เหมาะสมน้อย

คะแนน 1 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

และพิจารณาระดับความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2553)

ค่าเฉลี่ย 4.51-5.00 หมายถึง มีความเหมาะสมมากสุด

ค่าเฉลี่ย 3.51-4.50 หมายถึง มีความเหมาะสมมาก

ค่าเฉลี่ย 2.51-3.50 หมายถึง มีความเหมาะสมปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.51-2.50 หมายถึง มีความเหมาะสมน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00-1.50 หมายถึง มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

กำหนดให้คะแนนความคิดเห็นของผู้เชียวชาญ โดยค่าดัชนีความสอดคล้องที่ยอมรับได้ต้องมีค่าตั้งแต่ 3.51 ขึ้นไป ซึ่งเมื่อนำผลการประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 มาหาค่าเฉลี่ยได้เท่ากับ 4.44 ซึ่งแสดงว่าแผนการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 มีความเหมาะสมมาก ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 มาหาค่าเฉลี่ยได้เท่ากับ 4.46 ซึ่งแสดงว่าแผนการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 มีความเหมาะสมมาก และในวงจรปฏิบัติการที่ 3 มาหาค่าเฉลี่ยได้เท่ากับ 4.48 ซึ่งแสดงว่าแผนการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 มีความเหมาะสมมาก ดังแสดงไว้ในภาคผนวก ค

1.7 นำแผนการจัดการเรียนรู้มาปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ โดยปรับปรุงเรื่องการกำหนดเวลาในการทำกิจกรรมให้มีความเหมาะสมมากขึ้น ตรวจสอบความถูกต้องของคำและแก้ไข้คำที่พิมผิดให้ถูกต้อง แล้วจัดพิมพ์เป็นฉบับสมบูรณ์และใช้ในการวิจัย

2. แบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ มีลักษณะแบบทดสอบเป็นแบบอัตนัย จำนวน 3 ชุด ชุดละ 3 ข้อ มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

2.1 ศึกษาหลักสูตร สาระการเรียนรู้ คู่มือกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์

2.2 สร้างแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เป็นแบบอัตนัย จำนวน 3 ชุด ชุดละ 3 ข้อ โดยพิจารณาขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาตามขั้นตอนของการแก้โจทย์ปัญหาด้วยกลวิธี STAR ทั้งหมด 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ศึกษาโจทย์ปัญหา (S)

ขั้นที่ 2 แปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ปัญหา (T)

ขั้นที่ 3 หาคำตอบของโจทย์ปัญหา (A)

ขั้นที่ 4 การทบทวนคำตอบ (R)

2.3 สร้างนิยามของพฤติกรรมที่บ่งบอกถึงการมีพัฒนาการถึงความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนของแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ แสดงได้ในตารางที่ 8 ดังนี้

ตารางที่ 8 เกณฑ์การให้คะแนนของแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์

พฤติกรรม		**เกณฑ์การให้คะแนน**		
		0	**1**	**2**
ศึกษาโจทย์ปัญหา	1.1 ด้านการระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้	ไม่สามารถระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้ได้	สามารถระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้ถูกต้องเพียงบางส่วนเท่านั้น	สามารถระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้ได้ถูกต้องสมบูรณ์ทั้งหมด
	1.2 ด้านการระบุสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ	ไม่สามารถระบุสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้	สามารถระบุสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้ถูกต้อง	-
แปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ปัญหา	2.1 ด้านการแปลงสิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้ไปเป็นสัญลักษณ์ทางฟิสิกส์ หรือรูปภาพ	ไม่สามารถแปลงสิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้ไปเป็นเป็นสัญลักษณ์ทางฟิสิกส์ หรือรูปภาพได้	สามารถแปลงสิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้ไปเป็นเป็นสัญลักษณ์ทางฟิสิกส์ หรือรูปภาพได้ถูกต้องเพียงบางส่วนเท่านั้น	สามารถแปลงสิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้ไปเป็นเป็นสัญลักษณ์ทางฟิสิกส์ หรือรูปภาพได้ถูกต้องสมบูรณ์ทั้งหมด
	2.2 ด้านการแปลงสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบไปเป็นสัญลักษณ์ทางฟิสิกส์	ไม่สามารถแปลงสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบไปเป็นสัญลักษณ์ทางฟิสิกส์ได้	สามารถแปลงสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบไปเป็นสัญลักษณ์ทางฟิสิกส์ได้	-
	2.3 ด้านการระบุหลักการหรือข้อมูลทางฟิสิกส์	ไม่สามารถระบุหลักการหรือข้อมูลทางฟิสิกส์	สามารถระบุหลักการหรือข้อมูลทางฟิสิกส์ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่โจทย์	สามารถระบุหลักการหรือข้อมูลทางฟิสิกส์ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่โจทย์

ตารางที่ 8 (ต่อ)

พฤติกรรม		เกณฑ์การให้คะแนน		
		0	1	2
	ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ	ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้	ต้องการทราบ ซึ่งจะสามารถระบุความรู้ที่เป็นพื้นฐานของหลักการหรือหน่วยการเรียนรู้นั้นได้	ต้องการทราบ ซึ่งจะสามารถระบุความรู้ในส่วนหลักการที่เป็นองค์ประกอบย่อยหรือหน่วยการเรียนรู้ย่อยนั้นได้
หาคำตอบของโจทย์ปัญหา	3.1 ด้านการกำหนดสมการที่ใช้	ไม่สามารถกำหนดสมการที่ใช้ในการคำนวณหาสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้	สามารถกำหนดสมการที่ใช้ในการคำนวณหาสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้	-
	3.2 ด้านการแทนค่าตัวแปรต่าง ๆ ในสมการ	ไม่สามารถแทนค่าตัวแปรในสมการที่นำมาใช้ได้	สามารถแทนค่าตัวแปรในสมการที่นำมาใช้ได้ถูกต้องเพียงบางส่วนเท่านั้น	สามารถนำค่าตัวแปรแทนในสมการที่นำมาใช้ได้ถูกต้องสมบูรณ์ทั้งหมด
	3.3 ด้านกระบวนการในการคำนวณ	ไม่สามารถแสดงกระบวนการในการคำนวณได้	สามารถแสดงกระบวนการในการคำนวณได้แต่ยังขาดความละเอียดชัดเจนของขั้นการคำนวณ	สามารถแสดงกระบวนการในการคำนวณได้อย่างถูกต้องละเอียดชัดเจน
	3.4 ด้านคำตอบ	ไม่สามารถระบุคำตอบและหน่วยทางฟิสิกส์ได้	สามารถระบุคำตอบหรือหน่วยทางฟิสิกส์ได้ถูกต้องเพียงอย่างใดอย่างหนึ่ง	สามารถระบุคำตอบและหน่วยทางฟิสิกส์ได้ถูกต้องสมบูรณ์
การทบทวนคำตอบ	4.1 ด้านการตรวจสอบคำตอบ	ไม่แสดงวิธีตรวจสอบคำตอบ	สามารถแสดงวิธีตรวจสอบคำตอบได้แต่ขาดความสมเหตุสมผล	สามารถแสดงวิธีการตรวจสอบคำตอบได้สมบูรณ์สมเหตุสมผล

2.4 นำแบบทดสอบและเกณฑ์ในการวัดประเมินผลที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรง ความเหมาะสม และนำแบบทดสอบและเกณฑ์ในการวัดประเมินผลมาปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ดังนี้ เลือกโจทย์ปัญหาที่มีความเหมาะสม สามารถวัดความเข้าใจและกระบวนการในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนได้ ปรับปรุงเกณฑ์ในการตรวจสอบให้มีความชัดเจน เข้าใจง่าย

2.5 นำแบบทดสอบที่ผ่านการตรวจสอบและปรับปรุงแล้ว พร้อมแบบประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญเพื่อประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ ซึ่งผู้เชี่ยวชาญเป็นชุดเดียวกับการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 5 ท่าน ประกอบไปด้วย

2.5.1 รองศาสตราจารย์ ดร.ธีรวงศ์ เหล่าสุวรรณ ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ อาจารย์ประจำภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ผู้เชี่ยวด้านเนื้อหาและการสอนฟิสิกส์

2.5.2 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มนตรี วงษ์สะพาน การศึกษาดุษฎีบัณฑิต สาขาการวิจัยและพัฒนาหลักสูตร อาจารย์ประจำภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน

2.5.3 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วราพร เอราวรรณ์ ครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาการวัดและประเมินผลการศึกษา อาจารย์ประจำภาควิชาวิจัยและพัฒนาการศึกษาสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ผู้เชี่ยวด้านการวัดผลและประเมินผลการวิจัย

2.5.4 นางศิรินทร์พร ชลารักษ์ ครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไป ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนสารคามพิทยาคม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 26 ผู้เชี่ยวด้านเนื้อหาและการสอนฟิสิกส์

2.5.5 นางสุมาลี ถาแสง ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการบริหารการศึกษา ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนสารคามพิทยาคม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 26 ผู้เชี่ยวด้านเนื้อหาและการสอนฟิสิกส์

เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรง ความเหมาะสมของสถานการณ์และภาษาที่ใช้ โดยใช้ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์ โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

ให้คะแนน +1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดได้ตรงกับจุดประสงค์

ให้คะแนน 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดได้ตรงกับจุดประสงค์

ให้คะแนน -1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดได้ไม่ตรงกับจุดประสงค์

2.6 นำข้อมูลมาวิเคราะห์เพื่อหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์โดยใช้สูตร IOC (Index of item objective congruence) (บุญชม ศรีสะอาด, 2553)

โดยถือเกณฑ์ความสอดคล้องตั้งแต่ 0.50 - 1.00 ผลการพิจารณาพบว่าแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 มีค่าความสอดคล้องเท่ากับ 1.00 ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 มีความสอดคล้องเท่ากับ 0.60 - 1.00 และในวงจรปฏิบัติการที่ 3 มีความสอดคล้องเท่ากับ 0.80 -1.00 ดังแสดงไว้ในภาคผนวก ง

2.7 ปรับปรุงและพัฒนาเครื่องมือต่าง ๆ ตามที่ผู้เชี่ยวชาญให้คำแนะนำ โดยการปรับปรุงความถูกต้องของภาษาในโจทย์คำถามให้มีความเหมาะสมมากขึ้น

2.8 จัดพิมพ์แบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เพื่อนำไปกับกลุ่มเป้าหมายที่ตั้งไว้

3. แบบสัมภาษณ์ความคิดเห็นของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้กลวิธี STAR มีลักษณะเป็นแบบสัมภาษณ์ กึ่งโครงสร้าง โดยสัมภาษณ์เพื่อประเมินความคิดเห็นต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้กลวิธี STAR หลังจากการได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละวงจรปฏิบัติการ มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

3.1 ศึกษาการสร้างแบบสัมภาษณ์

3.2 สร้างแบบสัมภาษณ์นักเรียน มีลักษณะเป็นแบบกึ่งโครงสร้าง โดยประเด็นในการสัมภาษณ์เป็นปัญหาที่เกิดขึ้นในการจัดการเรียนการสอน แสดงได้ในตารางที่ 9 ดังนี้

ตารางที่ 9 ประเด็นในการสัมภาษณ์ปัญหาที่เกิดขึ้นในการจัดการเรียนการสอน

เรื่อง	**ประเด็น**
วิธีการจัดการเรียนรู้	ด้านความคิดเห็นเกี่ยวกับวิธีการจัดการเรียนการสอน
สื่อการสอน	ด้านความคิดเห็นเกี่ยวกับสื่อที่ใช้ในการเรียนการสอน
เวลา	ด้านความคิดเห็นเกี่ยวกับการจัดสรรเวลาในการจัดการเรียนรู้
การมีส่วนร่วม	ด้านการมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน
กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ จากขั้นตอนของการแก้โจทย์ปัญหาด้วยกลวิธี	ด้านปัญหาที่เกิดขึ้นจากการแก้โจทย์ปัญหาโดยกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ด้วยขั้นตอนของการแก้โจทย์ปัญหาด้วยกลวิธี STAR ที่ประกอบด้วย - ขั้นที่ 1 ศึกษาโจทย์ปัญหา (S) - ขั้นที่ 2 แปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ปัญหา (T) - ขั้นที่ 3 หาคำตอบของโจทย์ปัญหา (A) - ขั้นที่ 4 การทบทวนคำตอบ (R)

3.3 นำแบบสัมภาษณ์นักเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อพิจารณาตรวจสอบความเหมาะสม และนำแบบสัมภาษณ์นักเรียนมาปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ดังนี้ ปรับแก้ลักษณะคำถามให้มีความสอดคล้องกับประเด็นที่ต้องการทราบ ใช้คำถามที่นักเรียนเข้าใจง่ายขึ้น

3.4 นำแบบสัมภาษณ์นักเรียนที่ผ่านการตรวจสอบและปรับปรุงแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญเพื่อพิจารณาความสอดคล้องระหว่างประเด็นคำถามและประเด็นที่ต้องการทราบ จำนวน 5 ท่าน ประกอบไปด้วย

3.4.1 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มานิตย์ อาษานอก ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา อาจารย์ประจำภาควิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ผู้เชี่ยวด้านเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา

3.4.2 ดร.ประยุทธ เทเวลา ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนสารคามพิทยาคม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 26 ผู้เชี่ยวด้านวิจัยและประเมินผล

3.4.3 นางอังคณา ถิรศิลาเวทย์ การศึกษามหาบัณฑิต สาขาจิตวิทยา ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนสารคามพิทยาคม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 26 ผู้เชี่ยวด้านจิตวิทยาการศึกษา

3.4.4 นางอารีวรรณ ธาตุดี ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาหลักสูตรและการสอน ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนสารคามพิทยาคม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 26 ผู้เชี่ยวด้านหลักสูตรและการสอน

3.4.5 ดร.ตวัญจ์ลักษณ์ พวงนิล ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาการบริหารการศึกษา ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนสารคามพิทยาคม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 26 ผู้เชี่ยวด้านการสอนวิทยาศาสตร์

โดยมีเกณฑ์การพิจารณาข้อคำถามกับประเด็นที่ต้องการทราบดังนี้

+1 เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามมีความสอดคล้องกับประเด็นที่ต้องการทราบ

0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อคำถามมีความสอดคล้องกับประเด็นที่ต้องการทราบ

-1 เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามมีความสอดคล้องกับประเด็นที่ต้องการทราบ

3.5 นำข้อมูลมาวิเคราะห์เพื่อหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับประเด็นที่ต้องการทราบโดยใช้สูตร IOC (Index of item objective congruence) (บุญชม ศรีสะอาด, 2553) โดยถือเกณฑ์ความสอดคล้องตั้งแต่ 0.50 - 1.00 ผลพิจารณาพบว่าแบบสัมภาษณ์นักเรียนมีค่าความสอดคล้องเท่ากับ 0.80 - 1.00 ดังแสดงไว้ในภาคผนวก ง

3.6 นำแบบสัมภาษณ์นักเรียนมาปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ โดยการกำหนดสถานการณ์ปัญหาเพื่อให้นักเรียนเข้าใจมากขึ้น แล้วจัดพิมพ์เป็นฉบับสมบูรณ์ และนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัย

4. แบบสังเกตพฤติกรรมการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียน เป็นแบบมีโครงสร้าง โดยจะใช้สังเกตพฤติกรรมนักเรียนกลุ่มเป้าหมายรายบุคลของเด็กที่มีปัญหาด้านกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ มีขั้นตอนในการสร้างดังนี้

4.1 ศึกษาการสร้างแบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียนจากเอกสารต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับการสร้างแบบสังเกตพฤติกรรมการแก้ปัญหาต่าง ๆ

4.2 สร้างแบบสังเกตพฤติกรรมการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียน ที่มีลักษณะเป็นแบบสังเกตที่มีโครงสร้าง ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการสร้างแบบสังเกตพฤติกรรมการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียน แสดงได้ในตารางที่ 10 ดังนี้

ตารางที่ 10 แบบสังเกตพฤติกรรมการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียน

พฤติกรรม	**บันทึกเพิ่มเติม**
ขั้นที่ 1 ศึกษาโจทย์ปัญหา 1. นักเรียนแต่ละคนเริ่มแก้ปัญหาด้วยวิธีการใด	
2. นักเรียนมีการใช้เวลาในการศึกษาโจทย์ปัญหา	
ขั้นที่ 2 แปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ปัญหา 1. นักเรียนได้นำเทคนิคกระบวนการที่ครูสอนไว้มาใช้หรือไม่อย่างไร	
ขั้นที่ 3 หาคำตอบของโจทย์ปัญหา 1. นักเรียนไม่ลังเลในการประยุกต์ใช้สูตรหรือวิธีต่าง ๆ ในการแก้ปัญหา	
2. นักเรียนใช้เวลาในการแก้ปัญหาอย่างไร	
ขั้นที่ 4 การทบทวนคำตอบ 1. นักเรียนขอความช่วยเหลือจากผู้อื่นในการตรวจสอบคำตอบหรือไม่	

4.3 นำแบบสังเกตพฤติกรรมการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อพิจารณาตรวจสอบความเหมาะสม และนำมาแก้ไขปรับปรุงตามข้อแนะนำปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ดังนี้ ให้แก้ไขข้อคำถามที่ใช้สังเกตพฤติกรรมการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนให้มีความชัดเจนเข้าใจง่ายต่อการทำการสังเกต

4.4 นำแบบสังเกตพฤติกรรมการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนที่ผ่านการตรวจสอบและปรับปรุงแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญเพื่อพิจารณาความสอดคล้องระหว่างประเด็นคำถามและประเด็นที่ต้องการทราบ ซึ่งผู้เชี่ยวชาญเป็นชุดเดียวกับการประเมินแบบสัมภาษณ์นักเรียน จำนวน 5 ท่าน ประกอบไปด้วย

4.4.1 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มานิตย์ อาษานอก ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา อาจารย์ประจำภาควิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ผู้เชี่ยวด้านเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา

4.4.2 ดร.ประยุทธ เทเวลา ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนสารคามพิทยาคม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 26 ผู้เชี่ยวด้านวิจัยและประเมินผล

4.4.3 นางอังคณา ถิรศิลาเวทย์ การศึกษามหาบัณฑิต สาขาจิตวิทยา ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนสารคามพิทยาคม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 26 ผู้เชี่ยวด้านจิตวิทยาการศึกษา

4.4.4 นางอารีวรรณ ธาตุดี ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาหลักสูตรและการสอน ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนสารคามพิทยาคม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 26 ผู้เชี่ยวด้านหลักสูตรและการสอน

4.4.5 ดร.ตวัญจ์ลักษณ์ พวงนิล ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาการบริหารการศึกษา ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนสารคามพิทยาคม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 26 ผู้เชี่ยวด้านการสอนวิทยาศาสตร์

โดยมีเกณฑ์การพิจารณาข้อคำถามกับพฤติกรรมดังนี้

+1 เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามมีความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการ

0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อคำถามมีความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการ

-1 เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามมีความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการ

4.5 นำข้อมูลมาวิเคราะห์เพื่อหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับพฤติกรรมที่ต้องการโดยใช้สูตร IOC (Index of item objective congruence) (บุญชม ศรีสะอาด,

2553) โดยถือเกณฑ์ความสอดคล้องตั้งแต่ 0.50 -1.00 ผลการพิจารณาพบว่าแบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียนมีความสอดคล้องเท่ากับ 1.00 ดังแสดงไว้ในภาคผนวก ง

4.6 นำแบบสังเกตพฤติกรรมการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนมาปรับปรุงแล้วจัดพิมพ์เป็นฉบับสมบูรณ์และนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัย

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยนี้เป็นรูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action Research) ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยตามแนวคิดของ (Kemmis & McTaggart, 1988) ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ การวางแผน (Planning) การปฏิบัติการ (Action) การสังเกตการณ์ (Observation) และการสะท้อนกลับ (Reflection) โดยทำการดำเนินการทั้งสิ้น 3 วงจรปฏิบัติการ รายละเอียดแต่ละวงรอบปฏิบัติการมีดังนี้

วงจรปฏิบัติการที่ 1

1. การวางแผน (Planning)

1.1 สำรวจสภาพปัญหาของผู้เรียน รวมถึงสภาพสิ่งแวดล้อมในการเรียนรู้ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสารคามพิทยาคม ที่กำลังเรียนในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 โดยสังเกตการณ์จัดกิจกรรมการเรียนรู้ของครูผู้สอน

1.2 ศึกษาและวิเคราะห์หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) และผลการเรียนรู้ที่คาดหวังรายวิชาฟิสิกส์ของโรงเรียนสารคามพิทยาคม กำหนดเนื้อหาที่จะนำมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน และศึกษาทฤษฎี แนวคิดงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นแนวทางในการกำหนดและสร้างเครื่องมือที่จะใช้ในการวิจัย

1.3 ดำเนินการสร้างเครื่องมือ ซึ่งประกอบด้วย

1.3.1 แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกลวิธี STAR

1.3.2 แบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์

1.3.3 แบบสัมภาษณ์ความคิดเห็นของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้กลวิธี STAR

1.3.4 แบบสังเกตพฤติกรรมการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียน

1.4 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเรียบร้อย นำเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อรับคำปรึกษา คำแนะนำ และพร้อมแก้ไข

1.5 นำเครื่องมือเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน เพื่อประเมินความสอดคล้องและความถูกต้อง เหมาะสมของผลการเรียนรู้

1.6 ปรับปรุงและพัฒนาเครื่องมือต่าง ๆ ตามที่ผู้เชี่ยวชาญและอาจารย์ที่ปรึกษาให้คำแนะนำ

1.7 จัดพิมพ์แผนการจัดการเรียนรู้และแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เพื่อนำไปใช้กับกลุ่มเป้าหมายต่อไป

2. การปฏิบัติการ (Action)

นำแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกลวิธี STAR ที่พัฒนาขึ้นนำไปใช้กับนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย เพื่อการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/5 โดยวงจรปฏิบัติการที่ 1 จะแบ่งออกเป็น 3 แผน ที่ประกอบด้วย

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง กระแสไฟฟ้าและการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง กระแสไฟฟ้าในตัวนำ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง กระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำ

3. การสังเกตการณ์ (Observation)

3.1 สังเกตพฤติกรรมการเรียนของนักเรียน ตามแบบสังเกตพฤติกรรมการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนในวงจรปฏิบัติการที่ 1

3.2 บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้โดยผู้วิจัยบันทึกเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นระหว่างดำเนินกิจกรรมตามกระบวนการจัดการเรียนรู้ทั้งที่เป็นส่วนดีและส่วนที่ควรปรับปรุงแก้ไขเมื่อสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้แต่ละครั้ง

3.3 ตรวจและบันทึกผลการทำใบงานและแบบฝึกทักษะของนักเรียน

3.4 ประเมินผลโดยใช้แบบทดสอบท้ายแผน แบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์หลังการจัดการเรียนการสอน โดยวงจรปฏิบัติการที่ 1 จะใช้แบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่อง กระแสไฟฟ้า

3.5 สัมภาษณ์นักเรียนกลุ่มเป้าหมายหลังทำการจัดการเรียนการสอน ตามแบบสัมภาษณ์นักเรียนในวงจรปฏิบัติการที่ 1

4. การสะท้อนกลับ (Reflection)

นำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต แบบสัมภาษณ์ และแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ มาอภิปราย วิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาและผลการปฏิบัติ จากนั้นนำข้อสรุปที่ได้มาปรับปรุงและออกแบบการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติที่ 2 ให้มีคุณภาพยิ่งขึ้น

วงจรปฏิบัติการที่ 2

1. การวางแผน (Planning)

ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลปัญหาและผลการปฏิบัติกิจกรรมการเรียนการสอนของวงจรปฏิบัติการที่ 1 แล้วนำไปพัฒนาในวงจรปฏิบัติการที่ 2 โดยใช้กิจกรรมการเรียนการสอนตามการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกลวิธี STAR ที่ได้รับการพัฒนาจากจุดบกพร่องของวงจรปฏิบัติการที่ 1 ซึ่งต้องสอดแทรกการเสริมแรงด้วยการให้คะแนน และต้องอธิบายขั้นตอนการทำกิจกรรมนักเรียนอย่างละเอียด

2. การปฏิบัติการ (Action)

นำแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกลวิธี STAR ที่ได้ทำการปรับปรุงกิจกรรมหรือสื่อตามผลการสะท้อนในวงจรปฏิบัติการที่ 1 มาใช้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ซึ่งจะแบ่งออกเป็น 3 แผน ที่ประกอบด้วย

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง กฎของโอห์มและความต้านทาน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง สภาพต้านทานไฟฟ้าและสภาพนำไฟฟ้า

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง ตัวต้านทานและการต่อตัวต้านทาน

3. การสังเกตการณ์ (Observation)

3.1 สังเกตพฤติกรรมการเรียนของนักเรียน ตามแบบสังเกตพฤติกรรมการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนในวงจรการปฏิบัติที่ 2

3.2 บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้โดยผู้วิจัยบันทึกเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นระหว่างดำเนินกิจกรรมตามกระบวนการจัดการเรียนรู้ทั้งที่เป็นส่วนดีและส่วนที่ควรปรับปรุงแก้ไขเมื่อสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้แต่ละครั้ง

3.3 ตรวจและบันทึกผลการทำใบงานและแบบฝึกทักษะของนักเรียน

3.4 ประเมินผลโดยใช้แบบทดสอบท้ายแผน แบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์หลังการจัดการเรียนการสอน โดยวงจรปฏิบัติการที่ 2 จะใช้แบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้ากับความต่างศักย์

3.5 สัมภาษณ์นักเรียนกลุ่มเป้าหมายหลังทำการจัดการเรียนการสอน ตามแบบสัมภาษณ์นักเรียนในวงจรการปฏิบัติที่ 2

4. การสะท้อนกลับ (Reflection)

นำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต แบบสัมภาษณ์ และแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ มาอภิปราย วิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาและผลการปฏิบัติ จากนั้นนำข้อสรุปที่ได้มาปรับปรุงและออกแบบการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติที่ 3 ให้มีคุณภาพยิ่งขึ้น

วงจรปฏิบัติการที่ 3

1. การวางแผน (Planning)

ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลปัญหาและผลการปฏิบัติกิจกรรมการเรียนการสอนของวงจรปฏิบัติการที่ 2 แล้วนำไปพัฒนาในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ซึ่งต้องให้ความสำคัญในขั้นตอนที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป และขั้นตอนที่ 4 ขั้นขยายความรู้ในกิจกรรม ซึ่งต้องเน้นย้ำให้นักเรียนนำกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาไปใช้แก้ปัญหาอย่างถูกต้องและมีการปรับสื่อการสอนให้มีความเข้าใจง่ายมากยิ่งขึ้น

2. การปฏิบัติการ (Action)

นำแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกลวิธี STAR ที่ได้ทำการปรับกิจกรรมหรือสื่อตามผลการสะท้อนในวงจรปฏิบัติการที่ 2 มาใช้ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ซึ่งจะแบ่งออกเป็น 3 แผน ที่ประกอบด้วย

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 เรื่อง พลังงานในวงจรไฟฟ้ากระแสตรง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 เรื่อง แบตเตอรี่และวงจรไฟฟ้ากระแสตรงเบื้องต้น

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9 เรื่อง พลังงานไฟฟ้าจากพลังงานทดแทน

3. การสังเกตการณ์ (Observation)

3.1 สังเกตพฤติกรรมการเรียนของนักเรียน ตามแบบสังเกตพฤติกรรมการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนในวงจรปฏิบัติการที่ 3

3.2 บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้โดยผู้วิจัยบันทึกเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นระหว่างดำเนินกิจกรรมตามกระบวนการจัดการเรียนรู้ทั้งที่เป็นส่วนดีและส่วนที่ควรปรับปรุงแก้ไขเมื่อสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้แต่ละครั้ง

3.3 ตรวจและบันทึกผลการทำใบงานและแบบฝึกทักษะของนักเรียน

3.4 ประเมินผลโดยใช้แบบทดสอบท้ายแผน แบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์หลังการจัดการเรียนการสอน โดยวงจรปฏิบัติการที่ 3 จะใช้แบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่อง พลังงานในวงจรไฟฟ้ากระแสตรง

3.5 สัมภาษณ์นักเรียนกลุ่มเป้าหมายหลังทำการจัดการเรียนการสอน ตามแบบสัมภาษณ์นักเรียนในวงจรปฏิบัติการที่ 3

4. การสะท้อนกลับ (Reflection)

ผู้วิจัยนำประเมินผลการจัดการเรียนการสอนตามการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกลวิธี STAR จากการสังเกต แบบสัมภาษณ์ และแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ มาอภิปราย วิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาและผลการปฏิบัติจากขั้นตอน

ทั้งหมด 3 วงจรปฏิบัติการ โดยผู้วิจัยสามารถสรุปเป็นภาพขอบข่ายการวิจัยเชิงปฏิบัติการ แสดงได้ในตารางที่ 11 ดังนี้

ตารางที่ 11 แสดง Action plan ของวิจัยเชิงปฏิบัติการ

วงจรปฏิบัติการที่	**เครื่องมือ**	**วิธีการ**	**ระยะเวลา**	**การวิเคราะห์ข้อมูล**
1	1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกลวิธี STAR แผนที่ 1-3	- ใช้สอนนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย	- การสอนในวงจรปฏิบัติการที่ 1	วิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณและวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ
	2. แบบสังเกตพฤติกรรมการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียน	- สังเกตนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย	- ระหว่างการเรียนการสอนในวงจรปฏิบัติการที่ 1	
	3. แบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่องกระแสไฟฟ้า	- ทดสอบหลังสอนจบวงจรปฏิบัติการที่ 1	- หลังสอนจบวงจรปฏิบัติการที่ 1	
	4. แบบสัมภาษณ์นักเรียน	- สัมภาษณ์นักเรียนกลุ่มเป้าหมาย	- ก่อนทำการจัดการเรียนการสอนในวงจรปฏิบัติการที่ 2	
2	1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกลวิธี STAR แผนที่ 4-6	- ใช้สอนนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย	- การสอนในวงจรปฏิบัติการที่ 2	วิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณและวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ
	2. แบบสังเกตพฤติกรรมการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียน	- สังเกตนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย	- ระหว่างการเรียนการสอนในวงจรปฏิบัติการที่ 2	

ตารางที่ 11 (ต่อ)

วงจรปฏิบัติการที่	เครื่องมือ	วิธีการ	ระยะเวลา	การวิเคราะห์ข้อมูล
	3. แบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้ากับความต่างศักย์	- ทดสอบหลังสอนจบวงจรปฏิบัติการที่ 2	- หลังสอนจบวงจรปฏิบัติการที่ 2	
	4. แบบสัมภาษณ์นักเรียน	- สัมภาษณ์นักเรียนกลุ่มเป้าหมาย	- ก่อนทำการจัดการเรียนการสอนในวงจรปฏิบัติการที่ 3	
3	1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกลวิธี STAR แผนที่ 7-9	- ใช้สอนนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย	- การสอนในวงจรปฏิบัติการที่ 3	วิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณและวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ
	2. แบบสังเกตพฤติกรรมการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียน	- สังเกตนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย	- ระหว่างการเรียนการสอนในวงจรปฏิบัติการที่ 3	
	3. แบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่อง พลังงานในวงจรไฟฟ้ากระแสตรง	- ทดสอบหลังสอนจบวงจรปฏิบัติการที่ 3	- หลังสอนจบวงจรปฏิบัติการที่ 3	
	4. แบบสัมภาษณ์นักเรียน	- สัมภาษณ์นักเรียนกลุ่มเป้าหมาย	- หลังสอนจบวงจรปฏิบัติการที่ 3	

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลตามองค์ประกอบ ดังนี้

1. การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ เป็นการนำข้อมูลที่ได้รวบรวมโดยใช้ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ซึ่งวิเคราะห์โดยสถิติพื้นฐาน คือ ค่าร้อยละ (%) ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($S.D$) แล้วนำไปเทียบเกณฑ์ที่ตั้งไว้

2. การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ การนำข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์ความคิดเห็นของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้กลวิธี STAR และการสังเกตพฤติกรรมด้านความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนที่แสดงออกในชั้นเรียน จากการเก็บข้อมูลจากแบบสัมภาษณ์นักเรียนและแบบสังเกตพฤติกรรมการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนนำมาวิเคราะห์ ตีความและสรุปในรูปของการบรรยาย

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ร้อยละ (Percentage) ใช้สูตร (บุญชม ศรีสะอาด, 2553)

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

เมื่อ P แทน ร้อยละ

f แทน ความถี่ที่ต้องการแปลงให้เป็นร้อยละ

n แทน จำนวนความถี่ทั้งหมด

2. ค่าเฉลี่ย (Mean) ของคะแนนใช้สูตร (บุญชม ศรีสะอาด, 2553)

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

เมื่อ $\bar{x}$ แทน ค่าเฉลี่ย

$\sum x$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมดในกลุ่ม

n แทน จำนวนคนในกลุ่ม

3. ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ใช้สูตร (บุญชม ศรีสะอาด, 2553)

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

เมื่อ $S.D$ แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

x แทน คะแนนแต่ละตัว

n แทน จำนวนคะแนนในกลุ่ม

Σ แทน ผลรวม

4. การหาความเที่ยงตรงของแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ โดยใช้สูตรดัชนีความสอดคล้อง IOC (บุญชม ศรีสะอาด, 2553) ดังนี้

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

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้อง

$\sum R$ แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

n แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยเรื่องการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกลวิธี STAR ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยมีนักเรียนกลุ่มเป้าหมายจำนวน 29 คน มีจุดมุ่งหมายให้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนทั้งหมด ซึ่งในการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้มีการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
2. ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์แต่ละวงจรปฏิบัติการ

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้กำหนดความหมายของสัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อให้เกิดความเข้าใจในการแปลความหมายและเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลให้ถูกต้อง ตลอดจนการสื่อความหมายข้อมูลที่ตรงกัน ดังนี้

n แทน จำนวนนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย

$\bar{x}$ แทน ค่าเฉลี่ย

$S.D$ แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์แต่ละวงจรปฏิบัติการ

จากการศึกษารูปแบบ เทคนิคและวิธีการสอนในแบบต่าง ๆ ที่จะช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของผู้เรียนในกลุ่มเป้าหมาย ผู้วิจัยจึงได้ดำเนินการตามขั้นตอนในการวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action Research) โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกลวิธี STAR เป็นจำนวน 3 วงจรปฏิบัติการ และหลังจากที่กลุ่มเป้าหมาย ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/5 จำนวน 29 คน ได้รับการจัดการเรียนรู้ในแต่ละวงรอบแล้วในท้ายวงรอบปฏิบัติการของแต่ละวงรอบผู้วิจัยได้ทำการทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของกลุ่มเป้าหมาย โดยใช้แบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ จำนวน 3 ข้อ คะแนนเต็ม 51 คะแนน ทำให้นักเรียนในกลุ่มเป้าหมายได้มีผลการวิเคราะห์ข้อมูล แสดงได้ในตารางที่ 12 ดังนี้

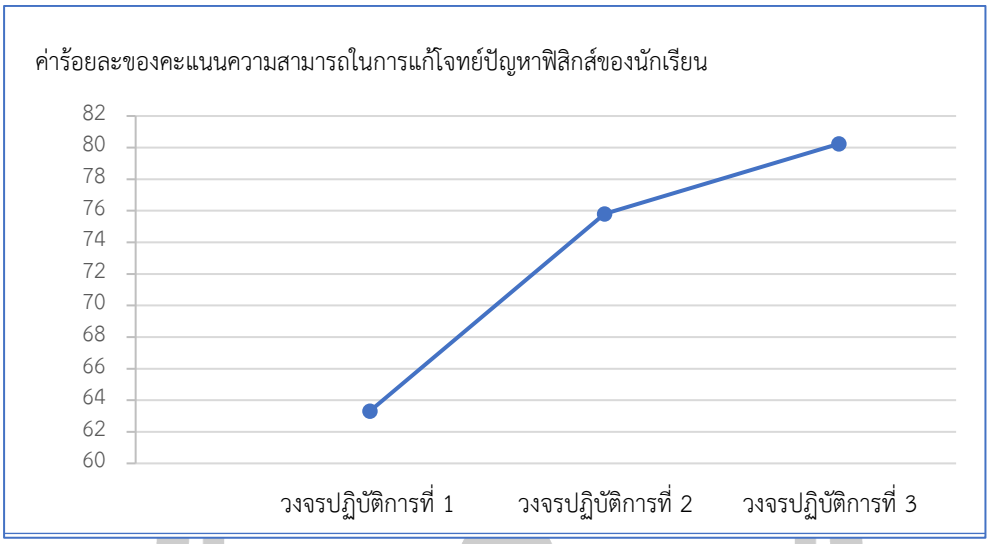
ตารางที่ 12 คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนในกลุ่มเป้าหมาย จำนวน 29 คน

นักเรียนคนที่	ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์								
	วงจรปฏิบัติการที่ 1			วงจรปฏิบัติการที่ 2			วงจรปฏิบัติการที่ 3		
	คะแนน (51)	ร้อยละ	ผลการประเมิน	คะแนน (51)	ร้อยละ	ผลการประเมิน	คะแนน (51)	ร้อยละ	ผลการประเมิน
1	34	66.67	ไม่ผ่าน	44	86.27	ผ่าน	46	90.19	ผ่าน
2	30	58.82	ไม่ผ่าน	37	72.55	ผ่าน	40	78.43	ผ่าน
3	44	86.27	ผ่าน	45	88.24	ผ่าน	39	76.47	ผ่าน
4	18	35.29	ไม่ผ่าน	27	52.94	ไม่ผ่าน	33	64.71	ไม่ผ่าน
5	35	68.62	ไม่ผ่าน	42	82.35	ผ่าน	47	92.15	ผ่าน
6	38	74.51	ผ่าน	27	52.94	ไม่ผ่าน	36	70.59	ผ่าน
7	36	70.59	ผ่าน	36	70.59	ผ่าน	40	78.43	ผ่าน
8	17	33.33	ไม่ผ่าน	38	74.51	ผ่าน	36	70.59	ผ่าน
9	39	76.47	ผ่าน	36	70.59	ผ่าน	44	86.27	ผ่าน
10	23	45.10	ไม่ผ่าน	38	74.51	ผ่าน	48	94.12	ผ่าน
11	38	74.51	ผ่าน	41	80.39	ผ่าน	36	70.59	ผ่าน
12	38	74.51	ผ่าน	42	82.35	ผ่าน	38	74.51	ผ่าน
13	32	62.74	ไม่ผ่าน	43	84.31	ผ่าน	47	92.15	ผ่าน
14	22	43.14	ไม่ผ่าน	33	64.71	ไม่ผ่าน	38	74.18	ผ่าน
15	28	54.90	ไม่ผ่าน	38	74.51	ผ่าน	36	70.59	ผ่าน
16	36	70.59	ผ่าน	44	86.27	ผ่าน	45	88.24	ผ่าน
17	33	64.71	ไม่ผ่าน	42	82.35	ผ่าน	42	82.35	ผ่าน
18	31	60.78	ไม่ผ่าน	42	82.35	ผ่าน	39	76.47	ผ่าน
19	36	70.59	ผ่าน	40	78.43	ผ่าน	43	84.31	ผ่าน
20	36	70.59	ผ่าน	43	84.31	ผ่าน	45	88.24	ผ่าน
21	42	82.35	ผ่าน	36	70.59	ผ่าน	48	94.12	ผ่าน
22	16	31.37	ไม่ผ่าน	30	58.82	ไม่ผ่าน	31	60.78	ไม่ผ่าน
23	28	54.90	ไม่ผ่าน	32	62.75	ไม่ผ่าน	36	70.59	ผ่าน

ตารางที่ 12 (ต่อ)

นักเรียนคนที่	ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์								
	วงจรปฏิบัติการที่ 1			วงจรปฏิบัติการที่ 2			วงจรปฏิบัติการที่ 3		
	คะแนน (51)	ร้อยละ	ผลการประเมิน	คะแนน (51)	ร้อยละ	ผลการประเมิน	คะแนน (51)	ร้อยละ	ผลการประเมิน
24	38	74.51	ผ่าน	40	78.43	ผ่าน	45	88.24	ผ่าน
25	34	66.67	ไม่ผ่าน	43	84.31	ผ่าน	46	90.20	ผ่าน
26	32	62.75	ไม่ผ่าน	39	76.47	ผ่าน	43	84.31	ผ่าน
27	37	72.55	ผ่าน	43	84.31	ผ่าน	43	84.31	ผ่าน
28	36	70.59	ผ่าน	38	74.51	ผ่าน	38	74.51	ผ่าน
29	34	66.67	ไม่ผ่าน	40	78.43	ผ่าน	42	82.35	ผ่าน
$\bar{x}$	32.45	63.32	ไม่ผ่าน	38.59	75.66	ผ่าน	41.03	80.45	ผ่าน
S.D.	7.07	13.88	-	4.83	9.47	-	4.61	9.05	-
จำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์		13 คน (44.83%)		24 คน (82.76%)			27 คน (93.10%)		

จากตารางที่ 12 พบว่า คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ที่ได้จากแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนหลังจากได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกลวิธี STAR ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ 32.45 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 63.32 ของคะแนนเต็ม และมีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 เป็นจำนวน 13 คน คิดเป็นร้อยละ 44.83 ของนักเรียนทั้งหมดในกลุ่มเป้าหมาย ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ 38.59 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 75.66 ของคะแนนเต็ม และมีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 เป็นจำนวน 24 คน คิดเป็นร้อยละ 82.76 ของนักเรียนทั้งหมดในกลุ่มเป้าหมาย และในวงวงจรปฏิบัติการที่ 3 นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ 41.03 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 80.45 ของคะแนนเต็ม และมีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 เป็นจำนวน 27 คน คิดเป็นร้อยละ 93.10 ของนักเรียนทั้งหมดในกลุ่มเป้าหมาย จากข้อมูลความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของกลุ่มเป้าหมาย สามารถแสดงในภาพประกอบที่ 3 ดังนี้



ภาพประกอบที่ 3 กราฟแสดงร้อยละของคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนแต่ละวงจรปฏิบัติการ

จากภาพประกอบที่ 3 แสดงให้เห็นว่าค่าเฉลี่ยร้อยละของคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนในแต่ละวงจรปฏิบัติการมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นตามลำดับ

นอกจากนั้น ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากแบบทดสอบความสมารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ ซึ่งผลการวิเคราะห์ข้อมูลรายงานในแต่ละวงจรปฏิบัติการ ดังนี้

1. วงจรปฏิบัติการที่ 1

1. การวางแผน (Planning) ผู้วิจัยได้วางแผนพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนในกลุ่มเป้าหมาย โดยทำการสำรวจสภาพปัญหารวมถึงสภาพสิ่งแวดล้อมในการเรียนรู้ของผู้เรียน วิเคราะห์ข้อมูลจากแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ พบว่ามีนักเรียนจำนวน 29 คน ที่มีเกณฑ์ควรปรับปรุง จากนั้นผู้วิจัยได้ทำการศึกษาทฤษฎี แนวคิด งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกลวิธี STAR และดำเนินการสร้างเครื่องมือ ประกอบไปด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 3 แผน แบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ แบบสัมภาษณ์ และแบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียน

2. การปฏิบัติการ (Action) ผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกลวิธี STAR ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอน คือ ขั้นที่ 1 ขั้น

สร้างความสนใจ ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ และขั้นที่ 5 ขั้นประเมิน ซึ่งในวงจรปฏิบัติการที่ 1 มีแผนการเรียนรู้ 3 แผน ประกอบด้วย

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง กระแสไฟฟ้าและการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง กระแสไฟฟ้าในตัวนำ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง กระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำ

3. การสังเกตการณ์ (Observation) หลังจากได้ทำการการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกลวิธี STAR ด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1-3 เรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลพัฒนาการความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย โดยใช้แบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ ซึ่งเป็นข้อสอบอัตนัย แบ่งเป็น 4 ขั้นตอนตามกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาด้วยกลวิธี STAR จำนวน 3 ข้อ คะแนนเต็ม 51 คะแนน ซึ่งผลการทดสอบในวรจรปฏิบัติการที่ 1 พบว่า ผลคะแนนในแต่ละขั้นของการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของกลุ่มเป้าหมายทั้ง 29 คน สามารถแสดงได้ในตารางที่ 13 ดังนี้

ตารางที่ 13 คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย จำนวน 29 คน ในวงจรปฏิบัติการที่ 1

นักเรียนคนที่	ข้อที่	ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์												คะแนนรวม (51)	ร้อยละ	ผลการประเมิน
		ศึกษาโจทย์ปัญหา			แปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ปัญหา			หาคำตอบของโจทย์ปัญหา			การทบทวนคำตอบ					
		คะแนนเต็ม (3)	ร้อยละ	ผลการประเมิน	คะแนนเต็ม (5)	ร้อยละ	ผลการประเมิน	คะแนนเต็ม (7)	ร้อยละ	ผลการประเมิน	คะแนนเต็ม (2)	ร้อยละ	ผลการประเมิน			
1	1	2	66.67	✗	3	60	✗	5	71.43	✓	1	50	✗	34	66.67	✗
	2	3	100	✓	2	40	✗	5	71.43	✓	1	50	✗			
	3	3	100	✓	3	60	✗	5	71.43	✓	1	50	✗			
	$\overline{X}$	2.67	89	✓	2.67	53.4	✗	5	71.43	✓	1	50	✗			
2	1	2	66.67	✗	2	40	✗	5	71.43	✓	1	50	✗	30	58.82	✗
	2	3	100	✓	3	60	✗	5	71.43	✓	1	50	✗			
	3	1	33.33	✗	1	20	✗	5	71.43	✓	1	50	✗			
	$\overline{X}$	2	66.67	✗	2	40	✗	5	71.43	✓	1	50	✗			

ตารางที่ 13 (ต่อ)

นักเรียนคนที่	ข้อที่	ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์												คะแนนรวม (51)	ร้อยละ	ผลการประเมิน
		ศึกษาโจทย์ปัญหา			แปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ปัญหา			หาคำตอบของโจทย์ปัญหา			การทบทวนคำตอบ					
		คะแนนเต็ม (3)	ร้อยละ	ผลการประเมิน	คะแนนเต็ม (5)	ร้อยละ	ผลการประเมิน	คะแนนเต็ม (7)	ร้อยละ	ผลการประเมิน	คะแนนเต็ม (2)	ร้อยละ	ผลการประเมิน			
3*	1	2	66.67	✗	4	80	✓	7	100	✓	2	100	✓	44	86.27	✓
	2	3	100	✓	4	80	✓	7	100	✓	2	100	✓			
	3	2	66.67	✗	3	60	✗	6	85.71	✓	2	100	✓			
	$\bar{x}$	2.33	77.66	✓	3.66	73.33	✓	6.67	95.29	✓	2	100	✓			
4	1	3	100	✓	2	40	✗	3	42.86	✗	0	0	✗	18	35.29	✗
	2	2	66.67	✗	3	60	✗	0	0	✗	0	0	✗			
	3	1	33.33	✗	3	60	✗	1	14.29	✗	0	0	✗			
	$\bar{x}$	2	66.67	✗	2.67	53.4	✗	1.33	19.05	✗	0	0	✗			
5	1	1	33.33	✗	3	60	✗	6	85.71	✓	1	50	✗	35	68.62	✗
	2	3	100	✓	2	40	✗	7	100	✓	1	50	✗			
	3	3	100	✓	3	60	✗	4	57.14	✗	1	50	✗			
	$\bar{x}$	2.33	77.78	✓	2.67	53.4	✗	5.67	80.95	✓	1	50	✗			
6*	1	2	66.67	✗	3	60	✗	7	100	✓	2	100	✓	38	74.51	✓
	2	2	66.67	✗	3	60	✗	6	85.71	✓	1	50	✗			
	3	2	66.67	✗	3	60	✗	6	85.71	✓	1	50	✗			
	$\bar{x}$	2	66.67	✗	3	60	✗	6.33	90.43	✓	1.33	66.5	✗			
7*	1	3	100	✓	4	80	✓	6	85.71	✓	1	50	✗	36	70.59	✓
	2	2	66.67	✗	2	40	✗	5	71.43	✓	1	50	✗			
	3	3	100	✓	3	60	✗	5	71.43	✓	1	50	✗			
	$\bar{x}$	2.67	89	✓	3	60	✗	5.33	76.19	✓	1	50	✗			

ตารางที่ 13 (ต่อ)

นักเรียนคนที่	ข้อที่	ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์												คะแนนรวม (51)	ร้อยละ	ผลการประเมิน
		ศึกษาโจทย์ปัญหา			แปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ปัญหา			หาคำตอบของโจทย์ปัญหา			การทบทวนคำตอบ					
		คะแนนเต็ม (3)	ร้อยละ	ผลการประเมิน	คะแนนเต็ม (5)	ร้อยละ	ผลการประเมิน	คะแนนเต็ม (7)	ร้อยละ	ผลการประเมิน	คะแนนเต็ม (2)	ร้อยละ	ผลการประเมิน			
8	1	2	66.67	✗	2	40	✗	3	42.86	✗	0	0	✗	17	33.33	✗
	2	3	100	✓	3	60	✗	0	0	✗	0	0	✗			
	3	2	66.67	✗	2	40	✗	0	0	✗	0	0	✗			
	$\bar{x}$	2.33	77.78	✓	2.33	46.67	✗	1	14.29	✗	0	0	✗			
9*	1	3	100	✓	3	60	✗	6	85.71	✓	2	100	✓	39	76.47	✓
	2	3	100	✓	4	80	✓	6	85.71	✓	1	50	✗			
	3	2	66.67	✗	3	60	✗	6	85.71	✓	0	0	✗			
	$\bar{x}$	2.67	89	✓	3.33	66.67	✗	6	85.71	✓	1	50	✗			
10	1	2	66.67	✗	2	40	✗	2	28.57	✗	0	0	✗	23	45.10	✗
	2	3	100	✓	1	20	✗	5	71.43	✓	1	50	✗			
	3	2	66.67	✗	3	60	✗	2	28.57	✗	0	0	✗			
	$\bar{x}$	2.33	77.78	✓	2	40	✗	3	42.86	✗	0.33	16.50	✗			
11*	1	2	66.67	✗	4	80	✓	7	100	✓	1	50	✗	38	74.51	✓
	2	3	100	✓	3	60	✗	7	100	✓	0	0	✗			
	3	2	66.67	✗	3	60	✗	5	71.43	✓	1	50	✗			
	$\bar{x}$	2.33	77.78	✓	3.33	66.67	✗	6.33	90.43	✓	0.67	33.33	✗			
12*	1	2	66.67	✗	3	60	✗	7	100	✓	1	50	✗	38	74.51	✓
	2	2	66.67	✗	3	60	✗	5	71.43	✓	1	50	✗			
	3	3	100	✓	3	60	✗	6	85.71	✓	1	50	✗			
	$\bar{x}$	2.33	77.78	✓	3	60	✗	6	85.71	✓	1	50	✗			

ตารางที่ 13 (ต่อ)

นักเรียนคนที่	ข้อที่	ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์												คะแนนรวม (51)	ร้อยละ	ผลการประเมิน
		ศึกษาโจทย์ปัญหา			แปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ปัญหา			หาคำตอบของโจทย์ปัญหา			การทบทวนคำตอบ					
		คะแนนเต็ม (3)	ร้อยละ	ผลการประเมิน	คะแนนเต็ม (5)	ร้อยละ	ผลการประเมิน	คะแนนเต็ม (7)	ร้อยละ	ผลการประเมิน	คะแนนเต็ม (2)	ร้อยละ	ผลการประเมิน			
13	1	2	66.67	✗	4	80	✓	7	100	✓	2	100	✓	32	62.74	✗
	2	2	66.67	✗	3	60	✗	5	71.43	✓	0	0	✗			
	3	2	66.67	✗	2	40	✗	3	42.86	✗	0	0	✗			
	$\bar{x}$	2	66.67	✗	3	60	✗	5	71.43	✓	0.67	33.33	✗			
14	1	1	33.33	✗	4	80	✓	4	57.14	✗	0	0	✗	22	43.14	✗
	2	2	66.67	✗	3	60	✗	0	0	✗	0	0	✗			
	3	2	66.67	✗	2	40	✗	4	57.14	✗	0	0	✗			
	$\bar{x}$	1.67	55.67	✗	3	60	✗	2.67	38.14	✗	0	0	✗			
15	1	2	66.67	✗	2	40	✗	5	71.43	✓	2	100	✓	28	54.90	✗
	2	2	66.67	✗	2	40	✗	5	71.43	✓	1	50	✗			
	3	2	66.67	✗	2	40	✗	3	42.86	✗	0	0	✗			
	$\bar{x}$	2	66.67	✗	2	40	✗	4.33	61.90	✗	1	50	✗			
16*	1	2	66.67	✗	4	80	✓	7	100	✓	2	100	✓	36	70.59	✓
	2	3	100	✓	3	60	✗	5	71.43	✓	2	100	✓			
	3	2	66.67	✗	2	40	✗	3	42.86	✗	1	50	✗			
	$\bar{x}$	2.33	77.78	✓	3	60	✗	5	71.43	✓	1.67	83.5	✓			
17	1	2	66.67	✗	3	60	✗	5	71.43	✓	1	50	✗	33	64.71	✗
	2	2	66.67	✗	4	80	✓	5	71.43	✓	1	50	✗			
	3	2	66.67	✗	2	40	✗	5	71.43	✓	1	50	✗			
	$\bar{x}$	2	66.67	✗	3	60	✗	5	71.43	✓	1	50	✗			

ตารางที่ 13 (ต่อ)

นักเรียนคนที่	ข้อที่	ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์												คะแนนรวม (51)	ร้อยละ	ผลการประเมิน
		ศึกษาโจทย์ปัญหา			แปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ปัญหา			หาคำตอบของโจทย์ปัญหา			การทบทวนคำตอบ					
		คะแนนเต็ม (3)	ร้อยละ	ผลการประเมิน	คะแนนเต็ม (5)	ร้อยละ	ผลการประเมิน	คะแนนเต็ม (7)	ร้อยละ	ผลการประเมิน	คะแนนเต็ม (2)	ร้อยละ	ผลการประเมิน			
18	1	2	66.67	✗	3	60	✗	3	42.86	✗	0	0	✗	31	60.78	✗
	2	3	100	✓	4	80	✓	2	28.57	✗	0	0	✗			
	3	2	66.67	✗	3	60	✗	7	100	✓	2	100	✓			
	$\bar{x}$	2.33	77.78	✓	3.33	66.67	✗	4	57.14	✗	0.67	33.33	✗			
19*	1	3	100	✓	5	100	✓	6	85.71	✓	1	50	✗	36	70.59	✓
	2	3	100	✓	4	80	✓	5	71.43	✓	1	50	✗			
	3	2	66.67	✗	3	60	✗	3	42.86	✗	0	0	✗			
	$\bar{x}$	2.67	89	✓	4	80	✓	4.67	66.71	✗	0.67	33.33	✗			
20*	1	2	66.67	✗	3	60	✗	5	71.43	✓	1	50	✗	36	70.59	✓
	2	3	100	✓	4	80	✓	7	100	✓	1	50	✗			
	3	2	66.67	✗	3	60	✗	4	57.14	✗	1	50	✗			
	$\bar{x}$	2.33	77.78	✓	3.33	66.67	✗	5.33	76.14	✓	1	50	✗			
21*	1	2	66.67	✗	3	60	✗	7	100	✓	2	100	✓	42	82.35	✓
	2	3	100	✓	4	80	✓	7	100	✓	2	100	✓			
	3	2	66.67	✗	3	60	✗	6	85.71	✓	1	50	✗			
	$\bar{x}$	2.33	77.78	✓	3.33	66.67	✗	6.67	95.29	✓	1.67	83.5	✓			
22	1	2	66.67	✗	3	60	✗	0	0	✗	0	0	✗	16	31.37	✗
	2	2	66.67	✗	3	60	✗	0	0	✗	0	0	✗			
	3	2	66.67	✗	2	40	✗	2	28.57	✗	0	0	✗			
	$\bar{x}$	2	66.67	✗	2.67	53.33	✗	0.67	9.57	✗	0	0	✗			

ตารางที่ 13 (ต่อ)

นักเรียนคนที่	ข้อที่	ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์												คะแนนรวม (51)	ร้อยละ	ผลการประเมิน
		ศึกษาโจทย์ปัญหา			แปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ปัญหา			หาคำตอบของโจทย์ปัญหา			การทบทวนคำตอบ					
		คะแนนเต็ม (3)	ร้อยละ	ผลการประเมิน	คะแนนเต็ม (5)	ร้อยละ	ผลการประเมิน	คะแนนเต็ม (7)	ร้อยละ	ผลการประเมิน	คะแนนเต็ม (2)	ร้อยละ	ผลการประเมิน			
23	1	2	66.67	✗	3	60	✗	4	57.14	✗	1	50	✗	28	54.90	✗
	2	3	100	✓	3	60	✗	2	28.57	✗	1	50	✗			
	3	3	100	✓	2	40	✗	4	57.14	✗	0	0	✗			
	$\bar{x}$	2.67	89	✓	2.67	53.4	✗	3.33	47.62	✗	0.67	33.33	✗			
24*	1	3	100	✓	3	60	✗	5	71.43	✓	1	50	✗	38	74.51	✓
	2	3	100	✓	2	40	✗	6	85.71	✓	2	100	✓			
	3	2	66.67	✗	3	60	✗	7	100	✓	1	50	✗			
	$\bar{x}$	2.67	89	✓	2.67	53.4	✗	6	85.71	✓	1.33	66.5	✗			
25	1	2	66.67	✗	3	60	✗	6	85.71	✓	2	100	✓	34	66.67	✗
	2	3	100	✓	3	60	✗	4	57.14	✗	2	100	✓			
	3	2	66.67	✗	3	60	✗	3	42.86	✗	1	50	✗			
	$\bar{x}$	2.33	77.78	✓	3	60	✗	4.33	61.90	✗	1.67	83.33	✓			
26	1	2	66.67	✗	4	80	✓	7	100	✓	2	100	✓	32	62.75	✗
	2	2	66.67	✗	2	40	✗	5	71.43	✓	1	50	✗			
	3	2	66.67	✗	2	40	✗	3	42.86	✗	0	0	✗			
	$\bar{x}$	2	66.67	✗	2.67	53.33	✗	5	71.43	✓	1	50	✗			
27*	1	2	66.67	✗	3	60	✗	3	42.86	✗	1	50	✗	37	72.55	✓
	2	3	100	✓	4	80	✓	5	71.43	✓	2	100	✓			
	3	2	66.67	✗	4	80	✓	6	85.71	✓	2	100	✓			
	$\bar{x}$	2.33	77.78	✓	3.67	73.4	✓	4.67	66.71	✗	1.67	83.33	✓			

ตารางที่ 13 (ต่อ)

นักเรียนคนที่	ข้อที่	ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์												คะแนนรวม (51)	ร้อยละ	ผลการประเมิน
		ศึกษาโจทย์ปัญหา			แปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ปัญหา			หาคำตอบของโจทย์ปัญหา			การทบทวนคำตอบ					
		คะแนนเต็ม (3)	ร้อยละ	ผลการประเมิน	คะแนนเต็ม (5)	ร้อยละ	ผลการประเมิน	คะแนนเต็ม (7)	ร้อยละ	ผลการประเมิน	คะแนนเต็ม (2)	ร้อยละ	ผลการประเมิน			
28*	1	2	66.67	✗	4	80	✓	7	100	✓	2	100	✓	36	70.59	✓
	2	3	100	✓	3	60	✗	5	71.43	✓	1	50	✗			
	3	2	66.67	✗	4	80	✓	3	42.86	✗	0	0	✗			
	$\bar{x}$	2.33	77.78	✓	3.67	73.4	✓	5	71.43	✓	1	50	✗			
29	1	2	66.67	✗	4	80	✓	7	100	✓	2	100	✓	34	66.67	✗
	2	3	100	✓	3	60	✗	5	71.43	✓	1	50	✗			
	3	2	66.67	✗	2	40	✗	3	42.86	✗	0	0	✗			
	$\bar{x}$	2.33	77.78	✓	3	60	✗	5	71.43	✓	1	50	✗			
เฉลี่ยรวม (29 คน)		2.29	76.33	✓	2.95	59	✗	4.63	66.14	✗	0.93	46.5	✗			
จำนวนนักเรียนที่ผ่าน		13 คน คิดเป็นร้อยละ 44.83 ของนักเรียนทั้งหมดในกลุ่มเป้าหมาย														
จำนวนนักเรียนที่ไม่ผ่าน		16 คน คิดเป็นร้อยละ 55.17 ของนักเรียนทั้งหมดในกลุ่มเป้าหมาย														

หมายเหตุ เครื่องหมาย ✓ หมายถึง ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70

เครื่องหมาย ✗ หมายถึง ไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70

เครื่องหมาย * หมายถึง นักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70

จากตารางที่ 13 เมื่อศึกษาคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย ทั้ง 29 คน ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 พบว่า มีนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 13 คน คิดเป็นร้อยละ 44.83 ของนักเรียนทั้งหมดในกลุ่มเป้าหมาย และมีนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 16 คน คิดเป็นร้อยละ 55.17 ของนักเรียนทั้งหมดในกลุ่มเป้าหมาย เมื่อศึกษารายละเอียดในแต่ละขั้นตอนของการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ตามกลวิธี STAR พบว่า คะแนนความสามารถในการแก้

โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนในขั้นที่ 1 ศึกษาโจทย์ปัญหามีค่าเฉลี่ย 2.29 คิดเป็นร้อยละ 76.33 ขั้นที่ 2 แปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ปัญหามีค่าเฉลี่ย 2.95 คิดเป็นร้อยละ 59 ขั้นที่ 3 หาคำตอบของโจทย์ปัญหามีค่าเฉลี่ย 4.63 คิดเป็นร้อยละ 66.14 และขั้นที่ 4 การทบทวนคำตอบ มีค่าเฉลี่ย 0.93 คิดเป็นร้อยละ 46.5 ซึ่งจะเห็นได้ว่านักเรียนประสบปัญหาในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์มากที่สุดอยู่ในขั้นที่ 4 การทบทวนคำตอบ ขั้นที่ 2 แปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ปัญหา และขั้นที่ 3 หาคำตอบของโจทย์ปัญหาตามลำดับ ตามลำดับ ในส่วนขั้นที่ 1 ศึกษาโจทย์ปัญหา นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70

เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและแบบสังเกตพฤติกรรมการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียน ผู้วิจัยได้สัมภาษณ์นักเรียนที่มีคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ซึ่งจากการสัมภาษณ์ผู้วิจัยได้สรุปประเด็นในการสัมภาษณ์ที่เกิดขึ้นในการจัดการเรียนการสอนได้ดังนี้

1. ด้านความคิดเห็นเกี่ยวกับวิธีการจัดการเรียนการสอน ในการจัดการเรียนการสอนโดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกลวิธี STAR นักเรียนส่วนใหญ่ยังไม่คุ้นเคยกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ จะเห็นได้จากบทสัมภาษณ์ของนักเรียน ดังนี้

“...ตอนตอบคำถามคนอื่นก็ตอบไปหมดแล้ว ไม่รู้จะตอบอะไร คิดก็ไม่ออก ยกมือก็ไม่ทัน...”

(นักเรียนคนที่ 2, 11 กุมภาพันธ์ 2563 : สัมภาษณ์)

“...ครูสอนแบบใหม่ สอนแบบนี้ เวลาทำงานผมทำไม่ทันเลยครับ ทั้งทำทดลองทำโจทย์ปัญหาให้เสร็จภายในคาบเรียน...”

(นักเรียนคนที่ 18, 11 กุมภาพันธ์ 2563 : สัมภาษณ์)

2. ด้านความคิดเห็นเกี่ยวกับสื่อที่ใช้ในการเรียนการสอน นักเรียนส่วนใหญ่ค่อยข้างรู้สึกดีกับสื่อในการสอนที่เป็นการทดลองหรือเป็นสื่อที่ได้ให้นักเรียนทำงานกับกลุ่มเพื่อน และจะมีนักเรียนบางส่วนที่รู้สึกว่าการใช้อุปกรณ์ที่ไม่เพียงพอต่อการทำกิจกรรมจะทำให้งานที่ทำไม่เกิดผลสำเร็จเท่าที่ควร จะเห็นได้จากบทสัมภาษณ์ของนักเรียน ดังนี้

“...ชอบการทดลองไฟฟ้าครับ เพราะชอบความอันตรายท้าทายแถมได้ยกอุปกรณ์ไปมาด้วยครับ สนุกดี”

(นักเรียนคนที่ 5, 11 กุมภาพันธ์ 2563 : สัมภาษณ์)

“...หนูชอบนะคะที่ครูให้ทำงานกับเพื่อน ได้ทำการทดลอง ถึงแม้จะไฟจะไม่ติดแต่พวกหนูไม่ได้ฝึกอย่างเชี่ยวชาญความล้มเหลวเลยเกิดขึ้นได้ แต่ถ้าได้ทดลองแล้วมันมีความชัดเจนเห็นได้ง่ายกว่านี้ก็จะดีค่ะ...”

(นักเรียนคนที่ 15, 11 กุมภาพันธ์ 2563 : สัมภาษณ์)

“...วิธีการทำกิจกรรม ทำการทดลองมีความยุ่งยากหลากหลายขั้นตอนมาก แล้วเครื่องมือก็ไม่ค่อยจะพอเลยค่ะครู หนูเห็นห้องอื่นไม่ได้ทำการทดลองเลย...”

(นักเรียนคนที่ 29, 11 กุมภาพันธ์ 2563 : สัมภาษณ์)

3. ด้านความคิดเห็นเกี่ยวกับการจัดสรรเวลาในการจัดการเรียนรู้ นักเรียนบางส่วนยังไม่สามารถจัดสรรเวลาได้ดีเท่าที่ควร ทำให้เกิดความรู้สึกเบื่อหน่ายในการทำกิจกรรม จะเห็นได้จากบทสัมภาษณ์ของนักเรียน ดังนี้

“...เวลาในการทำกิจกรรมนี้น้อยมากครู ไฟก็ไม่ติดสักที...”

(นักเรียนคนที่ 15, 11 กุมภาพันธ์ 2563 : สัมภาษณ์)

4. ด้านการมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน ในการทำกิจกรรมภายในห้องเรียน นักเรียนจะมีการแบ่งหน้าที่ในการทำงานอยู่เพียงกลุ่มเดียว จะเห็นได้จากบทสัมภาษณ์ของนักเรียน ดังนี้

“...หนูไม่เคยทำ ไม่เคยใช้เครื่องมือพวกนี้เองเลยครู มีแต่เพื่อนเป็นคนพาทำ...”

(นักเรียนคนที่ 13, 11 กุมภาพันธ์ 2563 : สัมภาษณ์)

“...ผมลองทดลองแล้วมันไม่ได้ครับครู ไฟมันไม่เห็นจะติดเลย เพื่อนเลยแบ่งหน้าที่ให้ผมเขียนเท่านั้น...”

(นักเรียนคนที่ 23, 11 กุมภาพันธ์ 2563 : สัมภาษณ์)

“...คำถามบางข้อหนูทำไม่ได้เลยค่ะครู หนูเลยรอให้เพื่อนเสร็จก่อนแล้วมาบอกหนูว่าต้องตอบยังไง ...”

(นักเรียนคนที่ 26, 11 กุมภาพันธ์ 2563 : สัมภาษณ์)

5. ปัญหาที่เกิดขึ้นจากการแก้โจทย์ปัญหาโดยกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ด้วยขั้นตอนของการแก้โจทย์ปัญหาด้วยกลวิธี STAR

5.1 ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการแก้โจทย์ปัญหาในขั้นที่ 1 ศึกษาโจทย์ปัญหา

นักเรียนที่ยังไม่ผ่านเกณฑ์ในขั้นนี้ พบว่า นักเรียนยังขาดความเข้าใจในสิ่งที่โจทย์กำหนดให้หรือระบุในสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ไม่สมบูรณ์และไม่ระบุสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ จะเห็นได้จากบทสัมภาษณ์ของนักเรียน ดังนี้

“...ผมจำไม่ได้ว่าในขั้นนี้ต้องเขียนแบบนี้แล้วมันถูกหรือไม่ บางทีผมก็ลืมว่ามันต้องเขียนหน่วยมันด้วย...”

(นักเรียนคนที่ 5, 11 กุมภาพันธ์ 2563 : สัมภาษณ์)

“...โจทย์ปัญหาที่ครูให้มามันมีตัวหนังสือเยอะมากเลย หนูกลัวเขียนแล้วมันผิด...”

(นักเรียนคนที่ 13, 11 กุมภาพันธ์ 2563 : สัมภาษณ์)

“...ในโจทย์ข้อที่ 1 ผมจำได้ว่าครูเคยบอกว่าให้จำค่าประจุอิเล็กตรอนด้วย ผมนึกว่าครูให้หาค่าประจุอิเล็กตรอน...”

(นักเรียนคนที่ 22, 11 กุมภาพันธ์ 2563 : สัมภาษณ์)

และสอดคล้องกับการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนภายในชั้นเรียน ตามแบบสังเกตพฤติกรรมการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียน ในขั้นที่ 1 ศึกษาโจทย์ปัญหา จะเห็นได้จากพฤติกรรมที่นักเรียนแสดงออก ดังนี้

- นักเรียนแต่ละคนเริ่มแก้ปัญหาด้วยวิธี ดังนี้

1. นักเรียนทำการอ่านและเขียนระบุข้อมูลของสิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบลงในแบบบันทึกกิจกรรม

2. นักเรียนมีการขีดเส้นใต้ข้อความหรือทำการแยกข้อมูลของโจทย์ปัญหาที่กำหนดให้ก่อน จากนั้นจึงทำการระบุข้อมูลของสิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบลงในแบบบันทึกกิจกรรม

3. นักเรียนบางกลุ่มยังมีการพูดคุยกับเพื่อนในขณะทำการแก้โจทย์ปัญหา ยังไม่เกิดความสนใจในการแก้โจทย์ปัญหาเท่าที่ควร

- นักเรียนมีการใช้เวลาในการศึกษาโจทย์ปัญหา ดังนี้

1. นักเรียนที่อยู่ในกลุ่มการเรียนดีกว่าจะมีการใช้เวลาในการอ่านศึกษาโจทย์ค่อนข้างนาน เนื่องจากจะมีการระบุข้อมูลลงโจทย์และแยกข้อมูลของโจทย์ปัญหาออกเป็นส่วนต่าง ๆ พร้อมบันทึกสัญลักษณ์ที่เกี่ยวข้องในโจทย์อย่างชัดเจน

2. นักเรียนที่อยู่ในกลุ่มอ่อนกว่าส่วนใหญ่จะมีการบันทึกคำตอบของโจทย์ปัญหาลงในแบบบันทึกกิจกรรมทันที ในบางครั้งจึงทำให้เกิดความผิดพลาดในการระบุคำตอบ

ดังนั้น เมื่อทำการวิเคราะห์ผลของการสังเกตพฤติกรรมการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียน ในขั้นที่ 1 ศึกษาโจทย์ปัญหา พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่จะเริ่มวิธีในการแก้โจทย์ปัญหาด้วยวิธีการอ่านทบทวนโจทย์ปัญหาก่อนในอันดับแรก จากนั้นจะทำการระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ และนักเรียนที่สามารถระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้ถูกต้องสมบูรณ์ จะมีการวางแผนและใช้เวลาในการลงมือแก้ปัญหาก่อน โดยการแยกโจทย์ปัญหาออกเป็นสิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้อย่างชัดเจนมีทั้งการระบุ ชื่อ จำนวนตัวเลขและหน่วยของข้อมูล แต่นักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์จะยังเกิดความสับสนในการระบุโจทย์กำหนด

มาให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ เกิดจากความเข้าใจผิดพลาด หรือระบุข้อมูลของโจทย์ปัญหาไม่ครบถ้วนสมบูรณ์

5.2 ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการแก้โจทย์ปัญหาในขั้นที่ 2 แปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ปัญหา

5.2.1 เมื่อให้นักเรียนนำสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบเปลี่ยนไปเป็นสัญลักษณ์ทางฟิสิกส์ นักเรียนจะเกิดความสับสนระหว่างสัญลักษณ์ทางฟิสิกส์ คำอุปสรรคและการเปลี่ยนหน่วย ทำให้เมื่อต้องระบุสัญลักษณ์และค่าต่าง ๆ ได้ไม่ชัดเจน จะเห็นได้จากบทสัมภาษณ์ของนักเรียน ดังนี้

“...ในโจทย์ของครูมันมีทั้งคำว่าตัว คำว่าชั่วโมง ผมไม่แน่ใจว่าต้องแปลงมันอย่างไร...”

(นักเรียนคนที่ 4, 11 กุมภาพันธ์ 2563 : สัมภาษณ์)

“...ผมจำสัญลักษณ์ที่ครูสอนได้บางคำเองครับ ผมเลยตอบได้เท่านั้นนะครับ...”

(นักเรียนคนที่ 10, 11 กุมภาพันธ์ 2563 : สัมภาษณ์)

5.2.2 เมื่อให้นักเรียนระบุหลักการหรือข้อมูลทางฟิสิกส์ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ นักเรียนเกิดความไม่มั่นใจในการระบุคำตอบของตัวเอง จะเห็นได้จากบทสัมภาษณ์ของนักเรียน ดังนี้

“...หนูก็ชอบตรงแปลงสัญลักษณ์อยู่นะคะครู มันต้องเขียนน้อยดี แต่เวลาหนูต้องตอบว่าหลักการที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับเรื่องอะไร หนูกลัวหนูตอบไม่ถูกหนูเลยไม่กล้าเขียน...”

(นักเรียนคนที่ 26, 11 กุมภาพันธ์ 2563 : สัมภาษณ์)

และสอดคล้องกับการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนภายในชั้นเรียน ตามแบบสังเกตพฤติกรรมการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียน ในขั้นที่ 2 แปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ปัญหา จะเห็นได้จากพฤติกรรมที่นักเรียนแสดงออก ดังนี้

- นักเรียนได้นำเทคนิคกระบวนการที่ครูสอนไว้มาใช้ ดังนี้

1. นักเรียนมีการเขียนและแปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ออกเป็นสัญลักษณ์ทางฟิสิกส์ หน่วยทางฟิสิกส์ทั้งหมด ก่อนการเลือกใช้สูตรและการคำนวณทุกครั้ง

2. นักเรียนมีการเขียนข้อมูลหลักการหรือข้อมูลทางฟิสิกส์ที่เกี่ยวข้องกับโจทย์ปัญหาได้อย่างถูกต้อง

3. นักเรียนมีการตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบที่นักเรียนได้ ก่อนจะระบุลงในแบบบันทึกกิจกรรม

- นักเรียนไม่ได้นำเทคนิคกระบวนการที่ครูสอนไว้มาใช้ ดังนี้

1. นักเรียนไม่ระบุหรือข้ามขั้นตอนการแปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งต้องการทราบ

2. นักเรียนไม่มีการตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบที่นักเรียนได้ ก่อนจะระบุลงในแบบบันทึกกิจกรรม

ดังนั้น เมื่อทำการวิเคราะห์ผลของการสังเกตพฤติกรรมการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียน ในขั้นที่ 2 แปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ปัญหา พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ที่มีคะแนนผ่านเกณฑ์จะมีการนำเทคนิคกระบวนการที่ครูสอนมาประยุกต์ใช้โดยจะเริ่มจากการแปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ปัญหา ไปเป็นสัญลักษณ์ทางฟิสิกส์ที่ถูกต้อง แปลงหน่วยในการคำนวณที่เหมาะสม จากนั้นจะระบุหลักการหรือข้อมูลทางฟิสิกส์ที่เกี่ยวข้องได้ แต่นักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์จะทำการแปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ปัญหาได้ถูกต้องเพียงบางส่วนเท่านั้น รวมทั้งยังไม่สามารถระบุหลักการหรือข้อมูลทางฟิสิกส์ที่เกี่ยวข้องได้

5.3 ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการแก้โจทย์ปัญหาในขั้นที่ 3 หาคำตอบของโจทย์ปัญหา

5.3.1 เมื่อนักเรียนนำสูตรหรือสมการที่ใช้ไปค้นหาคำตอบ ซึ่งในการแทนค่าตัวแปรต่าง ๆ ในสมการนักเรียนจะแทนค่าได้เพียงบางส่วน หรือแทนค่าตัวแปรต่าง ๆ ในสมการไม่ถูกต้อง จะเห็นได้จากบทสัมภาษณ์ของนักเรียน ดังนี้

“...หนูมั่นใจว่าหนูน่าจะแสดงวิธีทำถูกแล้ว แต่พอกับมาดูอีกทีตอนสอบเสร็จ หนูถึงรู้ว่าหนูแทนค่าตัวแปรผิดคำตอบหนูเลยผิดแน่ ๆ...”

(นักเรียนคนที่ 15, 11 กุมภาพันธ์ 2563 : สัมภาษณ์)

5.3.2 เมื่อแทนค่าตัวแปรครบทุกตัวนักเรียนจะไม่แสดงวิธีการหาคำตอบที่ชัดเจน เมื่อคำนวณผลลัพธ์ออกมาทำให้คำตอบที่ได้ไม่ถูกต้องเกิดความคลาดเคลื่อน จะเห็นได้จากบทสัมภาษณ์ของนักเรียน ดังนี้

“...เวลาผมจะแสดงวิธีทำ ผมไม่ชอบเลย ผมชอบกดเครื่องคิดเลขมากกว่าแล้วตอนสอบครูไม่ให้ใช้ ผมเลยทำไม่ถูก...”

(นักเรียนคนที่ 18, 11 กุมภาพันธ์ 2563 : สัมภาษณ์)

และสอดคล้องกับการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนภายในชั้นเรียน ตามแบบสังเกตพฤติกรรมการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียน ในขั้นที่ 3 หาคำตอบของโจทย์ปัญหา จะเห็นได้จากพฤติกรรมที่นักเรียนแสดงออก ดังนี้

- นักเรียนไม่เกิดความลังเลในการประยุกต์ใช้สูตรหรือวิธีต่าง ๆ ในการแก้ปัญหา ดังนี้

1. นักเรียนที่อยู่ในกลุ่มการเรียนดีกว่าจะไม่ลังเลในการเลือกใช้สูตรในการคำนวณ จะมีการระบุสูตรที่ใช้อย่างชัดเจน จะไม่ทำการปรึกษาเพื่อนหรือบุคคลอื่น ๆ

2. นักเรียนจะแสดงขั้นตอนในการคำนวณอย่างชัดเจน จะไม่ลัดขั้นตอน มีการแสดงวิธีการคำนวณที่ถูกต้อง

3. นักเรียนจะระบุคำตอบและหน่วยของคำตอบทุกครั้ง

- นักเรียนที่เกิดความลังเลในการประยุกต์ใช้สูตรหรือวิธีต่าง ๆ ในการแก้ปัญหา ดังนี้

1. นักเรียนจะเลือกใช้สูตรที่ไม่ถูกต้อง เขียนระบุสูตรที่ไม่ชัดเจนหรือเขียนสมการไม่ถูกต้องต้อง และทำการปรึกษาเพื่อนหรือบุคคลอื่น ๆ

2. นักเรียนจะไม่แสดงขั้นตอนในการคำนวณ มีการลัดขั้นตอนของการคำนวณและระบุคำตอบหรือหน่วยของคำตอบผิดพลาด

- นักเรียนใช้เวลาในการแก้ปัญหา ดังนี้

1. นักเรียนส่วนใหญ่ที่ทำได้จะใช้เวลาค่อนข้างนานให้กับขั้นตอนการระบุวิธีในการคำนวณ จะมีการเขียนขั้นต่าง ๆ ในการคำนวณอย่างชัดเจน เพื่อให้วิธีคำนวณมีความสัมพันธ์กับสูตรหรือสมการที่เลือกใช้

2. นักเรียนที่ทำไม่ได้ส่วนใหญ่นักเรียนจะทำการคาดเดาหรือสุ่มคำตอบ จึงทำให้ใช้เวลาในการบันทึกกิจกรรมน้อยกว่า

ดังนั้น เมื่อทำการวิเคราะห์ผลของการสังเกตพฤติกรรมการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียน ในขั้นที่ 3 หาคำตอบของโจทย์ปัญหา พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ที่มีคะแนนผ่านเกณฑ์จะไม่เกิดการลังเลในการเลือกใช้สูตรหรือวิธีต่าง ๆ ในการแก้โจทย์ปัญหา จะมีการระบุสูตรที่ใช้อย่างชัดเจน และสอดคล้องกับการแปลงข้อมูลเป็นสัญลักษณ์ให้มีความสัมพันธ์กัน มีการอธิบายขั้นตอนในการคำนวณอย่างชัดเจน และระบุคำตอบพร้อมหน่วยของคำตอบได้ถูกต้อง แต่นักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์จะมีลังเลหรือขาดความมั่นใจในการเลือกใช้สูตรหรือวิธีการในการแก้โจทย์ปัญหา ขาดขั้นตอนในการคำนวณที่ถูกต้องหรือได้คำตอบของคำถามอย่างไม่สมเหตุสมผล

5.4 ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการแก้โจทย์ปัญหาในขั้นที่ 4 การทบทวนคำตอบ

นักเรียนที่ยังไม่ผ่านเกณฑ์ในขั้นการทบทวนคำตอบ พบว่า นักเรียนจะไม่แสดงวิธีการทบทวนคำตอบ เกิดความสับสนในการทบทวนคำตอบ และไม่มั่นใจในคำตอบจากขั้นที่ 3 หาคำตอบของโจทย์ทำให้นักเรียนไม่ลงมือแสดงวิธีการทบทวนคำตอบ เห็นได้จากบทสัมภาษณ์ของนักเรียน ดังนี้

“...ผมไม่มั่นใจว่าคำตอบจะถูกหรือไม่ เลยไม่ได้ทำการทบทวนคำตอบ...”

(นักเรียนคนที่ 10, 11 กุมภาพันธ์ 2563 : สัมภาษณ์)

และสอดคล้องกับการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนภายในชั้นเรียน ตามแบบสังเกตพฤติกรรมการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียน ในขั้นที่ 4 การทบทวนคำตอบ จะเห็นได้จากพฤติกรรมที่นักเรียนแสดงออก ดังนี้

- นักเรียนขอความช่วยเหลือจากผู้อื่นในการตรวจสอบคำตอบ ดังนี้

1. นักเรียนที่ทำได้ส่วนใหญ่จะมีการระบุวิธีในการทบทวนคำตอบไว้ก่อน จากนั้นจึงทำการทบทวนซ้ำ หรือนักเรียนจะทำการสอบถามตรวจสอบคำตอบกับครูผู้สอนหรือเพื่อนร่วมชั้นเรียนอีกรอบ เพื่อความที่ถูกต้อง

2. นักเรียนที่ทำไม่ได้จะมีการขอความช่วยเหลือจากเพื่อนทันที หรือจะไม่เขียนระบุขั้นตอนในการหาคำตอบของโจทย์ปัญหาและการทบทวนคำตอบ

ดังนั้น เมื่อทำการวิเคราะห์ผลของการสังเกตพฤติกรรมการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียน ในขั้นที่ 4 การทบทวนคำตอบ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ที่มีคะแนนผ่านเกณฑ์จะมีการทบทวนคำตอบว่าคำตอบที่ตัวเองได้มีความสมเหตุสมผลหรือไม่ หากไม่มีจะทำการทบทวนคำตอบซ้ำอีกครั้ง จนกว่าจะได้คำตอบที่ถูกต้องสมเหตุสมผล แต่นักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์จะขาดความมั่นในคำตอบของตัวเองจึงทำให้นักเรียนขอความช่วยเหลือจากเพื่อนร่วมชั้นเรียนและยังขาดความเข้าใจในกระบวนการทบทวนคำตอบที่ถูกต้อง

ดังนั้น จากการสัมภาษณ์ความคิดเห็นของนักเรียน สามารถสรุปข้อคิดเห็นของนักเรียน พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ที่มีคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ยังไม่คุ้นเคยกับวิธีการในการจัดการเรียนรู้และในการทดลองนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ส่วนใหญ่จะรู้สึกว่าการทดลองที่ดีต้องใช้อุปกรณ์ที่ดีและเพียงพอต่อความต้องการ เมื่ออุปกรณ์ในการทดลองไม่เพียงพอจะทำให้นักเรียนรู้สึกเบื่อหน่ายเล็กน้อยและคิดว่าการทดลองในคาบนั้นเกิดความยุ่งยากจะทำให้งานที่ทำไม่เกิดผลสำเร็จเท่าที่ควร และในกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์โดยใช้กลวิธี STAR นักเรียนยังเกิดความสับสนในการอธิบายและระบุคำสำคัญในโจทย์ปัญหา ยังไม่สามารถระบุหลักการหรือข้อมูลทางฟิสิกส์ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้ อีกทั้งนักเรียนไม่แสดงวิธีคำนวณหรือมีการคำนวณที่ไม่ถูกต้อง ทำให้ไม่กล้าที่จะแสดงวิธีการทบทวนคำตอบของตัวเอง จึงทำให้คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนยังไม่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้

4. การสะท้อนกลับ (Reflection)

จากการนำแบบประเมินผลการจัดการเรียนการสอนตามการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกลวิธี STAR การสังเกต แบบสัมภาษณ์ และแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ ผู้วิจัยได้ทำการสรุปรายละเอียดของปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนและแนวทางการแก้ไขปัญหาเพื่อพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 แสดงได้ในตารางที่ 14 ดังนี้

ตารางที่ 14 ปัญหาและแนวทางแก้ไขปัญหาในวงจรปฏิบัติการที่ 1

ปัญหา	แนวทางการแก้ไขปัญหา
1. นักเรียนยังไม่คุ้นเคยกับวิธีการจัดการเรียนการสอนและกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาที่ใช้	อธิบายขั้นตอนในการทำกิจกรรมและขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาให้นักเรียนอย่างละเอียด
2. นักเรียนขาดทักษะและไม่คุ้นเคยกับการใช้เครื่องมือในการทดลอง	อธิบายรายละเอียดของอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่นักเรียนต้องใช้เพิ่มเติมและให้นักเรียนกลับไปศึกษาข้อมูลอีกครั้ง
3. นักเรียนรู้สึกเบื่อหน่ายกับข้อจำกัดของอุปกรณ์ในการทดลองที่ไม่เพียงพอทำให้เกิดความยุ่งยากในการทดลอง	จัดสรรอุปกรณ์ให้เพียงพอต่อความต้องการและหากิจกรรมที่ทำให้นักเรียนทุกคนมีส่วนร่วม
4. นักเรียนยังเกิดความสับสนในการอธิบายและระบุคำสำคัญในโจทย์ปัญหา	อธิบายขั้นตอนในการอธิบายและระบุคำสำคัญในโจทย์ปัญหาให้นักเรียนเข้าใจมากยิ่งขึ้น
5. นักเรียนยังไม่สามารถระบุหลักการหรือข้อมูลทางฟิสิกส์ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้	แนะนำสื่อความรู้ต่าง ๆ เพิ่มเติมเพื่อให้สามารถเชื่อมโยงความรู้ เข้าใจหลักการหรือทฤษฎีที่เกี่ยวข้องเพิ่มมากขึ้นและให้นักเรียนกลับไปศึกษาข้อมูลเพิ่มเติมด้วยตัวเองอีกครั้ง
6. นักเรียนไม่แสดงวิธีคำนวณหรือมีการคำนวณที่ไม่ถูกต้อง	อธิบายและชี้แจงให้นักเรียนเกิดความตะหนักถึงความสำคัญในการแสดงวิธีการในการคำนวณที่ถูกต้อง
7. นักเรียนไม่แสดงวิธีการทบทวนคำตอบของตัวเอง	อธิบายขั้นตอนในการทบทวนคำตอบอย่างละเอียดและชี้แจงให้นักเรียนเห็นถึงความสำคัญของขั้นการทบทวนคำตอบเพื่อแสดงให้เห็นถึงที่มาของคำตอบได้ถูกต้องสมเหตุสมผล

2. วงจรปฏิบัติการที่ 2

1. การวางแผน (Planning) ผู้วิจัยได้นำปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนจากวงจรปฏิบัติการที่ 1 มาปรับแก้ไขในแผนการเรียนรู้ที่ 4-6 โดยให้ความสำคัญในกิจกรรมในขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา ได้มีการออกแบบปรับปรุงกิจกรรมการทดลองโดยให้นักเรียนทุกคนได้มีส่วนร่วมมากยิ่งขึ้นโดยการนำโทรศัพท์มือถือและโน้ตบุ๊กของนักเรียนมาร่วมทำกิจกรรมสถานการณ์จำลอง ช่วยให้นักเรียนจัดการสถานการณ์ปัญหาที่มีความซับซ้อนยุ่งยากไปเป็นสถานการณ์ปัญหาที่ง่ายขึ้น ให้นักเรียนได้พบกับสภาพการณ์ก่อนที่จะเกิดในชีวิตจริงและหลีกเลี่ยงการเกิดความอันตรายในการใช้อุปกรณ์กับให้นักเรียนเพราะหากการตัดสินปัญหาแม้จะผิดพลาดก็ไม่ทำให้เกิดผลเสียหาย และได้มีการอธิบายขั้นตอนต่าง ๆ ในการทำกิจกรรมให้กับนักเรียนก่อนเริ่มกิจกรรมเพื่อกระชับเวลา พร้อมทั้งยกตัวอย่างวิธีการทดลอง การออกแบบบันทึกผลการทดลอง และกระตุ้นให้นักเรียนทุกคนในกลุ่มให้มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม และในด้านพิจารณาปัญหาผู้วิจัยได้เน้นย้ำให้นักเรียนศึกษาวิธีในการแก้โจทย์ปัญหาให้ชัดเจน โดยการอ่านข้อมูลที่มีในโจทย์ให้ละเอียดรอบครอบ ระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และต้องการทราบให้ชัดเจน แปลงข้อมูลที่มีในโจทย์ปัญหาไปเป็นสัญลักษณ์ทางฟิสิกส์ เชื่อมโยงหลักการหรือทฤษฎีที่เกี่ยวข้องให้ถูกต้อง และหากนักเรียนยังเกิดความลังเลในการระบุสิ่งสำคัญต่าง ๆ นักเรียนควรอ่านโจทย์ซ้ำหลาย ๆ รอบ เพื่อความถูกต้องและชัดเจน เมื่อทำการค้นหาคำตอบของโจทย์ปัญหา ผู้วิจัยได้ทำการกระตุ้นให้นักเรียนมีการค้นคว้าหาคำตอบร่วมกัน นำข้อมูลที่ได้แลกเปลี่ยนแนวคิดและร่วมกันสรุปแนวคิดที่ถูกต้อง สรุปคำตอบของปัญหาและทบทวนคำตอบที่ได้ว่าถูกต้องสมเหตุสมผลสอดคล้องกับสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบหรือไม่ อย่างไรบ้าง

2. การปฏิบัติการ (Action) ผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกลวิธี STAR ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอน คือ ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ และขั้นที่ 5 ขั้นประเมิน ซึ่งในวงจรปฏิบัติการที่ 2 มีแผนการเรียนรู้ 3 แผน ประกอบด้วย

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง กฎของโอห์มและความต้านทาน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง สภาพต้านทานไฟฟ้าและสภาพนำไฟฟ้า

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง ตัวต้านทานและการต่อตัวต้านทาน

3. การสังเกตการณ์ (Observation) หลังจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกลวิธี STAR ด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4-6 เรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลพัฒนาการความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย โดยใช้แบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ ซึ่งเป็นข้อสอบอัตนัย แบ่งเป็น 4 ขั้นตอนตามกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาด้วยกลวิธี STAR จำนวน 3 ข้อ คะแนนเต็ม 51 คะแนน ซึ่งผลการ

ทดสอบในวรจรปฏิบัติการที่ 2 พบว่ามีนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 มีคะแนนในแต่ละขั้นของการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ แสดงได้ในตารางที่ 15 ดังนี้

ตารางที่ 15 คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ในวงจรปฏิบัติการที่ 2

นักเรียนคนที่	ข้อที่	ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์												คะแนนรวม (51)	ร้อยละ	ผลการประเมิน
		ศึกษาโจทย์ปัญหา			แปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ปัญหา			หาคำตอบของโจทย์ปัญหา			การทบทวนคำตอบ					
		คะแนนเต็ม (3)	ร้อยละ	ผลการประเมิน	คะแนนเต็ม (5)	ร้อยละ	ผลการประเมิน	คะแนนเต็ม (7)	ร้อยละ	ผลการประเมิน	คะแนนเต็ม (2)	ร้อยละ	ผลการประเมิน			
1*	1	3	100	✓	4	80	✓	7	100	✓	1	50	✗	44	86.27	✓
	2	3	100	✓	4	80	✓	5	71.43	✓	0	0	✗			
	3	3	100	✓	5	100	✓	7	100	✓	2	100	✓			
	$\bar{X}$	3	100	✓	4.33	86.67	✓	6.33	90.43	✓	1	50	✗			
2*	1	2	66.67	✗	3	60	✗	6	85.71	✓	2	100	✓	37	72.55	✓
	2	2	66.67	✗	3	60	✗	4	57.14	✗	0	0	✗			
	3	3	100	✓	4	80	✓	6	85.71	✓	2	100	✓			
	$\bar{X}$	2.33	77.78	✓	3.33	66.67	✗	5.33	76.19	✓	1.33	66.67	✗			
4	1	2	66.67	✗	2	40	✗	4	57.14	✗	1	50	✗	27	52.94	✗
	2	3	100	✓	2	40	✗	5	71.43	✓	1	50	✗			
	3	2	66.67	✗	3	60	✗	2	28.57	✗	0	0	✗			
	$\bar{X}$	2.33	77.78	✓	2.33	46.67	✗	3.67	52.43	✗	0.67	33.33	✗			
5*	1	3	100	✓	3	60	✗	6	85.71	✓	2	100	✓	42	82.35	✓
	2	3	100	✓	4	80	✓	6	85.71	✓	1	50	✗			
	3	3	100	✓	4	80	✓	6	85.71	✓	1	50	✗			
	$\bar{X}$	3	100	✓	3.67	73.4	✓	6	85.71	✓	1.33	66.67	✗			

ตารางที่ 15 (ต่อ)

นักเรียนคนที่	ข้อที่	ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์												คะแนนรวม (51)	ร้อยละ	ผลการประเมิน
		ศึกษาโจทย์ปัญหา			แปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ปัญหา			หาคำตอบของโจทย์ปัญหา			การทบทวนคำตอบ					
		คะแนนเต็ม (3)	ร้อยละ	ผลการประเมิน	คะแนนเต็ม (5)	ร้อยละ	ผลการประเมิน	คะแนนเต็ม (7)	ร้อยละ	ผลการประเมิน	คะแนนเต็ม (2)	ร้อยละ	ผลการประเมิน			
6	1	2	66.67	✗	2	40	✗	5	71.43	✓	1	50	✗	27	52.94	✗
	2	1	33.33	✗	2	40	✗	3	42.86	✗	0	0	✗			
	3	2	66.67	✗	3	60	✗	5	71.43	✓	1	50	✗			
	$\bar{x}$	1.67	55.56	✗	2.33	46.67	✗	4.33	61.90	✗	0.67	33.33	✗			
8*	1	2	66.67	✗	4	80	✓	5	71.43	✓	2	100	✓	38	74.51	✓
	2	2	66.67	✗	3	60	✗	4	57.14	✗	1	50	✗			
	3	3	100	✓	4	80	✓	6	85.71	✓	2	100	✓			
	$\bar{x}$	2.33	77.78	✓	3.67	73.34	✓	5	71.43	✓	1.67	83.5	✓			
10*	1	3	100	✓	4	80	✓	6	85.71	✓	2	100	✓	38	74.51	✓
	2	2	66.67	✗	3	60	✗	3	42.86	✗	1	50	✗			
	3	2	66.67	✗	4	80	✓	6	85.71	✓	2	100	✓			
	$\bar{x}$	2.33	77.78	✓	3.67	73.34	✓	5	71.43	✓	1.67	83.5	✓			
13*	1	3	100	✓	4	80	✓	6	85.71	✓	2	100	✓	43	84.31	✓
	2	3	100	✓	5	100	✓	4	57.14	✗	0	0	✗			
	3	3	100	✓	4	80	✓	7	100	✓	2	100	✓			
	$\bar{x}$	3	100	✓	4.33	86.67	✓	5.67	80.95	✓	1.33	66.67	✗			
14	1	2	66.67	✗	1	20	✗	4	57.14	✗	1	50	✗	33	64.71	✗
	2	2	66.67	✗	3	60	✗	5	71.43	✓	1	50	✗			
	3	2	66.67	✗	4	80	✓	6	85.71	✓	2	100	✓			
	$\bar{x}$	2	66.67	✗	2.67	53.33	✗	5	71.43	✓	1.33	66.67	✗			

ตารางที่ 15 (ต่อ)

นักเรียนคนที่	ข้อที่	ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์												คะแนนรวม (51)	ร้อยละ	ผลการประเมิน
		ศึกษาโจทย์ปัญหา			แปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ปัญหา			หาคำตอบของโจทย์ปัญหา			การทบทวนคำตอบ					
		คะแนนเต็ม (3)	ร้อยละ	ผลการประเมิน	คะแนนเต็ม (5)	ร้อยละ	ผลการประเมิน	คะแนนเต็ม (7)	ร้อยละ	ผลการประเมิน	คะแนนเต็ม (2)	ร้อยละ	ผลการประเมิน			
15*	1	2	66.67	✗	4	80	✓	6	85.71	✓	2	100	✓	38	74.51	✓
	2	2	66.67	✗	4	80	✓	5	71.43	✓	1	50	✗			
	3	3	100	✓	3	60	✗	5	71.43	✓	1	50	✗			
	$\bar{x}$	2.33	77.78	✓	3.67	73.34	✓	5.33	76.19	✓	1.33	66.67	✗			
17*	1	3	100	✓	4	80	✓	7	100	✓	2	100	✓	42	82.35	✓
	2	3	100	✓	4	80	✓	5	71.43	✓	0	0	✗			
	3	3	100	✓	5	100	✓	6	85.71	✓	0	0	✗			
	$\bar{x}$	3	100	✓	4.33	86.67	✓	6	85.71	✓	0.67	33.33	✗			
18*	1	3	100	✓	4	80	✓	7	100	✓	2	100	✓	42	82.35	✓
	2	2	66.67	✗	3	60	✗	5	71.43	✓	0	0	✗			
	3	3	100	✓	4	80	✓	7	100	✓	2	100	✓			
	$\bar{x}$	2.67	89	✓	3.67	73.34	✓	6.33	90.43	✓	1.33	66.67	✗			
22	1	3	100	✓	4	80	✓	3	42.86	✗	2	100	✓	30	58.82	✗
	2	3	100	✓	3	60	✗	2	28.57	✗	0	0	✗			
	3	2	66.67	✗	3	60	✗	4	57.14	✗	1	50	✗			
	$\bar{x}$	2.67	89	✓	3.33	66.67	✗	3	42.86	✗	1	50	✗			
23	1	3	100	✓	3	60	✗	5	71.43	✓	2	100	✓	32	62.75	✗
	2	3	100	✓	1	20	✗	3	42.86	✗	1	50	✗			
	3	2	66.67	✗	4	80	✓	4	57.14	✗	1	50	✗			
	$\bar{x}$	2.67	89	✓	2.67	53.33	✗	4	57.14	✗	1.33	66.67	✗			

ตารางที่ 15 (ต่อ)

นักเรียนคนที่	ข้อที่	ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์												คะแนนรวม (51)	ร้อยละ	ผลการประเมิน
		ศึกษาโจทย์ปัญหา			แปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ปัญหา			หาคำตอบของโจทย์ปัญหา			การทบทวนคำตอบ					
		คะแนนเต็ม (3)	ร้อยละ	ผลการประเมิน	คะแนนเต็ม (5)	ร้อยละ	ผลการประเมิน	คะแนนเต็ม (7)	ร้อยละ	ผลการประเมิน	คะแนนเต็ม (2)	ร้อยละ	ผลการประเมิน			
25*	1	3	100	✓	4	80	✓	7	100	✓	2	100	✓	43	84.31	✓
	2	3	100	✓	4	80	✓	5	71.43	✓	0	0	✗			
	3	2	66.67	✗	4	80	✓	7	100	✓	2	100	✓			
	$\bar{x}$	2.67	89	✓	4	80	✓	6.33	90.43	✓	1.33	66.67	✗			
26*	1	3	100	✓	4	80	✓	5	71.43	✓	2	100	✓	39	76.47	✓
	2	3	100	✓	4	80	✓	4	57.14	✗	1	50	✗			
	3	3	100	✓	3	60	✗	5	71.43	✓	2	100	✓			
	$\bar{x}$	3	100	✓	3.67	73.34	✓	4.6	66.67	✗	1.67	83.5	✓			
29*	1	3	100	✓	4	80	✓	5	71.43	✓	1	50	✗	40	78.43	✓
	2	3	100	✓	3	60	✗	4	57.14	✗	1	50	✗			
	3	3	100	✓	4	80	✓	7	100	✓	2	100	✓			
	$\bar{x}$	3	100	✓	3.67	73.34	✓	5.33	76.19	✓	1.33	66.67	✗			
เฉลี่ยรวม (16 คน)		2.59	86.33	✓	3.49	69.8	✗	5.14	73.43	✓	1.23	61.5	✗			
จำนวนนักเรียนที่ผ่าน		11 คน คิดเป็นร้อยละ 68.75 ของนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ทั้งหมด														
จำนวนนักเรียนที่ไม่ผ่าน		5 คน คิดเป็นร้อยละ 31.25 ของนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ทั้งหมด														

หมายเหตุ เครื่องหมาย ✓ หมายถึง ผ่าน

เครื่องหมาย ✗ หมายถึง ไม่ผ่าน

เครื่องหมาย * หมายถึง นักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70

จากตารางที่ 15 เมื่อศึกษาคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ทั้ง 16 คน พบว่า มีนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 11 คน คิดเป็นร้อยละ 68.75 ของนักเรียนทั้งหมด และมีนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 31.25 ของนักเรียนทั้งหมด เมื่อศึกษารายละเอียดในแต่ละขั้นตอนของการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ตามกลวิธี STAR พบว่า คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนในขั้นที่ 1 ศึกษาโจทย์ปัญหามีค่าเฉลี่ย 2.59 คิดเป็นร้อยละ 86.33 ขั้นที่ 2 แปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ปัญหามีค่าเฉลี่ย 3.49 คิดเป็นร้อยละ 69.8 ขั้นที่ 3 หาคำตอบของโจทย์ปัญหามีค่าเฉลี่ย 5.14 คิดเป็นร้อยละ 73.43 และขั้นที่ 4 การทบทวนคำตอบ มีค่าเฉลี่ย 1.23 คิดเป็นร้อยละ 61.5 ซึ่งจะเห็นได้ว่านักเรียนประสบปัญหาในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์มากที่สุดอยู่ในขั้นที่ 4 การทบทวนคำตอบ และขั้นที่ 2 แปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ปัญหา ตามลำดับ ในส่วนขั้นที่ 1 ศึกษาโจทย์ปัญหาและขั้นที่ 3 หาคำตอบของโจทย์ปัญหา นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70

เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและแบบสังเกตพฤติกรรมการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ ผู้วิจัยได้สัมภาษณ์นักเรียนที่มีคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ซึ่งจากการสัมภาษณ์ผู้วิจัยได้สรุปประเด็นในการสัมภาษณ์ที่เกิดขึ้นในการจัดการเรียนการสอนได้ดังนี้

1. ด้านความคิดเห็นเกี่ยวกับวิธีการจัดการเรียนการสอน ในการจัดการเรียนการสอนโดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกลวิธี STAR นักเรียนส่วนใหญ่เริ่มคุ้นเคยและรู้สึกดีกับวิธีในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ จะเห็นได้จากบทสัมภาษณ์ของนักเรียน ดังนี้

“...หนูเริ่มเข้าใจกับการสอนครูแล้วค่ะ ว่าต้องทำโจทย์แก้ปัญหาเป็นขั้นตอน แต่ตอนยกมือไม่ค่อยจะทันแต่ตอบได้อยู่นะคะ พอครูให้ทำงานกลุ่มก็สนุกดีได้เลือกเอง...”

(นักเรียนคนที่ 14, 20 กุมภาพันธ์ 2563 : สัมภาษณ์)

2. ด้านความคิดเห็นเกี่ยวกับสื่อที่ใช้ในการเรียนการสอน นักเรียนค่อนข้างรู้สึกดีกับสื่อที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอน รู้สึกเข้าถึงสื่อที่เริ่มใช้ในการทดลองได้ที่เข้าถึงได้ง่ายขึ้น เกิดความสนุกและสะดวกสบาย จะเห็นได้จากบทสัมภาษณ์ของนักเรียน ดังนี้

“...ทำในทดลองเว็บแบบนี้ก็ดีนะครับ สะดวกและไม่เกิดอันตรายด้วยครับ...”

(นักเรียนคนที่ 4, 20 กุมภาพันธ์ 2563 : สัมภาษณ์)

“...ชอบการทดลองที่ครูให้มาค่ะ ไม่ยุ่งยาก ทำตอนไหนก็ได้ ได้ใช้โทรศัพท์ด้วย ไม่ต้องมาเสียเวลาเตรียมอุปกรณ์...”

(นักเรียนคนที่ 14, 20 กุมภาพันธ์ 2563 : สัมภาษณ์)

“...ผมชอบแบบทดลองในเว็บครับ มันได้ผลดี”

(นักเรียนคนที่ 23, 20 กุมภาพันธ์ 2563 : สัมภาษณ์)

3. ด้านความคิดเห็นเกี่ยวกับการจัดสรรเวลาในการจัดการเรียนรู้ นักเรียนส่วนใหญ่สามารถปรับตัวให้เข้ากับการทำกิจกรรมได้ดีขึ้น ทำให้เริ่มจัดสรรเวลาในการทำกิจกรรมการเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้น จะเห็นได้จากบทสัมภาษณ์ของนักเรียน ดังนี้

“...ผมยังทำกิจกรรมที่ครูให้ไม่ค่อยจะทันครับ แต่เพื่อนในกลุ่มก็ช่วยเหลือผมอยู่ตลอดครับ...”

(นักเรียนคนที่ 22, 20 กุมภาพันธ์ 2563 : สัมภาษณ์)

“...เวลาทำงานกับกลุ่มเพื่อนก็เริ่มทำทันแล้วครับ แต่ตอนครูสอบตอนท้ายชั่วโมง เวลาน้อยไปนิดนึง...”

(นักเรียนคนที่ 23, 20 กุมภาพันธ์ 2563 : สัมภาษณ์)

4. ด้านการมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน นักเรียนกลุ่มเรียนอ่อนกว่าให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมเพิ่มมากยิ่งขึ้น จะเห็นได้จากบทสัมภาษณ์ของนักเรียน ดังนี้

“...ครูให้ทดลองแบบทุกคนสามารถทำได้โดยการใช้โทรศัพท์ เหมือนหนูได้ทำช่วยเพื่อนมากขึ้นเลยค่ะ ลองทำแล้วเอาผลมาเปรียบเทียบกัน...”

(นักเรียนคนที่ 14, 20 กุมภาพันธ์ 2563 : สัมภาษณ์)

5. ปัญหาที่เกิดขึ้นจากการแก้โจทย์ปัญหาโดยกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ด้วยขั้นตอนของการแก้โจทย์ปัญหาด้วยกลวิธี STAR

5.1 ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการแก้โจทย์ปัญหาในขั้นที่ 1 ศึกษาโจทย์ปัญหา

นักเรียนที่ยังไม่ผ่านเกณฑ์ในขั้นศึกษาโจทย์ปัญหา พบว่า นักเรียนคนที่ 6 และ 14 ยังระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบไม่สมบูรณ์ ทำให้คะแนนรวมในขั้นที่ 1 ของนักเรียนยังไม่ผ่านเกณฑ์ที่ได้กำหนดไว้ จะเห็นได้จากบทสัมภาษณ์ของนักเรียน ดังนี้

“...หนูไม่ได้ระบุจำนวนตัวเลขในโจทย์ หนูไม่ได้เขียน หนูลืมค่ะ...”

(นักเรียนคนที่ 14, 20 กุมภาพันธ์ 2563 : สัมภาษณ์)

และสอดคล้องกับการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนภายในชั้นเรียน ตามแบบสังเกตพฤติกรรมการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียน ในขั้นที่ 1 ศึกษาโจทย์ปัญหา จะเห็นได้จากพฤติกรรมที่นักเรียนแสดงออก ดังนี้

- นักเรียนแต่ละคนเริ่มแก้ปัญหาด้วยวิธี ดังนี้

1. นักเรียนอ่านทบทวนและทำการใช้ดินสอร่างข้อมูลเพื่อแยกข้อมูลของโจทย์ปัญหาที่กำหนดในโจทย์ให้ก่อน จากนั้นจึงทำการระบุข้อมูลของสิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบลงในแบบบันทึกกิจกรรม

2. นักเรียนหญิงส่วนใหญ่จะทำการอ่านแล้วนำปากกาหลากหลายสีสัน มาเขียนระบุข้อมูลของสิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบหรือขีดเส้นใต้ข้อความแยกออกจากกันให้ชัดเจนลงในแบบบันทึกกิจกรรม เพื่อไม่ให้เกิดความสับสน

- นักเรียนมีการใช้เวลาในการศึกษาโจทย์ปัญหา ดังนี้

1. นักเรียนเริ่มให้ความสำคัญกับการอ่านโจทย์มากขึ้นทำให้เวลาที่ใช้ในการอ่านโจทย์ส่วนใหญ่จะอยู่ที่ 2- 3 นาที รวมถึงการอ่านขั้นตอนในการระบุคำตอบในแบบบันทึกกิจกรรม ที่ละเอียดมากขึ้น

2. นักเรียนที่อ่อนกว่าจะเกิดความไม่มั่นใจในการระบุคำตอบของตัวเอง จึงยังรอการปรึกษาเพื่อนในกลุ่มของตัวเองก่อน จึงทำให้มีการใช้เวลาในการศึกษาโจทย์ปัญหาที่ค่อนข้างมาก

3. นักเรียนบางกลุ่มจะมียังความรีบร้อนในการอ่านศึกษาโจทย์ จึงทำให้ระบุสิ่งที่โจทย์ต้องการได้ไม่สมบูรณ์

ดังนั้น เมื่อทำการวิเคราะห์ผลของการสังเกตพฤติกรรมการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียน ในขั้นที่ 1 ศึกษาโจทย์ปัญหา พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ให้ความสำคัญกับการอ่านข้อมูลในโจทย์ปัญหามากขึ้น มีการเขียนกำกับข้อมูลและแยกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้ดียิ่งขึ้น มีการระบุ ชื่อ จำนวนตัวเลขและหน่วยของข้อมูล ทำให้นักเรียนเข้าใจข้อมูลของโจทย์ปัญหามากยิ่งขึ้น หากจะมีนักเรียนในส่วนน้อยที่ยังอาจจะลืมหรือสับสนในการระบุ สิ่งที่โจทย์กำหนดให้หรือสิ่งที่โจทย์ทราบในบางส่วนเพียงเล็กน้อย เช่น การไม่ระบุหน่วย หรือเขียนตัวเลขไม่สอดคล้องกับโจทย์

5.2 ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการแก้โจทย์ปัญหาในขั้นที่ 2 แปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ปัญหา

5.2.1 เมื่อนักเรียนต้องระบุหลักการหรือข้อมูลทางฟิสิกส์ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ พบว่านักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ในขั้นที่ 2 จะเกิดความไม่มั่นใจในการระบุคำตอบของตัวเอง จะเห็นได้จากบทสัมภาษณ์ของนักเรียน ดังนี้

“...ผมไม่เข้าใจว่าหลักการที่เกี่ยวข้องมันเกี่ยวข้องกับทฤษฎีเรื่องไหน ผมคิดว่าน่าจะตอบว่าเรื่องกระไฟฟ้า แต่ก็ไม่กล้าเขียน...”

(นักเรียนคนที่ 4, 20 กุมภาพันธ์ 2563 : สัมภาษณ์)

“...หนูนึกว่าเป็นกฎของคูลอมบ์ ลืมไปเลยว่าว่าเป็นกฎของโอห์ม มันเรียนใกล้กันหนูสับสน...”

(นักเรียนคนที่ 14, 20 กุมภาพันธ์ 2563 : สัมภาษณ์)

และสอดคล้องกับการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนภายในชั้นเรียน ตามแบบสังเกตพฤติกรรมการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียน ในขั้นที่ 2 แปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ปัญหา จะเห็นได้จากพฤติกรรมที่นักเรียนแสดงออก ดังนี้

- นักเรียนได้นำเทคนิคกระบวนการที่ครูสอนไว้มาใช้ ดังนี้

1. นักเรียนส่วนใหญ่เริ่มมีการเขียนและแปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ออกเป็นสัญลักษณ์ทางฟิสิกส์ หน่วยทางฟิสิกส์ทั้งหมด ก่อนการเลือกใช้สูตรและการคำนวณทุกครั้ง

2. นักเรียนมีการเขียนข้อมูลหลักการหรือข้อมูลทางฟิสิกส์ที่เกี่ยวข้องกับโจทย์ปัญหาได้อย่างถูกต้อง

3. นักเรียนมีการตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบที่นักเรียนได้ ก่อนจะระบุลงในแบบบันทึกกิจกรรม

ดังนั้น เมื่อทำการวิเคราะห์ผลของการสังเกตพฤติกรรมการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียน ในขั้นที่ 2 แปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ปัญหา พบว่า หลังจากที่นักเรียนเริ่มคุ้นเคยกับการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ด้วยกลวิธี STAR นักเรียนส่วนใหญ่ได้มีการนำเทคนิคกระบวนการที่ครูสอนมาประยุกต์ใช้มากขึ้น มีการแปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ปัญหาไปเป็นสัญลักษณ์ทางฟิสิกส์ ที่ถูกต้องชัดเจนมากขึ้น มีการแยกสัญลักษณ์ในสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ ในโจทย์เมื่อทำการอ่านการไปพร้อม ๆ กับการระบุข้อมูล ทำให้นักเรียนสามารถแยกข้อมูลของโจทย์ได้ดีขึ้น

5.3 ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการแก้โจทย์ปัญหาในขั้นที่ 3 หาคำตอบของโจทย์ปัญหา

5.3.1 เมื่อนักเรียนนำสูตรหรือสมการที่ใช้ไปค้นหาคำตอบ ซึ่งในการแทนค่าตัวแปรต่าง ๆ ในสมการนักเรียนจะแทนค่าได้เพียงบางส่วน จะเห็นได้จากบทสัมภาษณ์ของนักเรียน ดังนี้

“...ผมเรียนไม่ค่อยเข้าใจเลยครับ แล้วยังไม่สามารถแก้โจทย์ที่ครูมอบให้ได้ทั้งหมด ผมทำที่พอทำได้เลยครับ...”

(นักเรียนคนที่ 22, 20 กุมภาพันธ์ 2563 : สัมภาษณ์)

5.3.2 เมื่อให้นักเรียนแทนค่าตัวแปรครบทุกตัว นักเรียนจะยังไม่สามารถแสดงวิธีการหาคำตอบที่ชัดเจน เมื่อคำนวณผลลัพธ์ออกมาทำให้คำตอบที่ได้ไม่ถูกต้องเกิดความคลาดเคลื่อน จะเห็นได้จากบทสัมภาษณ์ของนักเรียน ดังนี้

“...ผมยังแก้สมการไม่คล่องเลยครับ พวกที่ต้องย้ายข้างสมการสลับข้างไปมายังไม่ค่อยถนัด ตอนเรียนคณิตศาสตร์ก็เหมือนกัน...”

(นักเรียนคนที่ 23, 20 กุมภาพันธ์ 2563 : สัมภาษณ์)

และสอดคล้องกับการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนภายในชั้นเรียน ตามแบบสังเกตพฤติกรรมการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียน ในขั้นที่ 3 หาคำตอบของโจทย์ปัญหา จะเห็นได้จากพฤติกรรมที่นักเรียนแสดงออก ดังนี้

- นักเรียนไม่เกิดความลังเลในการประยุกต์ใช้สูตรหรือวิธีต่าง ๆ ในการแก้ปัญหา ดังนี้

1. นักเรียนที่อยู่ในกลุ่มการเรียนดีกว่าจะไม่ลังเลในการเลือกใช้สูตรในการคำนวณ จะมีการระบุสูตรที่ใช้อย่างชัดเจน จะไม่ทำการปรึกษาเพื่อนหรือบุคคลอื่น ๆ

2. นักเรียนจะแสดงขั้นตอนในการคำนวณอย่างชัดเจน จะไม่ลัดขั้นตอน มีการแสดงวิธีการคำนวณที่ถูกต้อง

3. นักเรียนจะระบุคำตอบและหน่วยของคำตอบทุกครั้ง

- นักเรียนที่เกิดความลังเลในการประยุกต์ใช้สูตรหรือวิธีต่าง ๆ ในการแก้ปัญหา ดังนี้

1. นักเรียนจะเลือกใช้สูตรที่ไม่ถูกต้อง เขียนระบุสูตรที่ไม่ชัดเจนหรือเขียนสมการไม่ถูกต้องต้อง และทำการปรึกษาเพื่อนหรือบุคคลอื่น ๆ หรือรอให้เพื่อนในกลุ่มทำเสร็จเรียบร้อยแล้วค่อยทำการสอบถามเพื่อน ให้เพื่อนที่เรียนดีกว่าอธิบายไปพร้อม ๆ กับการทำความเข้าใจและลงมือบันทึกในแบบบันทึกกิจกรรม

- นักเรียนใช้เวลาในการแก้ปัญหา ดังนี้

1. นักเรียนส่วนใหญ่ที่ทำได้จะใช้เวลาค่อนข้างนานให้กับขั้นตอนการระบุวิธีในการคำนวณ จะมีการเขียนขั้นต่าง ๆ ในการคำนวณอย่างชัดเจน เพื่อให้วิธีคำนวณมีความสัมพันธ์กับสูตรหรือสมการที่เลือกใช้

ดังนั้น เมื่อทำการวิเคราะห์ผลของการสังเกตพฤติกรรมการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียน ในขั้นที่ 3 หาคำตอบของโจทย์ปัญหา พบว่า นักเรียนกลุ่มเป้าหมายส่วนใหญ่ยังเกิดความลังเลในการเลือกใช้สูตร มีการปรึกษาเพื่อนร่วมชั้นเรียนอยู่บ้าง มีการจับกลุ่มร่วมกันค้นหาคำตอบในตอนทำกิจกรรมการเรียนการสอนในห้องเรียน จึงทำให้นักเรียนมีคะแนนในด้านการหาคำตอบของโจทย์ปัญหาของนักเรียนส่วนใหญ่ดีขึ้น มีการเขียนอธิบายขั้นตอนในการคำนวณมากขึ้น

5.4 ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการแก้โจทย์ปัญหาในขั้นที่ 4 การทบทวนคำตอบ

นักเรียนที่ยังไม่ผ่านเกณฑ์ในขั้นหาการทบทวนคำตอบ พบว่า เมื่อนักเรียนเลือกใช้สูตรที่ไม่ถูกต้องหรือระบุสูตรไม่ชัดเจนทำให้เมื่อตรวจสอบคำตอบที่ได้จึงมีความไม่ถูกต้องสมบูรณ์ ซึ่งจะเห็นได้จากบทสัมภาษณ์ของนักเรียน ดังนี้

“...ผมยังหาวิธีแก้สมการไม่ได้ครับ เลยทบทวนคำตอบได้เท่านั้นครับ ผมก็ลองเขียน ๆ ไป แต่ไม่รู้จะถูกหรือไม่ครับ...”

(นักเรียนคนที่ 22, 20 กุมภาพันธ์ 2563 : สัมภาษณ์)

และสอดคล้องกับการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนภายในชั้นเรียน ตามแบบสังเกตพฤติกรรมการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียน ในขั้นที่ 4 การทบทวนคำตอบ จะเห็นได้จากพฤติกรรมที่นักเรียนแสดงออก ดังนี้

- นักเรียนขอความช่วยเหลือจากผู้อื่นในการตรวจสอบคำตอบ ดังนี้

1. นักเรียนที่ทำได้ส่วนใหญ่จะมีการระบุวิธีในการทบทวนคำตอบไว้ก่อน จากนั้นจึงทำการทบทวนซ้ำ หรือนักเรียนจะทำการสอบถามตรวจสอบคำตอบกับครูผู้สอนหรือเพื่อนร่วมชั้นเรียนอีกรอบ เพื่อความที่ถูกต้อง

2. นักเรียนที่ทำไม่ได้จะมีการขอความช่วยเหลือจากเพื่อนในกลุ่มทันที และร่วมกันตรวจสอบคำตอบที่ถูกต้อง

ดังนั้น เมื่อทำการวิเคราะห์ผลของการสังเกตพฤติกรรมการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียน ในขั้นที่ 4 การทบทวนคำตอบ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่เริ่มมีวิธีการทบทวนคำตอบว่าคำตอบของตัวเอง มีการเขียนขั้นตอนของการทบทวนคำตอบของโจทย์ปัญหา แต่ยังเกิดความลังเลกับคำตอบที่ได้ว่าถูกต้องหรือไม่จึงยังมีการขอความช่วยเหลือจากครูและเพื่อนร่วมชั้นอยู่

จากการสัมภาษณ์ความคิดเห็นของนักเรียนทั้ง 5 คน สามารถสรุปข้อคิดเห็นของนักเรียนพบว่า นักเรียนขาดความเข้าใจและเกิดความสับสนในเนื้อหาที่ทำการเรียนการสอน ขาดการทบทวนเนื้อหาที่เคยเรียนผ่านมาแล้ว ทั้งยังไม่สามารถเชื่อมโยงความรู้หรืออธิบายหลักการที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่เรียนได้ และในส่วนของการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ นักเรียนยังเกิดความสับสนในการอธิบายสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ ไม่สามารถเชื่อมโยงความรู้หรืออธิบายหลักการที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้ รวมถึงการนำค่าตัวแปรต่าง ๆ ที่ได้ลงไปแทนในสมการได้ถูกต้องเพียงบางส่วนเท่านั้น ทำให้การคำนวณคำตอบที่ได้ยังไม่ถูกต้องทั้งหมดและนักเรียนยังขาดการทบทวนคำตอบที่ถูกต้องสมบูรณ์ จึงทำให้คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนยังไม่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้

4. การสะท้อนกลับ (Reflection)

จากการนำแบบประเมินผลการจัดการเรียนการสอนตามการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกลวิธี STAR การสังเกต แบบสัมภาษณ์ และแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ ผู้วิจัยได้ทำการสรุปรายละเอียดของปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนและแนวทางการแก้ไขปัญหาเพื่อพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 แสดงได้ในตารางที่ 16 ดังนี้

พหุน ปณฺฑิโต ชีเว

ตารางที่ 16 ปัญหาและแนวทางแก้ไขปัญหาในวงจรปฏิบัติการที่ 2

ปัญหา	แนวทางการแก้ไขปัญหา
1. นักเรียนไม่ทบทวนบทเรียนหรือกิจกรรมที่เรียนผ่านมาแล้ว ไม่ศึกษาค้นหาความรู้เพิ่มเติมจากการเรียนในห้องเรียน	ควรกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความตระหนักในการเรียน เกิดความรู้สึกอยากเรียนรู้มากขึ้น และแนะนำแหล่งข้อมูลที่สามารถศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมได้ และน่าเชื่อถือ
2. นักเรียนยังไม่สามารถนำข้อมูลที่ได้ไปเชื่อมโยงกับหลักการทางฟิสิกส์ได้ครบสมบูรณ์	กำหนดขอบเขตของวิธีการ หลักการที่ชัดเจนขึ้นเพื่อให้นักเรียนได้ศึกษาเพิ่มเติม
3. นักเรียนยังเกิดความสับสนในการอธิบายสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ ทำให้สามารถเชื่อมโยงความรู้หรืออธิบายหลักการที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้	กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจในกระบวนการแก้โจทย์ปัญหามากขึ้นและให้นักเรียนทบทวนและทำความเข้าใจขั้นตอนในการระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบและฝึกให้นักเรียนสังเกตทำความเข้าใจกับสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบเพื่อเชื่อมโยงความรู้
4. นักเรียนยังไม่สามารถนำค่าตัวแปรต่าง ๆ ที่ได้ลงไปแทนในสมการได้ถูกต้องสมบูรณ์ได้ครบ ทำให้ในการคำนวณคำตอบของโจทย์ปัญหาจึงทำให้ค่าคำตอบที่ได้เกิดความคลาดเคลื่อนหรือผิดพลาด	กำหนดขอบเขตของเนื้อหาให้ชัดเจนทำให้นักเรียนคุ้นเคยกับตัวแปรต่าง ๆ ในวิชาฟิสิกส์ให้มากยิ่งขึ้นและให้นักเรียนฝึกฝนการคำนวณทางคณิตศาสตร์ให้คล่องแคล่ว รวมทั้งการให้นักเรียนศึกษาโจทย์ปัญหาที่เกี่ยวข้องเพิ่มเติม
5. นักเรียนยังขาดการทบทวนคำตอบที่ถูกต้องสมบูรณ์	กระตุ้นให้นักเรียนเห็นความสำคัญของการทบทวนคำตอบของตัวเอง เพื่อเป็นการลดความผิดพลาดของคำตอบที่คำนวณได้

3. วงจรปฏิบัติการที่ 3

1. การวางแผน (Planning) ผู้วิจัยได้นำปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนจากวงจรปฏิบัติการที่ 2 มาปรับแก้ไขในแผนการเรียนรู้ที่ 7-9 โดยให้ความ สำคัญในกิจกรรมในขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา โดยออกแบบกิจกรรมการทดลองที่สามารถเชื่อมโยงกับสถานการณ์จริงมากขึ้น ให้นักเรียนศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับสัญลักษณ์ของไฟฟ้าให้คุ้นเคยและศึกษาขั้นตอนการทดลองเป็นการบ้านจากข้อมูลที่ครูเตรียมให้ เพื่อเป็นแนวทางในการทำกิจกรรมในห้องเรียน ยังกระชับเวลาในการทำกิจกรรม และมีการเน้นย้ำให้นักเรียนทุกคนมีส่วนร่วมในกิจกรรมมากขึ้น ในขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป ได้จัดสรรเวลาให้นักเรียนได้มีเวลาในการทำความเข้าใจในบทเรียน แลกเปลี่ยนแนวคิดที่ถูกต้อง เพื่อนำความรู้ที่ได้มาวิเคราะห์ สรุปเป็นความเข้าใจของตัวเองมากขึ้น เพื่อนำความรู้ที่ได้ไปเชื่อมโยงกับการวิธีการแก้ปัญหา และในขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ให้นักเรียนได้มีเวลาฝึกฝนการแก้โจทย์ปัญหาตามขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาด้วยกลวิธี STAR ให้ชำนาญมากยิ่งขึ้น โดยการเน้นย้ำให้นักเรียนศึกษาวิธีในการแก้โจทย์ปัญหาให้ชัดเจน โดยการอ่านข้อมูลที่มีในโจทย์ให้ละเอียดรอบครอบ เชื่อมโยงหลักการหรือทฤษฎีที่เกี่ยวข้องให้ถูกต้อง หากยังเกิดความลังเลให้นักเรียนวนกลับไปอ่านโจทย์ซ้ำอีกครั้งและค้นคว้าร่วมกันข้อมูลที่เกี่ยวข้องเพิ่มเติม และเน้นย้ำให้นักเรียนร่วมกันดำเนินการทบทวนคำตอบ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบที่ได้

2. การปฏิบัติการ (Action) ผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกลวิธี STAR ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอน คือ ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ และขั้นที่ 5 ขั้นประเมิน ซึ่งในวงจรปฏิบัติการที่ 2 มีแผนการเรียนรู้ 3 แผน ประกอบด้วย

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 เรื่อง พลังงานในวงจรไฟฟ้ากระแสตรง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 เรื่อง แบตเตอรี่และวงจรไฟฟ้ากระแสตรงเบื้องต้น

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9 เรื่อง พลังงานไฟฟ้าจากพลังงานทดแทน

3. การสังเกตการณ์ (Observation) หลังจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกลวิธี STAR ด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7-9 เรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลพัฒนาการความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย โดยใช้แบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ ซึ่งเป็นข้อสอบอัตนัย แบ่งเป็น 4 ขั้นตอนตามกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาด้วยกลวิธี STAR จำนวน 3 ข้อ คะแนนเต็ม 51 คะแนน ซึ่งผลการทดสอบในวรจรปฏิบัติการที่ 3 พบว่ามีนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 มีคะแนนในแต่ละขั้นของการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ แสดงได้ในตารางที่ 17 ดังนี้

ตารางที่ 17 คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ในวงจรปฏิบัติการที่ 3

นักเรียนคนที่	ข้อที่	ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์												คะแนนรวม (51)	ร้อยละ	ผลการประเมิน
		ศึกษาโจทย์ปัญหา			แปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ปัญหา			หาคำตอบของโจทย์ปัญหา			การทบทวนคำตอบ					
		คะแนนเต็ม (3)	ร้อยละ	ผลการประเมิน	คะแนนเต็ม (5)	ร้อยละ	ผลการประเมิน	คะแนนเต็ม (7)	ร้อยละ	ผลการประเมิน	คะแนนเต็ม (2)	ร้อยละ	ผลการประเมิน			
4	1	2	66.67	✗	3	60	✗	0	0	✗	0	0	✗	33	64.71	✗
	2	3	100	✓	3	60	✗	5	71.43	✓	2	100	✓			
	3	2	66.67	✗	5	100	✓	6	85.71	✓	2	100	✓			
	$\bar{X}$	2.33	77.78	✓	3.67	73.33	✓	3.67	52.43	✗	1.33	66.67	✗			
6*	1	2	66.67	✗	4	80	✓	5	71.43	✓	1	50	✗	36	70.59	✓
	2	2	66.67	✗	3	60	✗	4	57.14	✗	1	50	✗			
	3	3	100	✓	5	100	✓	5	71.43	✓	1	50	✗			
	$\bar{X}$	2.33	77.78	✓	4	80	✓	4.67	66.67	✗	1	50	✗			
14*	1	3	100	✓	4	80	✓	6	85.71	✓	2	100	✓	38	74.18	✓
	2	2	66.67	✗	3	60	✗	5	71.43	✓	0	0	✗			
	3	3	100	✓	4	80	✓	5	71.43	✓	1	50	✗			
	$\bar{X}$	2.67	89	✓	3.67	73.33	✓	5.67	80.95	✓	1	50	✗			
22	1	3	100	✓	3	60	✗	1	14.29	✗	0	0	✗	31	60.78	✗
	2	3	100	✓	4	80	✓	6	85.71	✓	1	50	✗			
	3	3	100	✓	4	80	✓	3	42.85	✗	0	0	✗			
	$\bar{X}$	3	100	✓	3.67	73.33	✓	3.33	47.57	✗	0.33	16.50	✗			
23*	1	3	100	✓	4	80	✓	5	71.43	✓	2	100	✓	36	70.59	✓
	2	3	100	✓	3	60	✗	4	57.14	✗	0	0	✗			
	3	2	66.67	✗	4	80	✓	5	71.43	✓	1	50	✗			
	$\bar{X}$	2.67	89	✓	3.67	73.33	✓	4.67	66.67	✗	1	50	✗			

ตารางที่ 17 (ต่อ)

นักเรียนคนที่ / ข้อที่	ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์												คะแนนรวม (51)	ร้อยละ	ผลการประเมิน
	ศึกษาโจทย์ปัญหา			แปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ปัญหา			หาคำตอบของโจทย์ปัญหา			การทบทวนคำตอบ					
	คะแนนเต็ม (3)	ร้อยละ	ผลการประเมิน	คะแนนเต็ม (5)	ร้อยละ	ผลการประเมิน	คะแนนเต็ม (7)	ร้อยละ	ผลการประเมิน	คะแนนเต็ม (2)	ร้อยละ	ผลการประเมิน			
เฉลี่ยรวม (5 คน)	2.6	86.67	✓	3.74	74.80	✓	4.47	63.86	✗	0.93	46.50	✗			
จำนวนนักเรียนที่ผ่าน	3 คน คิดเป็นร้อยละ 60 ของนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ทั้งหมด														
จำนวนนักเรียนที่ไม่ผ่าน	2 คน คิดเป็นร้อยละ 40 ของนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ทั้งหมด														

หมายเหตุ เครื่องหมาย ✓ หมายถึง ผ่าน
เครื่องหมาย ✗ หมายถึง ไม่ผ่าน
เครื่องหมาย * หมายถึง นักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70

จากตารางที่ 17 เมื่อศึกษาคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ทั้ง 5 คน พบว่า มีนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 60 ของนักเรียนทั้งหมด และมีนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 40 ของนักเรียนทั้งหมด เมื่อศึกษารายละเอียดในแต่ละขั้นตอนของการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ตามกลวิธี STAR พบว่า คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนในขั้นที่ 1 ศึกษาโจทย์ปัญหามีค่าเฉลี่ย 2.6 คิดเป็นร้อยละ 86.67 ขั้นที่ 2 แปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ปัญหามีค่าเฉลี่ย 3.74 คิดเป็นร้อยละ 74.80 ขั้นที่ 3 หาคำตอบของโจทย์ปัญหามีค่าเฉลี่ย 4.47 คิดเป็นร้อยละ 63.86 และขั้นที่ 4 การทบทวนคำตอบ มีค่าเฉลี่ย 0.93 คิดเป็นร้อยละ 46.50 ซึ่งจะเห็นได้ว่านักเรียนประสบปัญหาในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์มากที่สุดอยู่ในขั้นที่ 4 การทบทวนคำตอบ และขั้นที่ 3 หาคำตอบของโจทย์ปัญหา ตามลำดับ ในส่วนขั้นที่ 1 ศึกษาโจทย์ปัญหา และขั้นที่ 2 แปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ปัญหา นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70

เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและแบบสังเกตพฤติกรรมการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ ผู้วิจัยได้สัมภาษณ์นักเรียนที่มีคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ซึ่งจากการสัมภาษณ์ผู้วิจัยได้สรุปประเด็นในการสัมภาษณ์ที่เกิดขึ้นในการจัดการเรียนการสอนได้ดังนี้

1. ด้านความคิดเห็นเกี่ยวกับวิธีการจัดการเรียนการสอน ในการจัดการเรียนการสอนโดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกลวิธี STAR นักเรียนส่วนใหญ่รู้สึกคุ้นเคยกับกิจกรรมมากยิ่งขึ้น รู้สึกดีและสนุกสนานกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ จะเห็นได้จากบทสัมภาษณ์ของนักเรียน ดังนี้

“...ผมเริ่มเข้าใจในการเรียนในห้องมากขึ้นครับ เริ่มกลับไปทบทวนพวกสัญลักษณ์ต่าง ๆ ก็ดีขึ้นครับจะได้คุ้นเคยกับข้อสอบตอนสอบ แต่ผมเป็นคนเรียนไม่เก่งเลยเข้าใจช้ามาก ๆ...”

(นักเรียนคนที่ 4, 3 มีนาคม 2563 : สัมภาษณ์)

2. ด้านความคิดเห็นเกี่ยวกับสื่อที่ใช้ในการเรียนการสอน นักเรียนรู้สึกชอบสื่อในกิจกรรมการเรียนการสอน เพราะทำให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมทำกิจกรรมกับมากขึ้นและเกิดความคุ้นเคยกับวิธีการทดลองทำให้นักเรียนเกิดความสนุกสนาน ไม่เบื่อหน่ายการทำกิจกรรมต่าง ๆ จะเห็นได้จากบทสัมภาษณ์ของนักเรียน ดังนี้

“...ครูให้ทำการทดลองแบบนี้ดีแล้วครับ ผมเข้าใจและคุ้นเคยแล้วครับ...”

(นักเรียนคนที่ 4, 3 มีนาคม 2563 : สัมภาษณ์)

“...ตอนเล่นบิงโกสัญลักษณ์ทางไฟฟ้า ผมชนะผมรู้สึกดีใจมาก รู้สึกเข้าใจตัวแปร รูปภาพของสัญลักษณ์ทางไฟฟ้ามากขึ้น...”

(นักเรียนคนที่ 22, 3 มีนาคม 2563 : สัมภาษณ์)

3. ด้านความคิดเห็นเกี่ยวกับการจัดสรรเวลาในการจัดการเรียนรู้ นักเรียนส่วนใหญ่สามารถปรับตัวให้เข้ากับกิจกรรมการเรียนการสอนได้ดี สามารถทำงานและส่งงานได้ตรงตามเวลาที่กำหนดมากยิ่งขึ้น จะเห็นได้จากบทสัมภาษณ์ของนักเรียน ดังนี้

“...ผมเริ่มทำกิจกรรมในห้องเรียนกับเพื่อนได้บ้าง แต่ยังไม่ค่อยจะทันเวลาแต่เพื่อนก็ช่วย และตอนทำงานนอกจากจะทำไม่ได้จริง ๆ ก็จะตอบคำถามไม่ได้ครับ...”

(นักเรียนคนที่ 4, 3 มีนาคม 2563 : สัมภาษณ์)

4. ด้านการมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน นักเรียนทุกคนมีส่วนร่วมกับกิจกรรมมากยิ่งขึ้น มีการแบ่งหน้าที่ในการทำงานให้เพื่อน ๆ ในกลุ่มมากยิ่งขึ้น จะเห็นได้จากบทสัมภาษณ์ของนักเรียน ดังนี้

“...เพื่อนไว้ใจให้ผมรับผิดชอบงานมากขึ้นครับ ให้ผมมีส่วนร่วมตอนทำการทดลองมากขึ้นครับ และให้เพื่อนอีกคนเป็นคนบันทึกข้อมูลที่ได้ช่วยกันครับ แต่ก็ยังให้หัวหน้ากลุ่มเป็นคนตัดสินใจ...”

(นักเรียนคนที่ 22, 3 มีนาคม 2563 : สัมภาษณ์)

5. ปัญหาที่เกิดขึ้นจากการแก้โจทย์ปัญหาโดยกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ด้วยขั้นตอนของการแก้โจทย์ปัญหาด้วยกลวิธี STAR

จากตารางที่ 17 พบว่านักเรียนทั้ง 2 คน มีคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ในขั้นที่ 1 ศึกษาโจทย์ปัญหา และขั้นที่ 2 แปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากการสังเกตพฤติกรรมการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนในขั้นที่ 1 ศึกษาโจทย์ปัญหา พบว่า นักเรียนทุกคนได้ให้ความสำคัญกับการอ่านข้อมูลในโจทย์ปัญหา มีการเขียนกำกับข้อมูลและแยกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้ชัดเจนมากขึ้น มีการทำความเข้าใจโจทย์ปัญหายิ่งขึ้น มีการระบุ ชื่อ จำนวนตัวเลขและหน่วยของข้อมูล อาจจะมีข้อผิดพลาดเพียงเล็กน้อย เช่น การระบุตัวเลขที่ไม่ครบจำนวน เขียนหน่วยไม่ถูกต้อง เป็นต้น และผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากการสังเกตพฤติกรรมการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียน ในขั้นที่ 2 แปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ได้ให้ความสำคัญกับการเขียนและแปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ออกเป็นสัญลักษณ์ทางฟิสิกส์ หน่วยทางฟิสิกส์ทั้งหมด ก่อนการเลือกใช้สูตรและการคำนวณทุกครั้ง มีการระบุเขียนข้อมูลหลักการหรือข้อมูลทางฟิสิกส์ที่เกี่ยวข้องกับโจทย์ปัญหาได้อย่างถูกต้อง นักเรียนมีการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่ได้ ก่อนจะระบุลงในแบบบันทึกกิจกรรม

ดังนั้น จะพบว่าปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการแก้โจทย์ปัญหาในขั้นที่ 3 หาคำตอบของโจทย์ปัญหา และ ขั้นที่ 4 การทบทวนคำตอบ จะเห็นได้จากบทสัมภาษณ์ของนักเรียน ดังนี้

5.1 ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการแก้โจทย์ปัญหาในขั้นที่ 3 หาคำตอบของโจทย์ปัญหา

5.1.1 นักเรียนยังไม่สามารถเลือกใช้สูตรสมการที่ใช้ในการค้นหาคำตอบได้ รวมทั้งยังไม่มั่นใจในสมการที่ตัวเองเลือกใช้ จะเห็นได้จากบทสัมภาษณ์ของนักเรียน ดังนี้

“...ผมจำสูตรไม่ได้เลยครับ เลยเขียนมั่ว ๆ ไป ผมรู้แค่ว่าเขาให้ค่าความต่างศักย์ มันคือ ΔV แต่ทำต่อไม่ได้ครับ แต่ข้อที่ 3 ผมพอจำเรื่องเซลล์สุริยะได้เพราะเพิ่งเรียนไป...”

(นักเรียนคนที่ 4, 3 มีนาคม 2563 : สัมภาษณ์)

5.1.2 เมื่อนักเรียนแทนค่าตัวแปรต่าง ๆ เสร็จสิ้นแล้ว นักเรียนไม่ทำการแสดงวิธีค้นหาคำตอบ ทำให้คำตอบที่ได้เกิดความผิดพลาดทั้งคำตอบและหน่วยของคำตอบ เกิดจากความไม่เข้าใจในเรื่องที่ทำการเรียนการสอนอยู่ ซึ่งจะเห็นได้จากบทสัมภาษณ์ของนักเรียน ดังนี้

“...ผมทำไม่ได้ครับ ไม่มีโทรศัพท์ผมคิดเลขไม่ได้เลย ผมยังไม่มั่นใจในการคำนวณด้วยตัวเองครับ...”

(นักเรียนคนที่ 22, 3 มีนาคม 2563 : สัมภาษณ์)

และสอดคล้องกับการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนภายในชั้นเรียน ตามแบบสังเกตพฤติกรรมการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียน ในขั้นที่ 3 หาคำตอบของโจทย์ปัญหา จะเห็นได้จากพฤติกรรมที่นักเรียนแสดงออก ดังนี้

- นักเรียนไม่เกิดความลังเลในการประยุกต์ใช้สูตรหรือวิธีต่าง ๆ ในการแก้ปัญหา ดังนี้

1. นักเรียนที่ส่วนใหญ่จะเกิดความมั่นใจมากขึ้น เริ่มคุ้นเคยกับขั้นตอนในการหาคำตอบของโจทย์ปัญหา ไม่ลังเลในการเลือกใช้สูตรในการคำนวณ จะมีการระบุสูตรที่ใช้อย่างชัดเจน ไม่มีการแก้ไขสูตรที่เลือกใช้ ไม่ขอความช่วยเหลือจากเพื่อน

2. นักเรียนมีการแสดงขั้นตอนในการคำนวณอย่างชัดเจน จะไม่ลัดขั้นตอน มีการระบุคำตอบและหน่วยของคำตอบที่ชัดเจน

- นักเรียนใช้เวลาในการแก้ปัญหา ดังนี้

1. นักเรียนส่วนใหญ่คุ้นเคยกับขั้นตอนในการหาคำตอบของโจทย์ปัญหาสามารถจัดสรรเวลาในการทำกิจกรรมการแก้โจทย์ปัญหาที่ดีขึ้น ทำให้มีเวลาในการทบทวนคำตอบมากขึ้น

ดังนั้น เมื่อทำการวิเคราะห์ผลของการสังเกตพฤติกรรมการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียน ในขั้นที่ 3 หาคำตอบของโจทย์ปัญหา พบว่า นักเรียนกลุ่มเป้าหมายส่วนใหญ่มีความมั่นใจในการเลือกใช้สูตรในการแก้ปัญหามากขึ้น มีการเขียนอธิบายวิธีในการคำนวณชัดเจนมากขึ้น ไม่ลัดขั้นตอนการคำนวณ มีการระบุคำตอบพร้อมกับหน่วยของคำตอบเสมอ หากแต่จะมีนักเรียนที่ยังไม่ผ่านเกณฑ์ จะคงยังมีปัญหาในเรื่องการคำนวณ มีการย้ายสมการผิดพลาดบ้าง ลืมคำนวณตัวเลขบางส่วน ทำให้คำตอบที่ได้ยังไม่ถูกต้อง

5.2 ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการแก้โจทย์ปัญหาในขั้นที่ 4 การทบทวนคำตอบ

นักเรียนที่ยังไม่ผ่านเกณฑ์ในขั้นหาคำตอบของโจทย์ พบว่า นักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ทั้ง 2 คน ยังไม่สามารถแก้สมการได้ เมื่อถึงขั้นการทบทวนคำตอบจึงไม่สามารถนำมาทบทวนคำตอบได้ ซึ่งจะเห็นได้จากบทสัมภาษณ์ของนักเรียน ดังนี้

“...ผมยังใช้สมการไม่ได้เลย เลยทบทวนคำตอบไม่ได้ แต่ข้อไหนทำได้ก็จะทำครับ...”

(นักเรียนคนที่ 4, 3 มีนาคม 2563 : สัมภาษณ์)

“...ผมทำไม่ได้ครับ แต่ผมก็พยายามทำแล้วครับ...”

(นักเรียนคนที่ 22, 3 มีนาคม 2563 : สัมภาษณ์)

และสอดคล้องกับการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนภายในชั้นเรียน ตามแบบสังเกตพฤติกรรมการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียน ในขั้นที่ 4 การทบทวนคำตอบ จะเห็นได้จากพฤติกรรมที่นักเรียนแสดงออก ดังนี้

- นักเรียนขอความช่วยเหลือจากผู้อื่นในการตรวจสอบคำตอบ ดังนี้

1. นักเรียนส่วนใหญ่ภายในห้องเรียนจะยังมีการขอความช่วยเหลือจากเพื่อนอยู่ถึงแม้ตัวเองจะทำเสร็จเรียบร้อยแล้ว จะยังคงรอตรวจสอบคำตอบกับเพื่อนเพื่อให้ตัวเองเกิดความมั่นใจมากยิ่งขึ้น

ดังนั้น เมื่อทำการวิเคราะห์ผลของการสังเกตพฤติกรรมการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียน ในขั้นที่ 4 การทบทวนคำตอบ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ให้ความสำคัญกับการทบทวนคำตอบมากขึ้น เนื่องจากมีการเขียนขั้นตอนของการทบทวนคำตอบของโจทย์ปัญหาที่มีขั้นตอนตามลำดับชัดเจนขึ้น แต่ยังเกิดความลังเลกับคำตอบที่ได้ว่าถูกต้องหรือไม่จึงยังมีการขอความช่วยเหลือจากครูและเพื่อนร่วมชั้นอยู่

จากการสัมภาษณ์ความคิดเห็นของนักเรียนทั้ง 2 คน สามารถสรุปข้อคิดเห็นของนักเรียนพบว่า นักเรียนทั้ง 2 คน นักเรียนยังขาดแรงจูงใจในการเรียนเท่าที่ควร ยังขาดการทบทวนความรู้ที่ดีและในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ นักเรียนยังเกิดความสับสนกับการเลือกใช้สูตรหรือสมการที่เกี่ยวข้องเพื่อที่จะนำมาแก้ปัญหาในโจทย์ปัญหานั้น หลังจากนั้นเมื่อให้นักเรียนแทนค่าตัวแปรต่าง ๆ เสร็จสิ้นแล้ว นักเรียนยังไม่ทำการแสดงวิธีค้นหาคำตอบและยังขาดทักษะในการคำนวณทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง ทำให้คำตอบที่ได้เกิดความผิดพลาดทั้งคำตอบและหน่วยของคำตอบ ทำให้เมื่อถึงขั้นการหาคำตอบของโจทย์ปัญหา นักเรียนจะยังไม่สามารถนำมาค้นหาคำตอบรวมทั้งในการแสดงวิธีการทบทวนคำตอบที่ถูกต้องสมบูรณ์ได้ จึงทำให้คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนยังไม่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้

4. การสะท้อนกลับ (Reflection)

จากการนำแบบประเมินผลการจัดการเรียนการสอนตามการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกลวิธี STAR การสังเกต แบบสัมภาษณ์ และแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ ผู้วิจัยได้ทำการสรุปรายละเอียดของปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนและแนวทางการแก้ไขปัญหาเพื่อพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในครั้งต่อไปแสดงได้ในตารางที่ 18 ดังนี้

ตารางที่ 18 ปัญหาและแนวทางแก้ไขปัญหาในวงจรปฏิบัติการที่ 3

ปัญหา	แนวทางการแก้ไขปัญหา
1. นักเรียนยังขาดการทบทวนบทเรียนหรือกิจกรรมที่เรียนผ่านมาแล้ว ไม่ศึกษาค้นหาความรู้เพิ่มเติมจากการเรียนในห้องเรียน	ควรกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความรู้สึกอยากเรียนรู้มากขึ้น และอาจจะเสริมแรงโดยการมอบรางวัลเมื่อนักเรียนได้มีการศึกษาหรือค้นหาความรู้เพิ่มเติมมา
2. นักเรียนยังเกิดความสับสนกับการเลือกใช้สูตรหรือสมการที่เกี่ยวข้องเพื่อที่จะนำมาแก้ปัญหาในโจทย์ปัญหานั้น	ควรสรุปเนื้อหาร่วมกันกับนักเรียนหลังเรียนเสร็จสิ้นกิจกรรมในคาบทุกครั้ง เพื่อให้นักเรียนเกิดความเข้าใจมากยิ่งขึ้น
3. นักเรียนยังไม่ทำการแสดงวิธีค้นหาคำตอบและยังขาดทักษะในการคำนวณทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง	อธิบายวิธีค้นหาคำตอบให้นักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์อย่างละเอียดอีกครั้งและให้นักเรียนกลับไปฝึกฝนในการคำนวณให้คล่องแคล่วแม่นยำมากยิ่งขึ้น
4. นักเรียนยังขาดการแสดงวิธีการทบทวนคำตอบที่ถูกต้องสมบูรณ์	อธิบายวิธีการทบทวนคำตอบที่ถูกต้องให้นักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์อย่างละเอียดอีกครั้งและเน้นย้ำให้นักเรียนเห็นความสำคัญของการทบทวนคำตอบ

จากการวิเคราะห์ผลการพัฒนาความสามารถในการโจทย์แก้ปัญหาฟิสิกส์ทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ พบว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกลวิธี STAR มีแนวโน้มที่จะช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ให้กับนักเรียนให้เพิ่มสูงขึ้น

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกลวิธี STAR ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งมีลำขั้นการสรุป อภิปราย และข้อเสนอแนะ ดังนี้

1. ความมุ่งหมายของการวิจัย
2. สรุปผล
3. อภิปรายผล
4. ข้อเสนอแนะ

ความมุ่งหมายของการวิจัย

เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่อง ไฟฟ้ากระแส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกลวิธี STAR ให้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม

สรุปผล

การจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกลวิธี STAR เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ไฟฟ้ากระแส ซึ่งการวิจัยครั้งนี้ใช้รูปแบบการวิจัยปฏิบัติการ (Action Research) โดยแบ่งเป็น 3 วงจรปฏิบัติการ เมื่อพิจารณาในแต่ละวงจรปฏิบัติ พบว่า

1. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกลวิธี STAR ในวงจรปฏิบัติที่ 1 พบว่า นักเรียนมีคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์เฉลี่ยเท่ากับ 32.45 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 63.32 ของคะแนนเต็ม ซึ่งมีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 เป็นจำนวน 13 คน คิดเป็นร้อยละ 44.83 ของนักเรียนทั้งหมดในกลุ่มเป้าหมาย และมีจำนวนนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 เป็นจำนวน 16 คน คิดเป็นร้อยละ 55.17 ของนักเรียนทั้งหมดในกลุ่มเป้าหมาย

2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกลวิธี STAR ในวงจรปฏิบัติที่ 2 พบว่า นักเรียนมีคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์เฉลี่ยเท่ากับ 38.59 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 75.66 ของคะแนนเต็ม ซึ่งมีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 เป็นจำนวน 24 คน คิดเป็นร้อยละ 82.76 ของนักเรียนทั้งหมดในกลุ่มเป้าหมาย และมีจำนวนนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 เป็นจำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 17.24 ของนักเรียนทั้งหมดในกลุ่มเป้าหมาย

3. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกลวิธี STAR ในวงจรปฏิบัติที่ 3 พบว่า นักเรียนมีคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์เฉลี่ยเท่ากับ 41.03 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 80.45 ของคะแนนเต็ม ซึ่งมีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 เป็นจำนวน 27 คน คิดเป็นร้อยละ 93.10 ของนักเรียนทั้งหมดในกลุ่มเป้าหมาย และมีจำนวนนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 เป็นจำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 6.90 ของนักเรียนทั้งหมดในกลุ่มเป้าหมาย

อภิปรายผล

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่อง ไฟฟ้ากระแส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกลวิธี STAR ให้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม พบว่าภายหลังจากการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 พบว่ามีนักเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม ทั้งสิ้น 27 คน คิดเป็นร้อยละ 93.10 ของนักเรียนทั้งหมดในกลุ่มเป้าหมาย ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกลวิธี STAR ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) และ ขั้นที่ 5 ขั้นประเมิน (Evaluation) โดยผู้วิจัยได้นำเทคนิคในการแก้โจทย์ปัญหาด้วยกลวิธี STAR มาสอดแทรกในขั้นตอนการสอนเข้าไปในขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ จะช่วยพัฒนาความสามารถเข้าใจความรับรู้ของนักเรียนและมีแนวคิดวิธีการที่เหมาะสมในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เนื่องด้วยขั้นตอนในการแก้ปัญหาของกลวิธี STAR ได้มีการพัฒนามาจากทฤษฎีการสอน Bruner (1966) ที่ได้ให้ความสนใจในเรื่องการพัฒนาการความสามารถรับรู้และความเข้าใจของผู้เรียน ซึ่งสอดคล้องแนวคิดของ Maccini & Ganon (2006) ได้กล่าวว่า กลวิธี STAR เป็นเครื่องมือสำหรับช่วยผู้เรียนจดจำกลวิธีใช้โดยการสร้างรูปแบบจากการจำตัวอักษรตัวแรกของลำดับขั้น ซึ่งเป็นตัวอักษรที่คุ้นเคย ง่าย สั้น กะทัดรัด ช่วยให้นักเรียนเข้าใจได้ ทั้งนั้นนักเรียนยังได้ใช้ความสามารถด้านความรู้ความเข้าใจในการ

วิเคราะห์ปัญหา วิเคราะห์วิธีแก้ปัญหา และเป็นกลวิธีที่กระตุ้นให้นักเรียนได้ตรวจสอบคำตอบของตัวเอง ถือเป็นส่วนที่สำคัญที่จะเป็นเครื่องมือในการแก้ปัญหาหรือแก้โจทย์ปัญหา ซึ่งจะนำไปสู่การค้นคว้าหาคำตอบและกระบวนการแก้ไขปัญหาที่มาได้ซึ่งคำตอบ สอดคล้องแนวคิดของ ทิศนา แขมมณี (2555) ได้กล่าวว่า การเรียนการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนได้ใช้ทักษะและกระบวนการแสวงหาความรู้ เกิดความพร้อม เกิดประสบการณ์ตรงในการเรียนรู้ และเรียนรู้ถึงวิธีการใช้สติปัญญาของตัวเองในการแก้ปัญหา จะสามารถทำให้ผู้เรียนได้ความรู้จากการคิด การวิเคราะห์ แยกแยะ และสามารถแก้ปัญหาได้ด้วยตัวเอง

เมื่อพิจารณาในแต่ละวงจรปฏิบัติ พบว่า การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์เฉลี่ยเท่ากับ 32.45 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 63.32 ของคะแนนเต็ม ซึ่งมีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 เป็นจำนวน 13 คน ซึ่งอาจเป็นผลมาจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนได้คิดได้ค้นหาความรู้ด้วยตนเอง ได้ลงมือปฏิบัติงานจริงและมีส่วนร่วมกับเพื่อนร่วมชั้นเรียน ทำให้ผู้เรียนกล้าเผชิญสถานการณ์โจทย์ปัญหาและนำความรู้มาประยุกต์ใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันได้ โดยผู้สอนได้จัดสถานการณ์ของโจทย์ปัญหาฟิสิกส์ที่มีความใกล้เคียงกับเหตุการณ์จริง เพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกกระบวนการคิดวิเคราะห์ปัญหา แก้ปัญหาร่วมกันเป็นกลุ่ม ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจปัญหานั้นอย่างชัดเจน และได้มีวิธีการเลือกที่จะแก้ไขปัญหาที่หลากหลาย จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดความใฝ่รู้ เกิดทักษะกระบวนการคิด และกระบวนการในการแก้ปัญหาต่าง ๆ (ทิศนา แขมมณี, 2548) รวมทั้งได้มีการให้ผู้เรียนได้ฝึกการวางแผนในการค้นหาคำตอบตามลำดับขั้นตอน สอดคล้องกับ William (2003) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการเขียนตามขั้นตอนกระบวนการแก้ปัญหา พบว่า สามารถช่วยเสริมสร้างการทำงานในการแก้ปัญหาได้ และกล่าวว่ากิจกรรมการเขียนตามขั้นตอนจะช่วยให้ผู้เรียนเป็นนักแก้ปัญหาที่ดีขึ้น สำหรับนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ทั้ง 16 คน เกิดจากปัจจัยในการเรียนหลากหลายอย่าง เช่น ยังไม่คุ้นเคยกับวิธีการในการจัดการเรียนรู้และในการทดลองนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ส่วนใหญ่จะรู้สึกว่าการทดลองที่ดีต้องใช้อุปกรณ์ที่ดีและเพียงพอต่อความต้องการ เมื่ออุปกรณ์ในการทดลองไม่เพียงพอจะทำให้นักเรียนรู้สึกเบื่อหน่ายเล็กน้อยและคิดว่าการทดลองในคาบนั้นเกิดความยุ่งยากจะทำให้งานที่ทำไม่เกิดผลสำเร็จเท่าที่ควร และเมื่อศึกษารายละเอียดในแต่ละขั้นตอนของการแก้โจทย์ปัญหาในกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์โดยใช้กลวิธี STAR นักเรียนยังเกิดความสับสนในการอธิบายและระบุคำสำคัญในโจทย์ปัญหา ยังไม่สามารถระบุหลักการหรือข้อมูลทางฟิสิกส์ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้ อีกทั้งนักเรียนไม่แสดงวิธีคำนวณหรือมีการคำนวณที่ไม่ถูกต้อง ทำให้ไม่กล้าที่จะแสดงวิธีการทบทวนคำตอบของตัวเอง จึงทำให้ค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนในขั้นที่ 2 แปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์

ปัญหา ขั้นที่ 3 หาคำตอบของโจทย์ปัญหา และขั้นที่ 4 การทบทวนคำตอบ ของนักเรียนในกลุ่มเป้าหมายมีคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ยังไม่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้

วงจรปฏิบัติการที่ 2 ได้ทำการปรับปรุงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยเน้นให้นักเรียนทุกคนได้มีส่วนร่วมมากยิ่งขึ้น ทำให้คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์เฉลี่ยเท่ากับ 38.59 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 75.66 ของคะแนนเต็ม ซึ่งมีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 เป็นจำนวน 24 คน ซึ่งอาจเป็นผลมาจากการออกแบบปรับปรุงกิจกรรมโดยการเพิ่มสื่อสถานการณ์จำลองทางฟิสิกส์ เพื่อความชัดเจนในการทำกิจกรรม ทำให้เข้าใจสถานการณ์จริงได้ก่อนปฏิบัติงานจริง ช่วยนำสถานการณ์ที่มีข้อจำกัดในการปฏิบัติจริงมาฝึกได้ก่อนใช้ทักษะขั้นสูงในสถานการณ์จริงต่อไป (ชาญชัย ยมดิษฐ์ , 2548) ยังทำให้นักเรียนทุกคนเกิดความสนุกสนานได้มีส่วนร่วมในการทำงานมากยิ่งขึ้น ดังนั้นเมื่อครูผู้สอนมีการส่งเสริมและจัดสรรบรรยากาศในการเรียน รวมทั้งสื่อการเรียนการสอน ให้พร้อมที่จะอำนวยความสะดวกให้แก่ผู้เรียน ให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้และมีความรอบรู้ (สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ, 2552) จะพบว่านักเรียนเกิดความสนใจในกิจกรรมมากขึ้น มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นภายในกลุ่มมากขึ้น และมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนร่วมห้องมากขึ้น มีการแลกเปลี่ยนข้อมูลที่ค้นคว้าได้ นอกจากนี้ได้ทำการสุ่มเลือกนักเรียนมาแสดงวิธีการแก้โจทย์ปัญหาคุ้นเคยกับวิธีการแก้โจทย์ปัญหามากยิ่งขึ้น และได้สอดแทรกการเสริมแรงด้วยการให้คะแนนเป็นกลุ่ม ทำให้นักเรียนภายในกลุ่มมีการช่วยเหลือกันมากยิ่งขึ้น และเกิดการพัฒนาตัวเองมากขึ้น สอดคล้องกับ พจน์ พจนพาณิชย์กุล (2556) ได้กล่าวว่า บุคคลที่มีการพัฒนาตนเองอยู่ตลอดเวลานั้นจะมีความพร้อมต่อการแข่งขัน และจะเป็นบุคคลที่พร้อมรับมือกับการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา ซึ่งบุคคลที่มีการพัฒนาตนเอง ย่อมก่อให้เกิดประสิทธิภาพในการทำงานที่ดีขึ้น สำหรับนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 5 คน พบว่า นักเรียนขาดความเข้าใจและเกิดความสับสนในเนื้อหาที่ทำการเรียนการสอน ขาดการทบทวนเนื้อหาที่เคยเรียนผ่านมาแล้ว ทั้งยังไม่สามารถเชื่อมโยงความรู้หรืออธิบายหลักการที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่เรียนได้ และเมื่อศึกษารายละเอียดในแต่ละขั้นตอนของการแก้โจทย์ปัญหาในกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์โดยใช้กลวิธี STAR นักเรียนยังเกิดความสับสนในการอธิบายสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ ไม่สามารถเชื่อมโยงความรู้หรืออธิบายหลักการที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้ รวมถึงการนำค่าตัวแปรต่าง ๆ ที่ได้ลงไปแทนในสมการได้ถูกต้องเพียงบางส่วนเท่านั้น ทำให้การคำนวณคำตอบที่ได้ยังไม่ถูกต้องทั้งหมดและนักเรียนยังขาดการทบทวนคำตอบที่ถูกต้องสมบูรณ์ จึงทำให้ค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนในขั้นที่ 2 แปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ปัญหา และขั้นที่ 4 การทบทวนคำตอบ ของนักเรียนในกลุ่มเป้าหมายมีคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ยังไม่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้

วงจรปฏิบัติการที่ 3 หลังจากได้ทำการปรับปรุงกิจกรรมในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ทำให้มีคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์เฉลี่ยเท่ากับ 41.03 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 80.45 ของคะแนนเต็ม ซึ่งมีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 เป็นจำนวน 27 คน อาจจะเป็นผลมาจากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ถูกปรับปรุงมาจากวงจรปฏิบัติการที่ 1 และ 2 ซึ่งมีการให้ได้มีเวลาในการทำกิจกรรมมากขึ้นและนักเรียนมีความคุ้นเคยกับลำดับขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาในแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์มากขึ้น อีกทั้งยังสามารถควบคุมตนเองให้ใช้กระบวนการแก้ปัญหา วางลำดับขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาและมีการตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบหรือข้อมูลที่ได้ จึงทำให้นักเรียนเกิดความคุ้นเคยกับแบบทดสอบและมีความเข้าใจสามารถแก้ไขสถานการณ์ปัญหาหรือแก้โจทย์ปัญหาได้ดียิ่งขึ้น ดังนั้นเมื่อนักเรียนได้รับการฝึกฝนการแก้โจทย์ปัญหาเช่นนี้เป็นประจำ จะทำให้นักเรียนสามารถนำความรู้และประสบการณ์ที่ตนมีอยู่ไปใช้วิเคราะห์หาคำตอบของโจทย์ปัญหานั้นได้ (สุรภัทร สาแสง, 2553)

ในงานวิจัยเชิงปฏิบัติการเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ มีผู้เรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 เป็นจำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 6.90 ของนักเรียนทั้งหมดในกลุ่มเป้าหมาย เมื่อทำการสัมภาษณ์และสังเกตพฤติกรรมเพิ่มเติม พบว่าปัจจัยที่ทำให้นักเรียนทั้ง 2 คน ไม่ผ่านเกณฑ์ในแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ขึ้นอยู่กับความแตกต่างระหว่างบุคคล โดยนักเรียนทั้งสองคนจะมีพัฒนาการในการเรียนช้ากว่าเพื่อนในห้องเรียน ขาดแรงบันดาลใจในการเรียน เมื่อทำกิจกรรมภายในห้องเรียนนักเรียนทั้งสองยังไม่สามารถเข้ากับเพื่อนได้ดีเท่าที่ควร ยังมีความเป็นผู้ตามมากกว่าผู้นำ นักเรียนทั้งสองมีความเฉื่อยช้าไม่กระตือรือร้น และยังขาดการฝึกฝนในการทำการแก้โจทย์ปัญหา ขาดความรอบครอบในการค้นหาคำตอบของโจทย์และการทบทวนคำตอบที่ได้ จึงทำให้ค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนในขั้นที่ 3 หาคำตอบของโจทย์ปัญหา และขั้นที่ 4 การทบทวนคำตอบ ของนักเรียนมีคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ยังไม่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้ และเมื่อพิจารณาคะแนนในแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ ทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ พบว่านักเรียนคนที่หนึ่ง มีคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์เท่ากับ 18, 27 และ 33 คะแนน ตามลำดับ และนักเรียนคนที่สอง มีคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์เท่ากับ 16, 30 และ 31 คะแนน ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นได้ว่าคะแนนที่ได้ในแต่ละวงจรปฏิบัติการมีค่าเพิ่มสูงขึ้น เนื่องจากการพัฒนาสิ่งใหม่ ๆ ที่เรียนรู้นั้นให้กลายเป็นทักษะและความสามารถได้นั้น ขึ้นอยู่กับการฝึกฝนอย่างซ้ำ ๆ จนเกิดความชำนาญรวมทั้งต้องมีความตั้งใจและมุ่งมั่นอยากจะทำให้สิ่งที่ได้เรียนรู้นั้นดีขึ้นด้วย (Coyle, 2012)

จากผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกลวิธี STAR เป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาได้ดีขึ้นและมีความสามารถในการแก้ปัญหาที่ดี

ขึ้น เนื่องจากเป็นกิจกรรมที่ผู้เรียนได้แก้สถานการณ์โจทย์ปัญหาต่าง ๆ และร่วมทำกิจกรรมเป็นกลุ่ม เพื่อช่วยให้ผู้เรียนที่ยังไม่สามารถแก้สถานการณ์โจทย์ปัญหาได้ ได้มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อนร่วมชั้นเรียนที่สามารถแก้สถานการณ์โจทย์ปัญหาได้แล้ว และร่วมกันวางแผน สรุปและอภิปรายหาแนวทางแก้ไขปัญหาได้ สอดคล้องกับคำกล่าวของ Hilgard (1967) ได้กล่าวว่า การที่นักเรียนได้เรียนรู้กันเป็นกลุ่ม จะมีแรงผลักดันให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ โดยที่นักเรียนที่มีความสามารถมากกว่าจะเป็นผู้ช่วยเหลือให้กับผู้ที่ด้อยกว่าในกลุ่มของตนเองเพื่อบรรลุเป้าหมายเกิดความสำเร็จในกลุ่ม ด้วยเหตุผลนี้จึงอาจจะทำให้ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนสูงขึ้นกว่าก่อนการได้รับการจัดกิจกรรม สอดคล้องกับงานวิจัยของ นุตริยา จิตตารมย์ (2548) ที่พบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้ STAR มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 และการสอนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR ทำให้ความสามารถในการแก้โจทย์ของนักเรียนสูงขึ้น และงานวิจัยของ สมเกียรติ อินทสิงห์ (2559) ที่พบว่าความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับกราฟิกออแกไนซ์เซอร์ของนักเรียนในด้านระบุข้อมูลจากโจทย์ การเปลี่ยนภาษาเป็นสัญลักษณ์ การวางแผนและดำเนินการหาคำตอบร่วมกับใช้กราฟิกออแกไนซ์เซอร์ช่วยในการคิด และการพิจารณาความสมเหตุสมผลของคำตอบ โดยภาพรวมอยู่ในระดับดี และคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ หลังการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ 60% อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1.1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกลวิธี STAR มีขั้นตอนการดำเนินกิจกรรมที่นักเรียนยังไม่คุ้นเคย ครูผู้สอนควรอธิบายขั้นในการเรียนให้กับผู้เรียนอย่างชัดเจนพร้อมทั้งยกตัวอย่างโจทย์ปัญหาอย่างง่ายเพื่อให้ผู้เรียนได้เข้าใจถูกต้อง

1.2 ในงานวิจัยครั้งนี้ การแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนในขั้นตอนของการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ตามกลวิธี STAR ในทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ พบว่า นักเรียนยังประสบปัญหาในในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ในขั้นที่ 3 หาคำตอบของโจทย์ปัญหา และขั้นที่ 4 การทบทวนคำตอบ ครูผู้สอนควรหาแนวทางที่หลากหลายหรือเทคนิคที่น่าสนใจนำมาประยุกต์ใช้ร่วมกับการแก้ปัญหาด้วยกลวิธี STAR เพื่อพัฒนาศักยภาพของนักเรียนให้ดียิ่งขึ้นและควรให้เวลาในการฝึกฝนทักษะในการคำนวณทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมากยิ่งขึ้น

1.3 ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกลวิธี STAR ครูผู้สอนเตรียมความพร้อมและทำความเข้าใจหลักการสำคัญของกระบวนการจัดการเรียนการสอน

เนื่องจากเป็นกิจกรรมที่เน้นให้ผู้เรียนดำเนินการค้นหาคำตอบจากสถานการณ์ปัญหาที่เกิดขึ้น ซึ่งครูผู้สอนจะมีหน้าที่ให้คำปรึกษาและช่วยแนะนำวิธีแก้ปัญหาให้กับนักเรียนเพื่อได้มาซึ่งคำตอบของปัญหา

1.4 ครูผู้สอนควรกำหนดเวลาให้เหมาะสมกับระดับความยากความง่ายของโจทย์ปัญหาและในการทำกิจกรรมต่าง ๆ เพื่อป้องกันไม่ให้ผู้เรียนใช้เวลาในการทำกิจกรรมนานเกินไป

1.5 ครูผู้สอนควรกระตุ้นให้ผู้เรียนเป็นฝ่ายตั้งคำถามมากขึ้น เพื่อพัฒนาทางการคิดวิเคราะห์ของผู้เรียนให้ดียิ่งขึ้น

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยในครั้งต่อไป

2.1 ในจัดกลุ่มผู้เรียนแต่ละกลุ่ม ออกเป็นนักเรียน กลุ่มเรียนเก่ง เรียนกลาง และเรียนอ่อน ไม่ควรพิจารณาผลจากการเรียนเพียงอย่างเดียว ควรต้องทำการศึกษาความพึงพอใจ แรงจูงใจ และพฤติกรรมของผู้เรียนร่วมด้วย

2.2 ควรมีการนำกระบวนการแก้ปัญหาด้วยกลวิธี STAR ไปพัฒนาทักษะหรือความสามารถในด้านอื่นๆ เช่น ความคงทนในการเรียนรู้ การคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เป็นต้น

2.3 ควรเพิ่มเกณฑ์ในการแปลผลข้อมูลของค่าความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนอยู่ในระดับใดบ้าง เพื่อความชัดเจนของข้อมูล

2.4 ในการวิจัยในครั้งต่อไป อาจจะต้องเพิ่มผู้ร่วมการวิจัย เพื่อใช้ในการทำการเก็บรวมรวมข้อมูล และประเมินผล เพื่อให้ข้อมูลเกิดความน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

กมลวรรณ กันยาประสิทธิ์. (2558). *5 คุณลักษณะสำคัญของการสืบเสาะหาความรู้ (5 Essential features of inquiry).* (เอกสารประกอบการสอน ศูนย์วิทยาศาสตรศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ PDF). [ออนไลน์], เข้าถึงได้จาก: http://sciedcenter.swu.ac.th/Portals/25/Documents/News/5 Essential features of inquiry_Kamonwan.pdf?timestamp=1434440007462

กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่ม สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

เกริก ศักดิ์สุภาพ. (2556). *การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์ (PECA) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย*. วิทยานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

เกริก ศักดิ์สุภาพ. (2562). การแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม*, 13(2), 7-21.

จันทร์ขจร มะลิจันทร์. (2554). *ผลของการจัดการเรียนที่เน้นกรับวนการเชิงเมตาคอกนิชัน ที่มีต่อความสามารถในการแก้ไขปัญหาคณิตศาสตร์ ความตระหนักในการรู้คิด และการกำกับตนเองในการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่*. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

จิตรา แก้วชัย. (2553). การศึกษาทักษะการแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง โจทย์ปัญหาร้อยละ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ใช้รูปแบบการสอนตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์โดยเน้นขั้นตอนการแก้ปัญหาของโพลยา. *วารสารศึกษาศาสตร์ ฉบับวิจัยบัณฑิตศึกษามหาวิทยาลัยขอนแก่น*, 4(2), 39-50.

ชนสิทธิ์ สิทธิ์สูงเนิน. (2559). การผสมผสานวิธีสอน (The Combination of Teaching Methods). *วารสาร มจร สังคมศาสตร์ปริทรรศน์*, 5(1), 245-256.

ชาญชัย ยมดิษฐ์. (2548). *เทคนิคและวิธีการสอนร่วมสมัย.* กรุงเทพฯ: หลักพิมพ์.

ณัฐริณี โทนุสิทธิ์. (2556). *การศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง "การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว" โดยการใช้กลวิธี STAR ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนพระอินทร์ศึกษา (กล่อมสกุลอุทิศ) จังหวัดพระนครศรีอยุธยา*. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เตชทัต เรืองธรรม. (2559). SHW การเขียนทางวิทยาศาสตร์. *นิตยสาร สสวท.*, 45(203), 7-13.

ทิพย์วรรณ สุขใจรุ่งวัฒนา. (2553). การศึกษาปัจจัยที่สงผลต่อพฤติกรรมการเรียนที่ดีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักบริหารงานคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเอกชน จังหวัดนครปฐม. *วารสารศิลปากรศึกษาศาสตร์วิจัย*, 1(2), 126-139.

ทิศนา แขมมณี. (2548). *รูปแบบการเรียนการสอน ทางเลือกที่หลากหลาย* (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ทิศนา แขมมณี. (2555). *ศาสตร์การสอน องค์ความรู้เพื่อการจัดการระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ* (พิมพ์ครั้งที่ 15). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ธนเดช เกียรติมงคล. (2549). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปี ที่ 2 โรงเรียนวัดศรัทธาธรรม ที่ได้รับการสอนกระบวนแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา (Polya) กับวิธีการสอนตามคู่มือครู*. วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง.

นันทิยา บุญเคลือบ. (2540). การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวคิด Constructivism. *วารสาร สสวท*, 25(96), 11-15.

นุตริยา จิตตารมย์. (2548). *ผลของการสอนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR ที่มีต่อความสามารถในการแก้ โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์และความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จังหวัดสุราษฎร์ธานี.* วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตร์มหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

บุญชม ศรีสะอาด. (2535). *หลักการวิจัยเบื้องต้น* (พิมพครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาสน.

บุญชม ศรีสะอาด. (2553). *การวิจัยเบื้องต้น* (พิมพ์ครั้งที่ 9). กรุงเทพมหานคร: สุวีริยาสาส์น.

บุญเชิด ภิญโญอนันต์พงษ์. (2547). *การวัดประเมินการเรียนรู้ (การวัดประเมินแนวใหม่)*. กรุงเทพฯ : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ประสาท เนืองเฉลิม. (2556). *วิจัยการเรียนการสอน* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พจน์ พจนพาณิชย์กุล. (2556). *การพัฒนาประสิทธิภาพในการทำงานของบุคคล.* [ออนไลน์], เข้าถึงได้จาก: https://sites.google.com/site/potarticle/02

พิจิตร ยังดำ. (2557). *การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิชากลศาสตร์วิศวกรรม 1 ของนักเรียนระดับชั้น ปวส.1 สาขาวิชาก่อสร้าง วิทยาลัยเทคนิคทุ่งสง (รายงานการวิจัยในชั้นเรียน)*. นครศรีธรรมราช. วิทยาเทคนิคทุ่งสง.

พิมพ์สรณ์ ตุกเตียน. (2552). *ผลการใช้วิธีสอนแก้โจทย์ปัญหาของโพลยาร่วมกับเทคนิคการจัดกลุ่มแบบรายบุคคล (TAI) ต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3*. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยทักษิณ.

ภพ เลาหไพบูลย์. (2540). *แนวการสอนวิทยาศาสตร์* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ:ไทยวัฒนาพานิช.

ภพ เลาหไพบูลย์. (2542). *แนวการสอนวิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง)*. กรุงเทพฯ:ไทยวัฒนาพานิช

ยาใจ พงษ์บริบูรณ์. (2537). การวิจัยเชิงปฏิบัติการ. *วารสารศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัย ขอนแก่น*, 17 (2) : 11 - 15.

โรงเรียนสารคามพิทยาคม. (2561). *รายงานผลการทดสอบระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET)*. มหาสารคาม.

โรงเรียนสารคามพิทยาคม. (2562). *หลักสูตรสถานศึกษา*. มหาสารคาม.

วีณา ประชากูล และประสาท เนืองเฉลิม. (2554). *รูปแบบการเรียนการสอน* (พิมพ์ครั้งที่ 2). มหาสารคาม : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน). (2562). *ค่าสถิติพื้นฐานผลคะแนนการสอบวิชาสามัญ 9 วิชา ปีการศึกษา 2562 จำแนกตามวิชา*. [ออนไลน์], เข้าถึงได้จาก: https://www.niets.or.th/th/catalog/view/247

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546). *การจัดสาระการเรียนรู้ กลุ่มวิทยาศาสตร์ หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546). *เอกสารประกอบหลักสูตรการเรียนรู้ คู่มือประกอบสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (1st ed.)*. กรุงเทพมหานคร: เอกกสารประกอบหลักสูตรการเรียนรู้ คู่มือประกอบสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2560). *มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)*. กรุงเทพมหานคร: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

สมเกียรติ อินทสิงห์. (2559). การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา คณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับกราฟิกออแกไนซ์เซอร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. *Veridian E-Journal, Silpakorn University (Humanities, Social Sciences and arts)*, *9*(1), 356-368.

สมทรง สุวพานิช. (2549). *โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ : ทฤษฎีและการปฏิบัติ*. มหาสารคาม : คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

สรชัย พิศาลบุตร. (2556). *การวิจัยทางการศึกษา*. กรุงเทพฯ : วิทยพัฒน์.

สิรพัฒน์ ประโทนเทน. (2555). ทำอย่างไรถึงจะเก่งฟิสิกส์. *นิตยสาร สสวท.*, 40(177), 36-39.

สิริเกศ หมัดเจริญ. (2554). การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง เสียงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยกลวิธีเมตาคอกนิชัน. *วารสารศึกษาศาสตร์ ฉบับวิจัยบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยขอนแก่น*, 5(4), 94-101.

สุคนธ์ สินธพานนท์ และคณะ. (2555). *พัฒนาทักษะการคิดตามแนวปฏิรูปการศึกษา*. กรุงเทพฯ : 9119 เทคนิคพริ้นติ้ง.

สุจิตรา แซงสีนวล. (2554). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา เรื่อง การบวก การลบ การคูณทศนิยม ชั้น

ประถมศึกษาปีที่ 5. *วารสารศึกษาศาสตร์ ฉบับวิจัยบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยขอนแก่น*, 5(3), 114-123.

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ. (2552). *21 วิธีจัดการเรียนรู้: เพื่อพัฒนากระบวนการคิด* (พิมพ์ครั้งที่ 8). กรุงเทพฯ : ภาพพิมพ์.

สุรภัทร สาแสง. (2553). *การประยุกต์การสอนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR ที่มีต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา เรื่องวิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6*. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

สุวร กาญจนมยูร. (2553). *โครงงานคณิตศาสตร์ ระดับประถมศึกษา*. กรุงเทพฯ : เจ้าพระยาระบบการพิมพ์ จำกัด.

สุวิมล เขี้ยวแก้ว. (2540). *การสอนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา*. ปัตตานี : ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี.

สุวิมล ว่องวาณิช. (2544). *การวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน*. กรุงเทพฯ : ศูนย์หนังสือจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

โสมภิสัย สุสรรณ์. (2554). *การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเศษส่วนโดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนอนุบาลลำพูน.* วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

องอาจ นัยพัฒน์. (2548). *วิธีวิทยาการวิจัยเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพทางพฤติกรรมศาสตร์ และสังคมศาสตร์*. กรุงเทพฯ : สามลดา.

อัมพร ม้าคนอง. (2554). *ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์: การพัฒนาเพื่อการ* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อารมณ์ จันทร์ลาม. (2550). *ผลของการสอนการแก้โจทย์ปัญหาเศษส่วนโดยใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยาที่มีต่อทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปี ที่ 6*. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยทักษิณ.

เอกวิทย์ ดวงแก้ว. (2559). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับกลวิธีแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ เชิงตรรกะของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร มหาวิทยาลัยนเรศวร*, 18(1), 202-21.

Adams, S., Ellis, L., & Beeson, B. F. (1977). *Teaching mathematics*: *With emphasis on the diagnostic approach*. HarperCollins Publishers.

Ander, K.B., R.E. Pingry. (1973). *Problem Solving in Mathematics*. The National Council of Teachers of Mathematics. New York.

Belikov, B. S. (1989). *General methods for solving physics problems*. Mir Publishers.

Brown, W. F., & Holtzman, W. H. (1965). *Survey of study habits and attitutes*.

Bruner, J. S. (1966). *Toward a theory of instruction* (Vol. 59). Harvard University Press.

Callahan, C. M. (1991). "*The Assessment of Creativity in Calanglo, Nicholas, and Davis, Garry A," In Handbook of Gifted Education*. Boston : Allyn & Bacon.

Cheng, S. C., She, H. C., & Huang, L. Y. (2018). The impact of problem-solving instruction on middle school students' physical science learning: Interplays of knowledge, reasoning, and problem solving. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 14(3), 731-743.

Constant, F.W. (1967). *Fundamental Principle of Physics*. Massachusets: Addison Wesley Publishing Company.

Coyle, D. (2012). *The little book of talent: 52 tips for improving your skills*. Bantam.

Cranston, C. M., & McCort, B. (1985). A learner analysis experiment: Cognitive style versus learning style in undergraduate nursing education. *Journal of Nursing Education*, 24(4), 136-138.

Dewey, John. (1976). *Moral Principle in Education.* MA : Houghton Miff in.

Ehren, B. J. (2005). *Mnemonic Devices*. Retrieved from http://itc.gsu.edu/academymodules/a304/support/xpages/a304b0_20600.html

Ellis, E. S. and B. K. Lenz. (1996). *Teaching Adolescents with Learning Disabilities*. 2nd ed. Denver, CO: Love Publishing Co.

Gagnon, J. and Maccini, P. (2001). "Preparing students with disabilities for algebra." *Teaching Exceptional Children,* 34 (1), 8-15.

Gagnon, J.C.; & KreZmien, M. (2011). *Effective instructional strategies for correctional education programs*. Retrieved from. http://www.edjj.org/conf/cdEdJJ%20 Confere%20(D)/Effecttive%20Instruction.ppt.

Gulacar, O., Bowman, C. R., & Feakes, D. A. (2013). Observational Investigation of Student Problem Solving: The Role and Importance of Habits. *Science Education International*, 24(2), 344-360.

Hilgard, E. R. (1967). Introduction to Psychology. New York: Harcourt Brace World, Inc.

Inoue, N. (2014). *Beyond actions: Psychology of action research for mindful educational improvement*. Peter Lang Incorporated, International Academic Publishers.

Kemmis, S & McTaggart, R. (1988). *The Action Research Planer (3rd ed.)*. Victoria : Deakin University.

Lawson, A. E. (1995). *Science Teaching and the Development of Thinking*. Belmont :Wadsworth.

Lewin, K. (1946) Action Research and Minority Problems. *Journal of Social Issues*, 2, 34-46.

Maccini, P. (1998). *Effects of an instructional strategy incorporating concrete problem representation on the introductory algebra performance of secondary students with learning disabilities. Unpublished Doctoral Dissertation*. The Pennsylvania State University, University Park.

Maccini, P. and Gagnon, J. (2006). *Mathematics Strategy Instruction (SI) for Middle School Students with Learning Disabilities*. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/237452177_Mathematics_Strategy_Instruction_SI_for_Middle_School_Students_with_Learning_Disabilities.

Maccini, P. and K. L. Ruhl. (2000). Effects of a graduated instructional sequence on the algebraic subtraction of integers by secondary students with learning disabilities. *Education and Treatment of Children*. 23(4), 465-489.

Mcgriff, J.S.; et al. (2000). *A Problem Solving Assessment Instrument*. Retrieved from http://www.personol.psu.edu/faculty/s/j/sjm256/portfolio/kbase/Research&Evaluation/ProblemSolving.pdf.

Metallidou, P. (2009). Pre-service and in-service teachers' metacognitive knowledge about problem-solving strategies. *Teaching and Teacher Education*, 25(1), 76-82.

Nagel D. R.; Schumaker J. B.; & Deshler D. D. (1986). FIRST-Letter Mnemonic Strategy. Retrieved from https://sim.drupal.ku.edu/sites/sim.ku.edu/files/files/Research/FIRST. pdf.

National Research Council. (2000). *Inquiry and the National Science Education Standards : A Guide for Teaching and Learning. Edited by Loucks-Horsley, Steve Olson and Susan*. Washington, D.C.: The National Academy Press.

Oas, B. K., J. B. Schumaker, and D. D. Deshler. (2011). *Learning Strategies: Tools for Learning to Learn in Middle and High Schools*. Retrieved from http://www.cals.ncsu.edu:8050/agexed/leap/aee535/learn.html.

Peltier, C., & Vannest, K. J. (2016). Utilizing the STAR strategy to improve the mathematical problem-solving abilities of students with emotional and behavioral disorders. *Beyond Behavior*, 25(1), 9-15.

Shaner, W., (1959). *A Guide to logical Thinking*. Illinois : Science Research Associates Inc.

Stringer, E. (1999). *Action Research* (2nd ed.). California : Sage.

Trowbridge and Bybee. (1996). *Teaching Secondary School Science: Strategies for Developing Scientific Literacy* (6 th ed). Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice – Hall, Inc. A Simon & Schuster Company.

Wilczenski, F. L. (2001). Observing collaborative problem-solving processes and outcomes. *Psychology in the Schools*, 38(3), 269-281.

William, Kenneth M. (2003). Writing about the Problem-Solving Process to Improve Problem-Solving Performance. *Mathematics Teacher*, 96(3), 185-187.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญที่ประเมินเครื่องมือ

1) รองศาสตราจารย์ ดร.ธีรวงศ์ เหล่าสุวรรณ ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ อาจารย์ประจำภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

2) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มนตรี วงษ์สะพาน การศึกษาดุษฎีบัณฑิต สาขาการวิจัยและพัฒนาหลักสูตร อาจารย์ประจำภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

3) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วราพร เอราวรรณ์ ครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต ครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาการวัดและประเมินผลการศึกษา อาจารย์ประจำภาควิชาวิจัยและพัฒนาการศึกษาสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

4) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มานิตย์ อาษานอก ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา อาจารย์ประจำภาควิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

5) ดร.ประยุทธ เทเวลา ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนสารคามพิทยาคม

6) ดร.ตวัญจ์ลักษณ์ พวงนิล ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาการบริหารการศึกษา ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนสารคามพิทยาคม

7) นางศิรินทร์พร ชลารักษ์ ครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไป ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสารคามพิทยาคม

8) นางสุมาลี ถาแสง ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการบริหารการศึกษา ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสารคามพิทยาคม

9) นางอังคณา ถิรศิลาเวทย์ การศึกษามหาบัณฑิต สาขาจิตวิทยา ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสารคามพิทยาคม

10) นางอารีวรรณ ธาตุดี ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาหลักสูตรและการสอน ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสารคามพิทยาคม

ภาคผนวก ข ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ **รายวิชา ฟิสิกส์ 3 (ว 32223)**
ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 5 **ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562**
หน่วยการเรียนรู้ที่ 14 ไฟฟ้ากระแส **เรื่อง กระแสไฟฟ้าและการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอน**
จำนวนเวลาที่สอน 1 ชั่วโมง

---

1. ผลการเรียนรู้

ข้อที่ 10 อธิบายการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนอิสระ และกระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำ ความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำกับความเร็วลอยเลื่อนของอิเล็กตรอนอิสระ ความหนาแน่นของอิเล็กตรอนในลวดตัวนำและพื้นที่หน้าตัดของลวดตัวนำ และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

2. สาระสำคัญ

กระแสไฟฟ้า เกิดขึ้นจากการการถ่ายโอนของประจุไฟฟ้า โดยกระแสไฟฟ้าจะเคลื่อนที่หรือไหลจากจุดที่มีศักย์ไฟฟ้าสูงไปยังจุดที่มีศักย์ไฟฟ้าต่ำกว่าและความสัมพันธ์ของจำนวนอิเล็กตรอน (N) กับปริมาณประจุ (Q) เมื่ออิเล็กตรอนแต่ละตัวมีประจุ (e) จะได้ว่า $Q = Ne$

3. จุดประสงค์

1. นักเรียนสามารถอธิบายการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนในกระแสไฟฟ้าได้
2. นักเรียนสามารถคำนวณหาปริมาณประจุไฟฟ้าได้
3. นักเรียนรับผิดชอบต่อหน้าที่และงานที่ได้รับมอบหมาย

4. สาระการเรียนรู้

- กระแสไฟฟ้าและการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอน

5. กิจกรรม/กระบวนการเรียนรู้ (การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้)

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) (10 นาที)

ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยการสาธิตกิจกรรมเพื่อทบทวนความรู้เรื่องไฟฟ้าสถิตให้กับนักเรียน

1) ครูขอตัวแทนนักเรียนหญิง 1 คน ออกมาหน้าชั้นเรียน จากนั้นครูนำแผ่นใสไปแตะที่ผมของนักเรียนแล้วให้นักเรียนที่เหลือภายในห้องสังเกตผล

1.1) จากนั้นครูนำผ้าไปถูกับแผ่นใส แล้วนำไปแตะที่ผมของนักเรียนอีกครั้ง แล้วให้นักเรียนสังเกตผลที่เกิดขึ้น

1.2) ครูถามนักเรียนว่าจากการกระทำในครั้งที่ 1 และ 2 นักเรียนสังเกตเห็นความแตกต่างกันอย่างไรบ้าง (<u>แนวคำตอบ</u> ผ้าไปถูกับแผ่นใสนำไปแตะที่ผมแล้วผมชี้ฟู)

1.3) ครูถามนักเรียนต่อว่า “เหตุใดการถูผ้าบนแผ่นใสถึงทำให้ผมชี้ฟูได้” (แนวคำตอบ เมื่อวัตถุที่เป็นกลางทางไฟฟ้านำมาขัดสี (ถูกัน) จะทำให้เกิดประจุไฟฟ้า)

1.4) ครูถามต่อว่า “ประจุไฟฟ้าที่เกิดขั้นได้นั้นมีกี่ชนิด” (แนวคำตอบ สองชนิด มีประจุบวกและประจุไฟฟ้าลบ) แล้วทำให้เกิดแรงทางไฟฟ้าใดได้บ้าง (แนวคำตอบ แรงดูดและแรงผลักฉ

2) ครูสาธิตกิจกรรมต่อโดยการนำสายยางที่ใส่น้ำไว้ โดยครูกำหนดให้น้ำในสายเป็นประจุไฟฟ้า จากนั้นครูถามต่อว่า “ทำอย่างไรน้ำในสายถึงจะไหลออกมาได้” (แนวคำตอบ ยกปลายข้างหนึ่งให้สูงกว่าอีกข้าง)

2.1) ครูถามต่อว่า “เมื่อเราทำการยกปลายหนึ่งข้างให้สูงขึ้น นักเรียนคิดว่าจะมีพลังงานใดที่เกี่ยวข้อง” (แนวคำตอบ พลังงานศักย์) “และเกี่ยวข้องกับความสูงที่เกิดขึ้นอย่างไร” (แนวคำตอบ ถ้าความสูงมากพลังงานศักย์ก็จะมีค่ามาก)

2.2) ครูใช้คำถามต่อว่า “พลังงานศักย์ของปลายแต่ละข้างของสายน้ำที่ไหลจะเป็นอย่างไร น้ำในสายถึงไหลออกไปได้” (แนวคำตอบ น้ำจะไหลจากพลังงานศักย์สูง ไปยังพลังงานศักย์ต่ำ) จากนั้นครูถามเปรียบเทียบว่า “ถ้าเปรียบเทียบน้ำไหลดังกล่าวกับศักย์ไฟฟ้าจะเหมือนหรือต่างกันอย่างไร” (แนวคำตอบ เหมือนกัน น้ำจะไหลศักย์สูง ไปยังศักย์ต่ำ)

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) (20 นาที)

1) ให้นักเรียนแบ่งกลุ่มกันอย่างอิสระ กลุ่มละ 6-7 คน เพื่อส่งเสริมการทำงานร่วมกันของนักเรียนและเพื่อให้นักเรียนสามารถแสดงความคิดเห็นในการแก้ปัญหาได้อย่างอิสระ

2) ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการวางแผนแบ่งหน้าที่ในการทำงานและทำกิจกรรม อิเล็กโทรฟอรัส เพื่อศึกษาให้เห็นการถ่ายโอนพลังงานจากประจุไฟฟ้าที่เคลื่อนที่และการเกิดกระแสไฟฟ้า จากอุปกรณ์ที่ครูเตรียมไว้ให้ ประกอบด้วย ถาดอะลูมิเนียม, เทป 2 หน้า, กระดาษทิชชู, หลอดดูด, แผ่นใส, หลอดนีออน และแบบบันทึกกิจกรรมที่ 1

3) ให้นักเรียนดำเนินการตามแผนที่วางไว้ และบันทึกผลลงแบบบันทึกกิจกรรมที่ 1 เรื่อง อิเล็กโทรฟอรัส

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) (10 นาที)

1) สุ่มตัวแทนนักเรียนออกมานำเสนอผลการทำกิจกรรมที่กลุ่มของตัวเองได้ทำการศึกษามาให้เพื่อน ๆ ฟัง และนำเสนอความคิดเห็นหรือปัญหาที่เกิดขึ้นจากการทำกิจกรรม จากนั้นให้กลุ่มที่มีผลการทดลองที่แตกต่างหรือความคิดเห็นที่แตกต่างว่าเกิดความแตกต่างเพราะเหตุใด

2) จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันสรุปให้ได้สาระสำคัญ

- จากกิจกรรมนักเรียนคิดว่าเหตุใดเราต้องถูผ้าบนแผ่นใส (แนวคำตอบ ทำให้เกิดประจุไฟฟ้า)

- แล้วเมื่อเราเอาถาดอะลูมิเนียมไปวางบนแผ่นใส ประจุไฟฟ้าในแผ่นใสจะกระทำต่อประจุในถาดอย่างไรบ้าง (แนวคำตอบ ประจุเดียวกันจะมีการแยกตัวออกจากกัน (ผลักกัน) และประจุต่างชนิดจะมีการดูดรวมกัน)

- แล้วเมื่อเราเอาหลอดนีออนไปแตะบนถาดอะลูมิเนียม จะเกิดสิ่งใดขึ้น (แนวคำตอบ หลอดนีออนสว่างขึ้น) แล้วเพราะเหตุใดหลอดนีออนถึงสว่างได้ (แนวคำตอบ มีประจุไฟฟ้าเกิดขึ้นและมีการเคลื่อนที่)

- ที่หลอดนีออนสว่างได้นั้น นักเรียนคิดว่าประจุไฟฟ้าจะเคลื่อนที่จากบริเวณใดไปยังจุดใด (แนวคำตอบ จากบริเวณถาดไปยังหลอดนีออน) เพราะเหตุใด (ถาดอะลูมิเนียมมีศักย์ไฟฟ้าสูงกว่าหลอดนีออน)

- เมื่อประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่จากศักย์สูงไปยังศักย์ต่ำ แล้วทำให้หลอดไฟสว่างได้ นักเรียนคิดว่าการเคลื่อนที่ดังกล่าวนี้มีความสัมพันธ์กับการเคลื่อนที่ของกระแสไฟฟ้าอย่างไรบ้าง (แนวคำตอบ กระแสไฟฟ้าจะเคลื่อนที่จากศักย์สูงไปยังศักย์ต่ำ)

- กระแสไฟฟ้าที่เกิดขึ้นนั้นมีทิศทางในการเคลื่อนที่เหมือนหรือต่างจากทิศทางการเคลื่อนที่ของกระแสอิเล็กตรอนอย่างไร (แนวคำตอบ ต่างกัน กระแสอิเล็กตรอนมีทิศทางสวนทางกับทิศทางสนามไฟฟ้า ซึ่งเป็นการเคลื่อนที่ของประจุบวก) และความสัมพันธ์ของจำนวนอิเล็กตรอน (N) กับปริมาณประจุ (Q) เมื่ออิเล็กตรอนแต่ละตัวมีประจุ (e) จะได้ว่า $Q = Ne$

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) (10 นาที)

1) ครูยกตัวอย่างสถานการณ์โจทย์ปัญหาจากแบบบันทึกกิจกรรมที่ 1 ตอนที่ 2 ข้อที่ 1 ที่เกี่ยวข้องกับความสัมพันธ์ของประจุไฟฟ้าและจำนวนอิเล็กตรอน โดยเสนอโจทย์ว่า “แท่งแก้วอันหนึ่งสูญเสียอิเล็กตรอนไป 10^4 อิเล็กตรอน แท่งแก้วมีประจุไฟฟ้าเท่าใด” จากนั้นครูเสนอวิธีการแก้โจทย์ให้กับนักเรียนโดยใช้วิธีการแก้โจทย์ปัญหาตามขั้นตอนของ S-T-A-R และแนะนำขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาและแสดงวิธีทำไปพร้อม ๆ กับนักเรียน

2) ให้นักเรียนในแต่ละกลุ่มทำแบบบันทึกกิจกรรมที่ 1 ตอนที่ 2 ในข้อที่เหลือโดยให้นักเรียนใช้วิธีการแก้โจทย์ปัญหาตามขั้นตอนของ S-T-A-R ตามที่ครูได้ทำการเสนอวิธีการแก้โจทย์ปัญหา

3) ทำการสุ่มตัวแทนนักเรียนออกมาเฉลยและแสดงวิธีในการแก้โจทย์ปัญหาหน้าชั้นเรียน โดยให้ครูและเพื่อนนักเรียนในกลุ่มที่เหลือช่วยตรวจสอบความถูกต้องร่วมกัน

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมิน (Evaluation) (5 นาที)

1) นักเรียนทำแบบทดสอบเป็นรายบุคคล เพื่อประเมินความเข้าใจของผู้เรียนหลังการจัดการเรียนรู้

2) ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยแบบทดสอบ โดยสุ่มเลขที่นักเรียนขึ้นมาเพื่อมาเฉลยแบบทดสอบร่วมกัน

6. การวัดและประเมินผล

จุดประสงค์	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การผ่านการประเมิน
นักเรียนสามารถอธิบายการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนในกระแสไฟฟ้าได้	แบบทดสอบ	นักเรียนได้คะแนนแบบทดสอบร้อยละ 70 ขึ้นไป
นักเรียนสามารถคำนวณหาปริมาณประจุไฟฟ้าได้	แบบบันทึกกิจกรรม	นักเรียนได้คะแนนแบบบันทึกกิจกรรมร้อยละ 70 ขึ้นไป
นักเรียนรับผิดชอบต่อหน้าที่และงานที่ได้รับมอบหมาย	แบบสังเกตพฤติกรรม	นักเรียนได้คะแนนจากแบบสังเกตในระดับดีขึ้นไป

7. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. หนังสือเรียนรายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม เล่ม 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานปี 2560
2. ฐานข้อมูลบนอินเตอร์เน็ต
3. แบบบันทึกกิจกรรม

8. เอกสารอ้างอิง

1. หนังสือเรียนรายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม เล่ม 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานปี 2560

พหุน ปณฺฑิโต ชีเว

9. บันทึกผลการจัดการเรียนรู้

1. ผลที่เกิดขึ้นกับนักเรียนหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

.....

.....

.....

2. ปัญหาที่พบระหว่างเรียน

.....

.....

.....

.....

.....

3. ข้อเสนอแนะจากการจัดกิจกรรม/แนวทางแก้ไข

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นางสาวรัตนพร บูรณะพล)

นิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู

ข้อเสนอแนะของครูพี่เลี้ยง

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นางศิรินทร์พร ชลารักษ์)

พหุน ปณ ฑิโต ชีวะ

แบบบันทึกกิจกรรมที่ 1

ตอนที่ 1 กิจกรรมเรื่อง อิเล็กโทรฟอรัส

จุดประสงค์

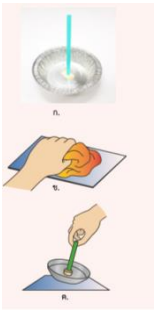
เพื่อศึกษาการถ่ายโอนพลังงานจากประจุไฟฟ้าที่เคลื่อนที่และการเกิดกระแสไฟฟ้า

วัสดุและอุปกรณ์

1. ถาดอะลูมิเนียม จำนวน 1 ถาด
2. หลอดดูด จำนวน 1 อัน
3. เทป 2 หน้า จำนวน 1 ม้วน
4. แผ่นใส่ จำนวน 1 แผ่น
5. กระดาษทิชชู จำนวน 1 แผ่น
6. หลอดนีออน จำนวน 1 หลอด

วิธีทำกิจกรรม

1. ตัดเทป 2 หน้าเป็นสี่เหลี่ยมขนาดประมาณ 1.5×1.5 cm^2 แล้วนำไปติดไว้ตรงกลางถาดอะลูมิเนียม จากนั้นติดหลอดดูดไว้กับเทป 2 หน้า เพื่อทำให้หลอดดูดเป็นที่จับดังรูป ก.
2. ถูกระดาษเยื่อกับแผ่นใส ดังรูป ข.
3. วางถาดอะลูมิเนียมลงบนแผ่นใสบริเวณที่ถูกถู ดังรูป ค.
4. จับที่ขาหลอดนีออนขาหนึ่งแล้วนำขาที่เหลือของหลอดไปแตะที่ขอบถาดด้านบน จากนั้นทำการสังเกตผล
5. จับหลอดดูดเพื่อยกถาดให้ขึ้นจากแผ่นใส และนำขาหลอดนีออนไปแตะที่ถาดอีกครั้งหนึ่ง จากนั้นทำการสังเกตผล



ผลการทำกิจกรรม

ลักษณะขั้นตอน	ผลการสังเกต

สรุปผล

.....

.....

คำถามท้ายกิจกรรม

1. หลอดนีออนสว่างได้อย่างไร

.....

.....

1. กระแสไฟฟ้าเคลื่อนที่หรือไหลในลักษณะใด มีทิศทางในการเคลื่อนที่อย่างไร เหมือนหรือต่างจากทิศทางการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอน

.....

.....

ตอนที่ 2 โจทย์ปัญหา เรื่อง กระแสไฟฟ้าและการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอน

1. แท่งแก้วอันหนึ่งสูญเสียอิเล็กตรอนไป 10^4 อิเล็กตรอน แท่งแก้วมีประจุไฟฟ้าเท่าใด

ขั้นที่ 1 ศึกษาโจทย์ปัญหา (S) (นักเรียนต้องอธิบายและระบุคำสำคัญในโจทย์ปัญหา)

- สิ่งที่โจทย์กำหนดให้

.....

- สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ.....

ขั้นที่ 2 แปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ปัญหา (T) (นักเรียนต้องแปลงคำสำคัญในโจทย์ปัญหาไปเป็นสัญลักษณ์ทางฟิสิกส์หรือรูปภาพ)

- สิ่งที่โจทย์กำหนดให้

.....

- สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ.....

- หลักการหรือข้อมูลทางฟิสิกส์ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ

.....

ขั้นที่ 3 หาคำตอบของโจทย์ปัญหา (A)

- สูตรที่ใช้.....

- วิธีทำ 1) แทนค่าตัวแปรต่าง ๆ ในสมการ.....

2) แสดงการคำนวณ

.....

.....

.....

.....

ตอบ ..... หน่วย .....

ขั้นที่ 4 ทบทวนคำตอบ (R)

.....

.....

.....

2. วัตถุมีประจุไฟฟ้า $+3.2\times10^{-5}$ คูลอมบ์ มีอิเล็กตรอนมากกว่าหรือน้อยกว่าโปรตอนอยู่เท่าไร

ขั้นที่ 1 ศึกษาโจทย์ปัญหา (S) (นักเรียนต้องอธิบายและระบุคำสำคัญในโจทย์ปัญหา)

- สิ่งที่โจทย์กำหนดให้

.....

- สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ.....

ขั้นที่ 2 แปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ปัญหา (T) (นักเรียนต้องแปลงคำสำคัญในโจทย์ปัญหาไปเป็นสัญลักษณ์ทางฟิสิกส์หรือรูปภาพ)

- สิ่งที่โจทย์กำหนดให้

.....

- สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ.....

- หลักการหรือข้อมูลทางฟิสิกส์ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ

.....

ขั้นที่ 3 หาคำตอบของโจทย์ปัญหา (A)

- สูตรที่ใช้.....

- <u>วิธีทำ</u> 1) แทนค่าตัวแปรต่าง ๆ ในสมการ.....

2) แสดงการคำนวณ

.....

.....

.....

.....

<u>ตอบ</u> ..... หน่วย .....

ขั้นที่ 4 ทบทวนคำตอบ (R)

.....

.....

.....

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

แบบทดสอบ เรื่อง กระแสไฟฟ้าและการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอน

คำชี้แจง : ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้องสมบูรณ์

1. จงอธิบายลักษณะและทิศทางการเคลื่อนที่ของกระแสไฟฟ้า

2. จงอธิบายลักษณะและทิศทางการเคลื่อนที่ของกระแสอิเล็กตรอน

พหูน ปณฺฑิโต ชีเว

ประเมินแบบทดสอบ (ด้านความรู้)

เรื่อง กระแสไฟฟ้าและการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอน

คำชี้แจง : ทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับพฤติกรรมของนักเรียน

วันที่ประเมิน ...../...../.....

เลขที่	ชื่อ	คำตอบข้อที่ 1 (กระแสไฟฟ้า)						คำตอบข้อที่ 2 (กระแสอิเล็กตรอน)						รวม (8 คะแนน)	เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70
		การอธิบายลักษณะการเคลื่อนที่			การอธิบายทิศทางในการเคลื่อนที่			การอธิบายลักษณะการเคลื่อนที่			การอธิบายทิศทางในการเคลื่อนที่				
		2	1	0	2	1	0	2	1	0	2	1	0		

เกณฑ์ประเมินด้านความรู้

คำตอบ	ระดับคะแนน		
	2	1	0
1. ด้านการอธิบายลักษณะการเคลื่อนที่	อธิบายลักษณะการเคลื่อนที่ของ (กระแสไฟฟ้า/กระแสอิเล็กตรอน) ได้ถูกต้องสมบูรณ์ทั้งหมด	อธิบายลักษณะการเคลื่อนที่ของ (กระแสไฟฟ้า/กระแสอิเล็กตรอน) ได้ถูกต้องเพียงบางส่วนเท่านั้น	ไม่เขียนอธิบายลักษณะของการเคลื่อนที่ (กระแสไฟฟ้า/กระแสอิเล็กตรอน) เลย
2. ด้านการอธิบายทิศทางในการเคลื่อนที่	อธิบายทิศทางในการเคลื่อนที่ของ (กระแสไฟฟ้า/กระแสอิเล็กตรอน) ได้ถูกต้องสมบูรณ์ทั้งหมด	อธิบายทิศทางในการเคลื่อนที่ของ (กระแสไฟฟ้า/กระแสอิเล็กตรอน) ได้ถูกต้องเพียงบางส่วนเท่านั้น	ไม่เขียนอธิบายทิศทางในการเคลื่อนที่ของ (กระแสไฟฟ้า/กระแสอิเล็กตรอน) เลย

เกณฑ์การประเมิน

6 – 8 คะแนน เท่ากับ ร้อยละ 75 ขึ้นไป

4 – 5 คะแนน เท่ากับ ร้อยละ 50 ขึ้นไป

0 – 3 คะแนน เท่ากับ น้อยกว่า ร้อยละ 50 *(ผ่านเกณฑ์ ตั้งแต่ 5.6 คะแนน)

แบบประเมินความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์

เรื่อง กระแสไฟฟ้าและการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอน

วันที่ประเมิน ...../...../.....

เลขที่	ชื่อ-สกุล	ข้อที่ 1	ข้อที่ 2	รวมคะแนน	เทียบกับเกณฑ์
		17คะแนน	17คะแนน	(34 คะแนน)	ร้อยละ 70

เกณฑ์ประเมินความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์

ขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาตามกลวิธี STAR		**เกณฑ์การให้คะแนน**		
		0	**1**	**2**
ศึกษาโจทย์ปัญหา	1.1 ด้านการระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้	ไม่สามารถระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้ได้	สามารถระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้ถูกต้องเพียงบางส่วนเท่านั้น	สามารถระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้ได้ถูกต้องสมบูรณ์ทั้งหมด
	1.2 ด้านการระบุสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ	ไม่สามารถระบุสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้	สามารถระบุสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้ถูกต้อง	-

เกณฑ์ประเมินความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ (ต่อ)

ขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาตามกลวิธี STAR		เกณฑ์การให้คะแนน		
		0	1	2
แปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ปัญหา	2.1 ด้านการแปลงสิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้ไปเป็นสัญลักษณ์ทางฟิสิกส์ หรือรูปภาพ	ไม่สามารถแปลงสิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้ไปเป็นเป็นสัญลักษณ์ทางฟิสิกส์ หรือรูปภาพได้	สามารถแปลงสิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้ไปเป็นเป็นสัญลักษณ์ทางฟิสิกส์ หรือรูปภาพได้ถูกต้องเพียงบางส่วนเท่านั้น	สามารถแปลงสิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้ไปเป็นเป็นสัญลักษณ์ทางฟิสิกส์ หรือรูปภาพได้ถูกต้องสมบูรณ์ทั้งหมด
	2.2 ด้านการแปลงสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบไปเป็นสัญลักษณ์ทางฟิสิกส์	ไม่สามารถแปลงสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบไปเป็นสัญลักษณ์ทางฟิสิกส์ได้	สามารถแปลงสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบไปเป็นสัญลักษณ์ทางฟิสิกส์ได้	-
	2.3 ด้านการระบุหลักการหรือข้อมูลทางฟิสิกส์ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ	ไม่สามารถระบุหลักการหรือข้อมูลทางฟิสิกส์ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้	สามารถระบุหลักการหรือข้อมูลทางฟิสิกส์ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ ซึ่งจะสามารถระบุความรู้ที่เป็นพื้นฐานของหลักการหรือหน่วยการเรียนรู้นั้นได้	สามารถระบุหลักการหรือข้อมูลทางฟิสิกส์ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ ซึ่งจะสามารถระบุความรู้ในส่วนหลักการที่เป็นองค์ประกอบย่อยหรือหน่วยการเรียนรู้ย่อยนั้นได้
หาคำตอบของโจทย์ปัญหา	3.1 ด้านการกำหนดสมการที่ใช้	ไม่สามารถกำหนดสมการที่ใช้ในการคำนวณหาสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้	สามารถกำหนดสมการที่ใช้ในการคำนวณหาสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้	-

เกณฑ์ประเมินความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ (ต่อ)

ขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาตามกลวิธี STAR		เกณฑ์การให้คะแนน		
		0	1	2
	3.3 ด้านกระบวนการในการคำนวณ	ไม่สามารถแสดงกระบวนการในการคำนวณได้	สามารถแสดงกระบวนการในการคำนวณได้แต่ยังขาดความละเอียดชัดเจนของขั้นการคำนวณ	สามารถแสดงกระบวนการในการคำนวณได้อย่างถูกต้องละเอียดชัดเจน
	3.4 ด้านคำตอบ	ไม่สามารถระบุคำตอบและหน่วยทางฟิสิกส์ได้	สามารถระบุคำตอบหรือหน่วยทางฟิสิกส์ได้ถูกต้องเพียงอย่างใดอย่างหนึ่ง	สามารถระบุคำตอบและหน่วยทางฟิสิกส์ได้ถูกต้องสมบูรณ์
	3.2 ด้านการแทนค่าตัวแปรต่าง ๆ ในสมการ	ไม่สามารถแทนค่าตัวแปรในสมการที่นำมาใช้ได้	สามารถแทนค่าตัวแปรในสมการที่นำมาใช้ได้ถูกต้องเพียงบางส่วนเท่านั้น	สามารถนำค่าตัวแปรแทนในสมการที่นำมาใช้ได้อย่างถูกต้องสมบูรณ์ทั้งหมด
การทบทวนคำตอบ	4.1 ด้านการตรวจสอบคำตอบ	ไม่แสดงวิธีตรวจสอบคำตอบ	สามารถแสดงวิธีตรวจสอบคำตอบได้แต่ขาดความสมเหตุสมผล	สามารถแสดงวิธีการตรวจสอบคำตอบได้สมบูรณ์สมเหตุสมผล

เกณฑ์การประเมิน

24 – 34 คะแนน เท่ากับ ร้อยละ 70 ขึ้นไป

17 – 23 คะแนน เท่ากับ ร้อยละ 50 ขึ้นไป

0 – 16 คะแนน เท่ากับ น้อยกว่า ร้อยละ 50

*(ผ่านเกณฑ์ ตั้งแต่ 24 คะแนน)

พหุน ปณฺฑิโต ชีเว

แบบประเมินการมีส่วนร่วมในชั้นเรียน

เลขที่	ชื่อ - สกุล	ประเด็นการประเมิน						รวม (4 คะแนน)	ผลการประเมิน
		ทำงานที่ได้รับมอบหมาย			ให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรม				
		2	1	0	2	1	0		
1									
2									
3									
4									
5									

ประเด็นการประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน		
	2	1	0
1. ทำงานที่ได้รับมอบหมาย	ทำงานที่ได้รับมอบหมายเมื่อครูสั่ง	ทำงานที่ได้รับมอบหมายเมื่อครูเตือน	ไม่ทำงานที่สั่งเลย
2. ให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรม	ตั้งใจทำกิจกรรมทันทีเมื่อครูบอก	ทำกิจกรรมเมื่อครูเตือนหลาย ๆ ครั้ง	ไม่สนใจในกิจกรรมเลย

เกณฑ์การประเมิน

4 คะแนน เท่ากับ ดีมาก

3 คะแนน เท่ากับ ดี

2 คะแนน เท่ากับ ปานกลาง

1 คะแนน เท่ากับ พอใช้

0 คะแนน เท่ากับ ควรปรับปรุง

*(ผ่านเกณฑ์ ตั้งแต่ระดับดีขึ้นไป)

(ตัวอย่างผลงานนักเรียน)

นาย อภิวัฒน์ เสาะหาคม เลขที่ 14 ม.3/5

แบบบันทึกกิจกรรมที่ 1

ตอนที่ 1 กิจกรรมเรื่อง อิเล็กโทรฟอรัส

จุดประสงค์

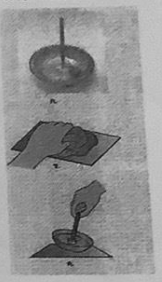
เพื่อศึกษาการถ่ายโอนพลังงานจากประจุไฟฟ้าที่เคลื่อนที่และการเกิดกระแสไฟฟ้า

วัสดุและอุปกรณ์

1. ถาดอะลูมิเนียม จำนวน 1 ถาด
2. หลอดดูด จำนวน 1 อัน
3. เทป 2 หน้า จำนวน 1 ม้วน
4. แผ่นใส่ จำนวน 1 แผ่น
5. กระดาษทิชชู จำนวน 1 แผ่น
6. หลอดนีออน จำนวน 1 หลอด

วิธีทำกิจกรรม

1. ตัดเทป 2 หน้าเป็นสี่เหลี่ยมขนาดประมาณ 1.5×1.5 cm^2 แล้วนำไปติดไว้ตรงกลางถาดอะลูมิเนียม จากนั้นติดหลอดดูดไว้กับเทป 2 หน้า เพื่อทำให้หลอดดูดเป็นที่จับดังรูป ก.



2. ถูกระดาษเยื่อกับแผ่นใส ดังรูป ข.
3. วางถาดอะลูมิเนียมลงบนแผ่นใสบริเวณที่ถูกถู ดังรูป ค.
4. จับที่ขาหลอดนีออนขาหนึ่งแล้วนำขาที่เหลือของหลอดไปแตะที่ขอบถาดด้านบน จากนั้นทำการสังเกตผล
5. จับหลอดดูดเพื่อยกถาดให้ขึ้นจากแผ่นใส และนำขาหลอดนีออนไปแตะที่ถาดอีกครั้งหนึ่ง จากนั้นทำการสังเกตผล

ผลการทำกิจกรรม

ลักษณะขั้นตอน	ผลการสังเกต
ขั้นที่ 4	หลอดไฟเกิดแสงสว่างเล็กน้อย
ขั้นที่ 5	หลอดไฟเกิดแสงน้อยเหมือนเดิม

สรุปผล

จากผลการทดลองพบว่า หลอดไฟสว่างเมื่อมีประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่จากถาดไปหลอดไฟทำให้มีการถ่ายโอนพลังงานไฟฟ้า เป็น พลังงานแสง

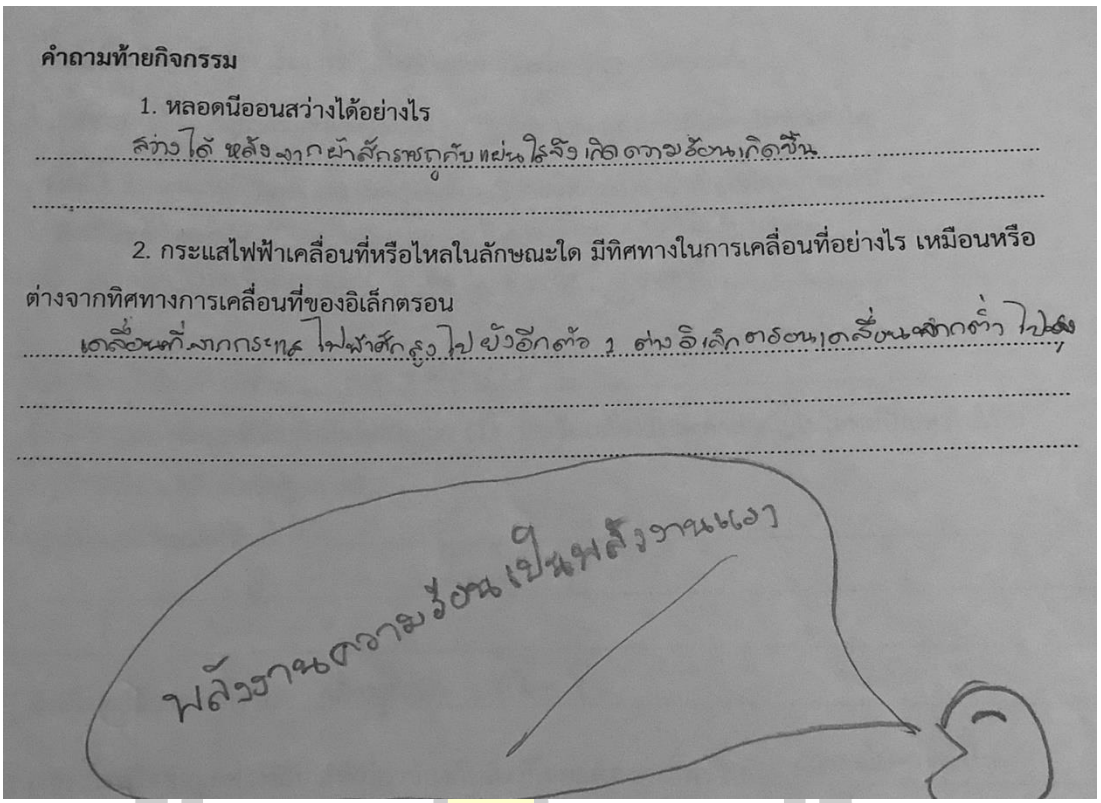
คำถามท้ายกิจกรรม

1. หลอดนีออนสว่างได้อย่างไร

สว่างได้ หลังจากผ่านสัญญาณแม่เหล็กไฟฟ้าจึงเกิดความร้อนเกิดขึ้น

2. กระแสไฟฟ้าเคลื่อนที่หรือไหลในลักษณะใด มีทิศทางในการเคลื่อนที่อย่างไร เหมือนหรือต่างจากทิศทางการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอน

เคลื่อนที่จากกระแสไฟฟ้าสูงไปยังอีกด้าน ส่วนอิเล็กตรอนเคลื่อนที่จากต่ำไปสูง



พหุน ปณฺ ฑิโต ชีเว

ตอนที่ 2 โจทย์ปัญหา เรื่อง กระแสไฟฟ้าและการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอน

1. แท่งแก้วอันหนึ่งสูญเสียอิเล็กตรอนไป 10^4 อิเล็กตรอน (N) แท่งแก้วมีประจุไฟฟ้าเท่าใด

ขั้นที่ 1 ศึกษาโจทย์ปัญหา (S) (นักเรียนต้องอธิบายและระบุคำสำคัญในโจทย์ปัญหา)

- สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ ① แท่งแก้วสูญเสียอิเล็กตรอน = 10^4 อิเล็กตรอน
② ประจุไฟฟ้าของอิเล็กตรอน = 1.6×10^{-19} คูลอมบ์

- สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ ประจุไฟฟ้า

ขั้นที่ 2 แปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ปัญหา (T) (นักเรียนต้องแปลงคำสำคัญในโจทย์ปัญหาไปเป็นสัญลักษณ์ทางฟิสิกส์หรือรูปภาพ)

- สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ ① $N = 10^4$
② $e = 1.6 \times 10^{-19}$ C

- สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ $Q = ?$

- หลักการหรือข้อมูลทางฟิสิกส์ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ เรื่อง ประจุไฟฟ้า

ขั้นที่ 3 หาคำตอบของโจทย์ปัญหา (A)

- สูตรที่ใช้ $Q = Ne$

- วิธีทำ 1) แทนค่าตัวแปรต่าง ๆ ในสมการ $Q = 10^4 (1.6 \times 10^{-19})$

2) แสดงการคำนวณ $Q = 10^{-15} (1.6)$

$Q = 1.6 \times 10^{-15}$ C

ตอบ Q มีค่า 1.6×10^{-15} หน่วย C = คูลอมบ์

ขั้นที่ 4 ทบทวนคำตอบ (R)

จาก $Q = Ne$

$1.6 \times 10^{-15} = 10^4 (1.6 \times 10^{-19})$

$1.6 \times 10^{-15} = 10^4 \times 1.6 \times 10^{-19}$

$1.6 \times 10^{-15} = 1.6 \times 10^{-15}$

สมการเป็นจริง

2. วัตถุมีประจุไฟฟ้า $+3.2\times10^{-5}$ คูลอมบ์ มีอิเล็กตรอนมากกว่าหรือน้อยกว่าโปรตรอนอยู่เท่าไร

ขั้นที่ 1 ศึกษาโจทย์ปัญหา (S) (นักเรียนต้องอธิบายและระบุคำสำคัญในโจทย์ปัญหา)

- สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ ① ประจุไฟฟ้า $= 3.2\times10^{-5}$ คูลอมบ์
② อิเล็กตรอน $= 1.6\times10^{-19}$ คูลอมบ์
- สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ อิเล็กตรอนมากกว่าหรือน้อยกว่าโปรตรอนอยู่เท่าไร

ขั้นที่ 2 แปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ปัญหา (T) (นักเรียนต้องแปลงคำสำคัญในโจทย์ปัญหาไปเป็นสัญลักษณ์ทางฟิสิกส์หรือรูปภาพ)

- สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ ① $Q = 3.2\times10^{-5}$ C
② $e = 1.6\times10^{-19}$ C
- สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ $N = ?$
- หลักการหรือข้อมูลทางฟิสิกส์ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ ประจุไฟฟ้า

ขั้นที่ 3 หาคำตอบของโจทย์ปัญหา (A)

- สูตรที่ใช้ $Q = Ne$ / $N = \frac{Q}{e}$
- วิธีทำ 1) แทนค่าตัวแปรต่าง ๆ ในสมการ $N = \frac{3.2\times10^{-5}}{1.6\times10^{-19}}$
2) แสดงการคำนวณ $N = \frac{2.2\times10^{-5}}{1.6\times10}$

$N = 2.\times10^{-14}$

ตอบ 2×10^{-14} หน่วย อนุภาค

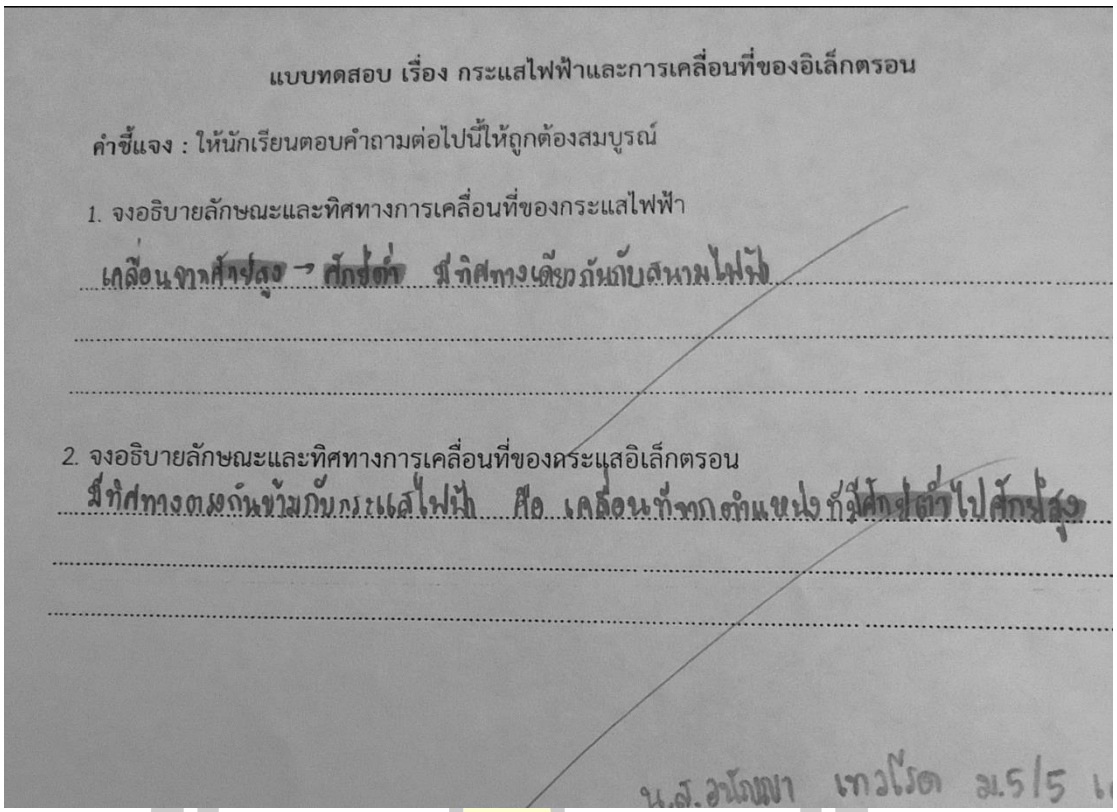
ขั้นที่ 4 ทบทวนคำตอบ (R)

จาก $N = \frac{Q}{e}$

$2\times10^{-10} = \frac{3.2\times10^{-5}}{1.6\times10^{-19}}$

$2\times10^{-10} = 9\times10^{14}$

* สมการเป็นจริง



แบบทดสอบ เรื่อง กระแสไฟฟ้าและการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอน

คำชี้แจง : ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้องสมบูรณ์

1. จงอธิบายลักษณะและทิศทางการเคลื่อนที่ของกระแสไฟฟ้า

เคลื่อนจากศักย์สูง → ศักย์ต่ำ มีทิศทางเดียวกันกับสนามไฟฟ้า

2. จงอธิบายลักษณะและทิศทางการเคลื่อนที่ของกระแสอิเล็กตรอน

มีทิศทางตรงกันข้ามกับกระแสไฟฟ้า คือ เคลื่อนที่จากตำแหน่งที่มีศักย์ต่ำไปศักย์สูง

น.ส.อนัญพา เทวโรต ม.5/5 เ

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4

กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ **รายวิชา ฟิสิกส์ 3 (ว 32223)**

ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 5 **ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562**

หน่วยการเรียนรู้ที่ 14 ไฟฟ้ากระแส **เรื่อง กฎของโอห์มและความต้านทานจำนวน**

เวลาที่สอน 2 ชั่วโมง

---

1. ผลการเรียนรู้

ข้อที่ 11 ทดลอง และอธิบายกฎของโอห์ม อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างกับความยาว พื้นที่หน้าตัด และสภาพต้านทานของตัวนำโลหะที่อุณหภูมิคงตัว และคำนวณที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งอธิบายและคำนวณความต้านทานสมมูลเมื่อนำตัวต้านทานมาต่อกันแบบอนุกรมและแบบขนาน

2. สาระสำคัญ

กฎของโอห์ม ใช้อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้ากับความต่างศักย์ไฟฟ้า และกระแสไฟฟ้ากับความต้านทาน มีใจความว่า เมื่ออุณหภูมิคงตัว กระแสไฟฟ้าในตัวนำโลหะความต่างศักย์ที่ปลายทั้งสองและความต้านทานของตัวนำนั้นมีความสัมพันธ์กันตามกฎของโอห์มเขียนแทนได้ด้วยสมการ $I = \left(\frac{1}{R}\right)\Delta V$

3. จุดประสงค์

1. นักเรียนสามารถอธิบายกฎของโอห์มได้
2. นักเรียนสามารถคำนวณกฎของโอห์มได้
3. นักเรียนรับผิดชอบต่อหน้าที่และงานที่ได้รับมอบหมาย

4. สาระการเรียนรู้

- กฎของโอห์มและความต้านทาน

5. กิจกรรม/กระบวนการเรียนรู้ (การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้)

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) (10 นาที)

1) ครูตั้งคำถามเพื่อทบทวนความรู้เดิมเรื่องกระแสไฟฟ้า โดยตั้งคำถามว่า “เมื่อแบตเตอรี่ต่ออยู่กับหลอดไฟ เมื่อเพิ่มหรือลดจำนวนแบตเตอรี่ เช่น เพิ่มจำนวนแบตเตอรี่จาก 2 เป็น 3 ก้อน หรือ ลดจำนวนแบตเตอรี่จาก 2 เป็น 1 หลอด หลอดไฟที่เกิดขึ้นจะมีลักษณะเป็นอย่างไร” (แนวคำตอบ ถ้าเพิ่มแบตเตอรี่หลอดไฟฟ้าจะสว่างขึ้น และถ้าลดแบตเตอรี่หลอดไฟก็จะลดความสว่างลง)

1.1) เหตุใดหลอดไฟจึงให้ความสว่างที่แตกต่างกัน (แนวคำตอบ กระแสไฟฟ้าที่ผ่านสายไฟและหลอดไฟมีการเปลี่ยนแปลง)

1.2) ถ้าลองเปลี่ยนจากการใช้สายไฟต่อระหว่างหลอดไฟกับแบตเตอรี่เป็นวัสดุต่าง ๆ เช่น อะลูมิเนียม ทองแดง เหล็ก กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านหลอดไฟจะเป็นอย่างไร (แนวคำตอบ กระแสไฟฟ้าที่ผ่านหลอดไฟจะแตกต่างไปจากเดิม)

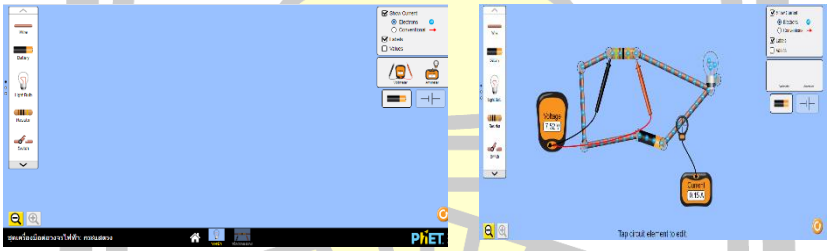
1.3) ดังนั้นจำนวนแบตเตอรี่มีความสัมพันธ์อย่างไรกับกระแสไฟฟ้าที่ผ่านลวดตัวนำ (แนวคำตอบ จำนวนแบตเตอรี่แปรผันตรงกระแสไฟฟ้า)

2) ชนิดของวัสดุที่ใช้ทำลวดตัวนำส่งผลอย่างไรกับกระแสไฟฟ้า (นักเรียนแต่ละคนจะตอบแตกต่างกัน เพราะจะเข้าใจแตกต่างกันตามประสบการณ์ของนักเรียน ครูจะให้นักเรียนค้นหาคำตอบโดยการช่วยกันทำการทดลอง โดยที่ครูยังไม่เฉลย แต่กระตุ้นให้เด็กหาคำตอบ)

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) (40 นาที)

1) ให้นักเรียนแบ่งกลุ่มกันอย่างอิสระ กลุ่มละ 6-7 คน เพื่อส่งเสริมการทำงานร่วมกันของนักเรียนและเพื่อให้นักเรียนสามารถแสดงความคิดเห็นในการแก้ปัญหาได้อย่างอิสระ เพียงแต่สมาชิกในกลุ่มอย่างน้อย 1-2 จะต้องสามารถเอาอินเตอร์เน็ตได้

2) ให้นักเรียนในกลุ่มเข้าไปใช้แบบจำลองการต่อวงจรไฟฟ้ากระแส โดยการต่อถ่านไฟฉายเข้ากับแอมมิเตอร์ โวลต์มิเตอร์ ตัวต้านทานและหลอดไฟ จากโปรแกรม (ดังรูป) จากเว็บไซต์ https://phet.colorado.edu/sims/html/circuit-construction-kit-dc/latest/circuit-construction-kit-dc_th.html



2.1) จากนั้นให้กับนักเรียนแต่ละกลุ่มทำการวางแผนแบ่งหน้าที่ในการทำงานและทำการทดลองการกฎของโอห์ม เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้าที่ผ่านลวดตัวนำกับความต่างศักย์ระหว่างปลายของลวดตัวนำ ที่เกี่ยวข้องกับกฎของโอห์ม จากอุปกรณ์ที่ครูเตรียมไว้ให้ ประกอบไปด้วย เว็บไซต์แบบจำลอง และแบบบันทึกกิจกรรม

2.2) ให้นักเรียนดำเนินการตามแผนที่วางไว้ และบันทึกผลลงแบบบันทึกกิจกรรมที่ 4

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) (20 นาที)

1) สุ่มตัวแทนนักเรียนออกมานำเสนอผลการทำกิจกรรมที่กลุ่มของตัวเองได้ทำการศึกษามาให้เพื่อน ๆ ฟัง และนำเสนอความคิดเห็นหรือปัญหาที่เกิดขึ้นจากการทำกิจกรรม จากนั้นให้กลุ่มที่มีผลการทดลองที่แตกต่างหรือความคิดเห็นที่แตกต่างว่าเกิดความแตกต่างเพราะเหตุใด

2) จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันสรุปให้ได้สาระสำคัญ

- เมื่อนักเรียนเพิ่มจำนวนของแบตเตอรี่ขึ้นเรื่อย ๆ ผลที่เกิดขึ้นกับกระไฟฟ้าเป็นอย่างไรบ้าง (แนวคำตอบ มีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้น)

-และผลที่เกิดขึ้นกับความต่างศักย์เป็นอย่างไรบ้าง (แนวคำตอบ มีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้น)

- ดังนั้นกระแสไฟฟ้ากับความต่างศักย์มีความสัมพันธ์กันอย่างไร (แนวคำตอบ กระแสไฟฟ้าแปรผันตรงกับความต่างศักย์)

- กราฟระหว่างกระแสไฟฟ้ากับความต่างศักย์จะมีลักษณะเป็นอย่างไร (แนวคำตอบ เป็นกราฟเส้นตรงผ่านจัดกำเนิด)

- ในการทดลองนี้ ปริมาณใดที่ไม่เปลี่ยนแปลง แม้จะเพิ่มจำนวนแบตเตอรี่ (แนวคำตอบ ตัวต้านทาน)

- ค่าที่ไม่เปลี่ยนแปลงนั้นทางฟิสิกส์นิยมเรียกว่าอย่างไร (แนวคำตอบ ค่าคงที่ k)

- ดังนั้นสามารถสรุปความสัมพันธ์ของกระแสไฟฟ้า ความต่างศักย์ ตัวต้านทานได้ว่า (แนวคำตอบ กระแสไฟฟ้าแปรผันตรงกับความต่างศักย์ จะได้ I=kΔV)

- แล้วหากครูกำหนดให้ R เป็นค่าคงตัวอีกค่าหนึ่ง โดยที่ k=$\frac{1}{R}$ เราจะหาความสัมพันธ์ของ I, V, R ได้ว่าอย่างไร (แนวคำตอบ $I \propto \Delta V, I \propto 1/R$) และเมื่อ R คือความต้านทาน เราสามารถคำนวณหากระแสไฟฟ้าได้อย่างไร (แนวคำตอบ $I = \left(\frac{1}{R}\right)\Delta V$)

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) (20 นาที)

1) ครูยกตัวอย่างสถานการณ์โจทย์ปัญหาจากแบบบันทึกกิจกรรมที่ 4 ตอนที่ 2 ข้อที่ 1 ที่เกี่ยวข้องกับความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้าที่ผ่านลวดตัวนำกับความต่างศักย์ระหว่างปลายของลวดตัวนำ โดยเสนอโจทย์ว่า “ลวดตัวนำโลหะเส้นหนึ่ง ต่อกับแบตเตอรี่ที่ให้ความต่างศักย์ระหว่าปลายเท่ากับ 12 โวลต์ วัดกระแสไฟฟ้าที่ป่านลวดตัวนำนี้ได้ 2.4 แอมแปร์ หากเพิ่มความต่างศักย์ระหว่างปลายเป็น 18 โวลต์ จะวัดกระแสไฟฟ้าที่ผ่านลวดตัวนำนี้ได้เท่าใด กำหนดให้อุณหภูมิของลวดตัวนำคงตัว” จากนั้นครูเสนอวิธีการแก้โจทย์ให้กับนักเรียนโดยใช้วิธีการแก้โจทย์ปัญหาตามขั้นตอนของ S-T-A-R และแนะนำขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาและแสดงวิธีทำไปพร้อม ๆ กับนักเรียน

2) ให้นักเรียนในแต่ละกลุ่มทำแบบบันทึกกิจกรรมที่ 1 ตอนที่ 2 ในข้อที่เหลือโดยให้นักเรียนใช้วิธีการแก้โจทย์ปัญหาตามขั้นตอนของ S-T-A-R ตามที่ครูได้ทำการเสนอวิธีการแก้โจทย์ปัญหา

3) ทำการสุ่มตัวแทนนักเรียนออกมาเฉลยและแสดงวิธีในการแก้โจทย์ปัญหาหน้าชั้นเรียน โดยให้ครูและเพื่อนนักเรียนในกลุ่มที่เหลือช่วยตรวจสอบความถูกต้องร่วมกัน

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมิน (Evaluation) (15 นาที)

1) นักเรียนทำแบบทดสอบเป็นรายบุคคล เพื่อประเมินความเข้าใจของผู้เรียนหลังการจัดการเรียนรู้

2) ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยแบบทดสอบ โดยสุ่มเลขที่นักเรียนขึ้นมาเพื่อมาเฉลยแบบทดสอบร่วมกัน

6. การวัดและประเมินผล

จุดประสงค์	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การผ่านการประเมิน
นักเรียนสามารถอธิบายกฎของโอห์มได้	แบบทดสอบ	นักเรียนได้คะแนนแบบทดสอบร้อยละ 70 ขึ้นไป
นักเรียนสามารถคำนวณกฎของโอห์มได้	แบบบันทึกกิจกรรม	นักเรียนได้คะแนนแบบบันทึกกิจกรรมร้อยละ 70 ขึ้นไป
นักเรียนรับผิดชอบต่อหน้าที่และงานที่ได้รับมอบหมาย	แบบสังเกตพฤติกรรม	นักเรียนได้คะแนนจากแบบสังเกตระดับดีขึ้นไป

7. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. หนังสือเรียนรายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม เล่ม 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานปี 2560

2. ฐานข้อมูลบนอินเตอร์เน็ต

3. แบบบันทึกกิจกรรม

8. เอกสารอ้างอิง

1. หนังสือเรียนรายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม เล่ม 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานปี 2560

พหุน ปณฺฑิโต ชีเว

9. บันทึกผลการจัดการเรียนรู้

1. ผลที่เกิดขึ้นกับนักเรียนหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

.....

.....

.....

2. ปัญหาที่พบระหว่างเรียน

.....

.....

.....

.....

.....

3. ข้อเสนอแนะจากการจัดกิจกรรม/แนวทางแก้ไข

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นางสาวรัตนพร บูรณะพล)

นิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู

ข้อเสนอแนะของครูพี่เลี้ยง

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นางศิรินทร์พร ชลารักษ์)

พหุน ปณ ฑิโต ชีวะ

แบบบันทึกกิจกรรมที่ 4

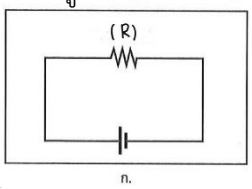
<u>ตอนที่ 1</u> การทดลองเรื่องกฎของโอห์ม

จุดประสงค์

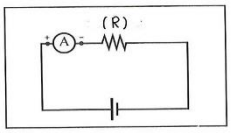
เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้าที่ผ่านลวดตัวนำกับความต่างศักย์ระหว่างปลายของลวดตัวนำ

วิธีทำกิจกรรม

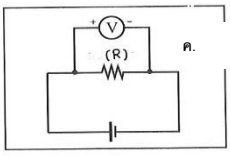
1. เปิดเว็บไซต์แบบจำลองการทดลองการต่อวงจร
2. เลือกอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับการต่อวงจร ประกอบด้วย สายไฟ แบตเตอรี่ หลอดไฟ ตัวต้านทาน โวลต์มิเตอร์และแอมมิเตอร์ (ครูจะกำหนดค่าความต้านทานให้แต่ละกลุ่มต่างกัน)
3. นำตัวต้านทาน 1 ตัว ต่ออนุกรมเข้ากับแบตเตอรี่จำนวน 1 ก้อน และหลอดไฟ (ดังรูป ก.)
4. ต่อแอมมิเตอร์เข้ากับวงจร เพื่อวัดกระแสไฟฟ้าในวงจร (ดังรูป ข.)
5. จากนั้นนำโวลต์มิเตอร์ไปต่อคร่อมกับตัวต้านทานเพื่อวัดความต่างศักย์ไฟฟ้า (ดังรูป ค.) โดยลักษณะของของโปรแกรมจะเป็น (ดังรูป ง.)
6. อ่านและบันทึกค่าความต้านทาน ความต่างศักย์ และกระแสไฟฟ้า
7. ทดลองซ้ำข้อ 5 และ 6 โดยเปลี่ยนจำนวนแบตเตอรี่จำนวน 2 3 4 ก้อน ตามลำดับ



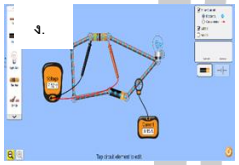
ก.



ข.



ค.

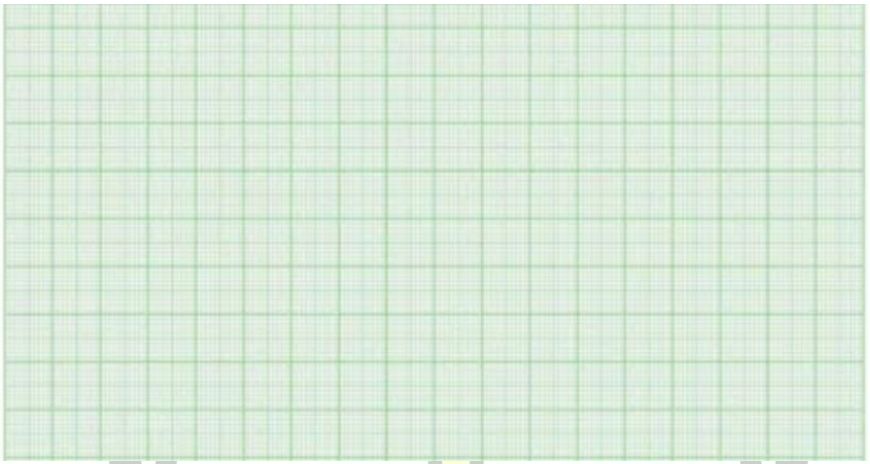

ง.

8. นำข้อมูลที่ได้ไปเขียนกราฟ โดยให้กระแสไฟฟ้าอยู่บนแกนตั้ง และความต่างศักย์อยู่บนแกนนอน

ผลการทำกิจกรรม

จำนวนแบตเตอรี่	ค่าความต้านทาน (Ω)	กระแสไฟฟ้า (A)	ค่าความต่างศักย์ (V)

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว



สรุปผล

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามท้ายกิจกรรม

- กราฟระหว่างกระแสไฟฟ้ากับความต่างศักย์มีลักษณะอย่างไร

- จากกราฟที่ได้ กระแสไฟฟ้ากับความต่างศักย์มีความสัมพันธ์กันอย่างไร

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

<u>ตอนที่ 2</u> โจทย์ปัญหา เรื่อง กฎของโอห์มและความต้านทาน

1. ลวดตัวนำโลหะเส้นหนึ่ง ต่อกับแบตเตอรี่ที่ให้ความต่างศักย์ระหว่าปลายเท่ากับ 12 โวลต์ วัดกระแสไฟฟ้าที่ป่านลวดตัวนำนี้ได้ 2.4 แอมแปร์ หากเพิ่มความต่างศักย์ระหว่างปลายเป็น 18 โวลต์ จะวัดกระแสไฟฟ้าที่ผ่านลวดตัวนำนี้ได้เท่าใด กำหนดให้อุณหภูมิของลวดตัวนำคงตัว

ขั้นที่ 1 ศึกษาโจทย์ปัญหา (S) (นักเรียนต้องอธิบายและระบุคำสำคัญในโจทย์ปัญหา)

- สิ่งที่โจทย์กำหนดให้.....
- สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ.....

ขั้นที่ 2 แปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ปัญหา (T) (นักเรียนต้องแปลงคำสำคัญในโจทย์ปัญหาไปเป็นสัญลักษณ์ทางฟิสิกส์หรือรูปภาพ)

- สิ่งที่โจทย์กำหนดให้.....
- สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ.....
- หลักการหรือข้อมูลทางฟิสิกส์ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ

.....

ขั้นที่ 3 หาคำตอบของโจทย์ปัญหา (A)

- สูตรที่ใช้.....
- <u>วิธีทำ</u> 1) แทนค่าตัวแปรต่าง ๆ ในสมการ.....

2) แสดงการคำนวณ

.....

.....

.....

.....

<u>ตอบ</u> ..... หน่วย .....

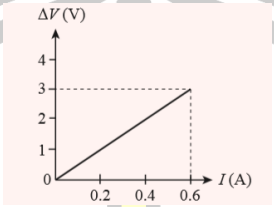
ขั้นที่ 4 ทบทวนคำตอบ (R)

.....

.....

.....

2. จากการทดลองวัดความต่างศักย์ระหว่างปลายของตัวต้านทาน และกระแสไฟฟ้าที่ผ่าน ตัวต้านทานซึ่งต่ออยู่กับแหล่งกำเนิดไฟฟ้า เขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์และกระแสไฟฟ้าได้กราฟ ดังรูป จงหาความต้านทานของตัวต้านทาน



ขั้นที่ 1 ศึกษาโจทย์ปัญหา (S) (นักเรียนต้องอธิบายและระบุคำสำคัญในโจทย์ปัญหา)

- สิ่งที่โจทย์กำหนดให้.....
- สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ.....

ขั้นที่ 2 แปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ปัญหา (T) (นักเรียนต้องแปลงคำสำคัญในโจทย์ปัญหาไปเป็นสัญลักษณ์ทางฟิสิกส์หรือรูปภาพ)

- สิ่งที่โจทย์กำหนดให้.....
- สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ.....
- หลักการหรือข้อมูลทางฟิสิกส์ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ

.....

ขั้นที่ 3 หาคำตอบของโจทย์ปัญหา (A)

- สูตรที่ใช้.....
- วิธีทำ 1) แทนค่าตัวแปรต่าง ๆ ในสมการ.....

2) แสดงการคำนวณ

.....

.....

.....

.....

ตอบ ..... หน่วย .....

ขั้นที่ 4 ทบทวนคำตอบ (R)

.....

.....

.....

ประเมินแบบทดสอบ (ด้านความรู้)

เรื่อง กฎของโอห์มและความต้านทาน

คำชี้แจง : ทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับพฤติกรรมของนักเรียน

วันที่ประเมิน ...../...../.....

เลขที่	ชื่อ	คำตอบข้อที่ 1						คำตอบข้อที่ 2			รวม (คะแนนเต็ม 6 คะแนน)	เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70
		ด้านการอธิบายความหมายกฎของโอห์ม			ด้านการระบุความสัมพันธ์ของตัวแปรที่เกี่ยวข้อง			ด้านการระบุสมการในการคำนวณ				
		2	1	0	2	1	0	2	1	0		

พหุน ปณฺฑิโต ชีเว

เกณฑ์ประเมินด้านความรู้

คำตอบข้อที่	รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
		2	1	0
1	ด้านการอธิบายความหมายกฎของโอห์ม	อธิบายความหมายกฎของโอห์ม ได้ถูกต้องสมบูรณ์ทั้งหมด	อธิบายความหมายกฎของโอห์มได้ถูกต้องเพียงบางส่วนเท่านั้น	ไม่เขียนคำตอบ
	ด้านการระบุความสัมพันธ์ของตัวแปรที่เกี่ยวข้อง	ระบุความสัมพันธ์ของตัวแปรที่เกี่ยวข้องได้ถูกต้องสมบูรณ์ทั้งหมด	ระบุความสัมพันธ์ของตัวแปรที่เกี่ยวข้องได้ถูกต้องเพียงบางส่วนเท่านั้น	ไม่เขียนคำตอบ
2	ด้านการระบุสมการในการคำนวณ	ระบุสมการในการคำนวณได้ถูกต้อง	ระบุสมการในการคำนวณไม่ถูกต้อง	ไม่เขียนคำตอบ

เกณฑ์การประเมิน

5 – 6 คะแนน เท่ากับ ร้อยละ 80 ขึ้นไป

3 – 4 คะแนน เท่ากับ ร้อยละ 50 ขึ้นไป

0 – 2 คะแนน เท่ากับ น้อยกว่า ร้อยละ 50

*(ผ่านเกณฑ์ ตั้งแต่ 4.2 คะแนน)

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

แบบประเมินความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์

เรื่อง กฎของโอห์มและความต้านทาน

วันที่ประเมิน .....//...../.....

เลขที่	ชื่อ-สกุล	ข้อที่ 1	ข้อที่ 2	รวมคะแนน	เทียบกับเกณฑ์
		17คะแนน	17คะแนน	(34 คะแนน)	ร้อยละ 70

เกณฑ์ประเมินความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์

ขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาตามกลวิธี STAR		**เกณฑ์การให้คะแนน**		
		0	**1**	**2**
ศึกษาโจทย์ปัญหา	1.1 ด้านการระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้	ไม่สามารถระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้ได้	สามารถระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้ถูกต้องเพียงบางส่วนเท่านั้น	สามารถระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้ได้ถูกต้องสมบูรณ์ทั้งหมด
	1.2 ด้านการระบุสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ	ไม่สามารถระบุสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้	สามารถระบุสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้ถูกต้อง	-

เกณฑ์ประเมินความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ (ต่อ)

ขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาตามกลวิธี STAR		เกณฑ์การให้คะแนน		
		0	1	2
แปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ปัญหา	2.1 ด้านการแปลงสิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้ไปเป็นสัญลักษณ์ทางฟิสิกส์ หรือรูปภาพ	ไม่สามารถแปลงสิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้ไปเป็นเป็นสัญลักษณ์ทางฟิสิกส์ หรือรูปภาพได้	สามารถแปลงสิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้ไปเป็นเป็นสัญลักษณ์ทางฟิสิกส์ หรือรูปภาพได้ถูกต้องเพียงบางส่วนเท่านั้น	สามารถแปลงสิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้ไปเป็นเป็นสัญลักษณ์ทางฟิสิกส์ หรือรูปภาพได้ถูกต้องสมบูรณ์ทั้งหมด
	2.2 ด้านการแปลงสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบไปเป็นสัญลักษณ์ทางฟิสิกส์	ไม่สามารถแปลงสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบไปเป็นสัญลักษณ์ทางฟิสิกส์ได้	สามารถแปลงสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบไปเป็นสัญลักษณ์ทางฟิสิกส์ได้	-
	2.3 ด้านการระบุหลักการหรือข้อมูลทางฟิสิกส์ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ	ไม่สามารถระบุหลักการหรือข้อมูลทางฟิสิกส์ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้	สามารถระบุหลักการหรือข้อมูลทางฟิสิกส์ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ ซึ่งจะสามารถระบุความรู้ที่เป็นพื้นฐานของหลักการหรือหน่วยการเรียนรู้นั้นได้	สามารถระบุหลักการหรือข้อมูลทางฟิสิกส์ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ ซึ่งจะสามารถระบุความรู้ในส่วนหลักการที่เป็นองค์ประกอบย่อยหรือหน่วยการเรียนรู้ย่อยนั้นได้
หาคำตอบของโจทย์ปัญหา	3.1 ด้านการกำหนดสมการที่ใช้	ไม่สามารถกำหนดสมการที่ใช้ในการคำนวณหาสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้	สามารถกำหนดสมการที่ใช้ในการคำนวณหาสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้	-

เกณฑ์ประเมินความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ (ต่อ)

ขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาตามกลวิธี STAR		เกณฑ์การให้คะแนน		
		0	1	2
	3.3 ด้านกระบวนการในการคำนวณ	ไม่สามารถแสดงกระบวนการในการคำนวณได้	สามารถแสดงกระบวนการในการคำนวณได้แต่ยังขาดความละเอียดชัดเจนของขั้นการคำนวณ	สามารถแสดงกระบวนการในการคำนวณได้อย่างถูกต้องละเอียดชัดเจน
	3.4 ด้านคำตอบ	ไม่สามารถระบุคำตอบและหน่วยทางฟิสิกส์ได้	สามารถระบุคำตอบหรือหน่วยทางฟิสิกส์ได้ถูกต้องเพียงอย่างใดอย่างหนึ่ง	สามารถระบุคำตอบและหน่วยทางฟิสิกส์ได้ถูกต้องสมบูรณ์
	3.2 ด้านการแทนค่าตัวแปรต่าง ๆ ในสมการ	ไม่สามารถแทนค่าตัวแปรในสมการที่นำมาใช้ได้	สามารถแทนค่าตัวแปรในสมการที่นำมาใช้ได้ถูกต้องเพียงบางส่วนเท่านั้น	สามารถนำค่าตัวแปรแทนในสมการที่นำมาใช้ได้อย่างถูกต้องสมบูรณ์ทั้งหมด
การทบทวนคำตอบ	4.1 ด้านการตรวจสอบคำตอบ	ไม่แสดงวิธีตรวจสอบคำตอบ	สามารถแสดงวิธีตรวจสอบคำตอบได้แต่ขาดความสมเหตุสมผล	สามารถแสดงวิธีการตรวจสอบคำตอบได้สมบูรณ์สมเหตุสมผล

เกณฑ์การประเมิน

24 – 34 คะแนน เท่ากับ ร้อยละ 70 ขึ้นไป

17 – 23 คะแนน เท่ากับ ร้อยละ 50 ขึ้นไป

0 – 16 คะแนน เท่ากับ น้อยกว่า ร้อยละ 50

*(ผ่านเกณฑ์ ตั้งแต่ 24 คะแนน)

พหุน ปณฺฑิโต ชีเว

แบบประเมินการมีส่วนร่วมในการเรียน

เลขที่	ชื่อ - สกุล	ประเด็นการประเมิน						รวม (4 คะแนน)	ผลการประเมิน
		ทำงานที่ได้รับมอบหมาย			ให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรม				
		2	1	0	2	1	0		
1									
2									
3									
4									
5									

ประเด็นการประเมิน	**เกณฑ์การให้คะแนน**		
	2	**1**	**0**
1. ทำงานที่ได้รับมอบหมาย	ทำงานที่ได้รับมอบหมายเมื่อครูสั่ง	ทำงานที่ได้รับมอบหมายเมื่อครูเตือน	ไม่ทำงานที่สั่งเลย
2. ให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรม	ตั้งใจทำกิจกรรมทันทีเมื่อครูบอก	ทำกิจกรรมเมื่อครูเตือนหลาย ๆ ครั้ง	ไม่สนใจในกิจกรรมเลย

เกณฑ์การประเมิน

4 คะแนน เท่ากับ ดีมาก

3 คะแนน เท่ากับ ดี

2 คะแนน เท่ากับ ปานกลาง

1 คะแนน เท่ากับ พอใช้

0 คะแนน เท่ากับ ควรปรับปรุง

*(ผ่านเกณฑ์ ตั้งแต่ระดับดีขึ้นไป

(ตัวอย่างผลงานนักเรียน)

น.ส. กมลชนก บุบผัง ชั้น ม.5/5 เลขที่ 14

แบบบันทึกกิจกรรมที่ 4

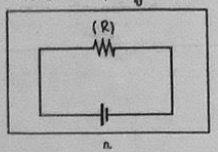
ตอนที่ 1 การทดลองเรื่องกฎของโอห์ม

จุดประสงค์

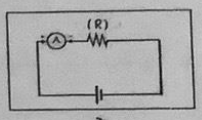
เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้าที่ผ่านลวดตัวนำกับความต่างศักย์ระหว่างปลายของลวดตัวนำ

วิธีทำกิจกรรม

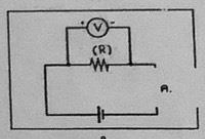
1. เปิดเว็บไซต์แบบจำลองการทดลองการต่อวงจร
2. เลือกอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับการต่อวงจร ประกอบด้วย สายไฟ แบตเตอรี่ หลอดไฟ ตัวต้านทาน โวลต์มิเตอร์และแอมมิเตอร์ (ครูจะกำหนดค่าความต้านทานให้แต่ละกลุ่มต่างกัน)
3. นำตัวต้านทาน 1 ตัว ต่ออนุกรมเข้ากับแบตเตอรี่จำนวน 1 ก้อน และหลอดไฟ (ดังรูป ก.)
4. ต่อแอมมิเตอร์เข้ากับวงจร เพื่อวัดกระแสไฟฟ้าในวงจร (ดังรูป ข.)
5. จากนั้นนำโวลต์มิเตอร์ไปต่อคร่อมกับตัวตานท้านเพื่อวัดความต่างศักย์ไฟฟ้า (ดังรูป ค.) โดยลักษณะของของโปรแกรมจะเป็น (ดังรูป ง.)
6. อ่านและบันทึกค่าความต้านทาน ความต่างศักย์ และกระแสไฟฟ้า
7. ทดลองซ้ำข้อ 5 และ 6 โดยเปลี่ยนจำนวนแบตเตอรี่จำนวน 2 3 4 ก้อน ตามลำดับ



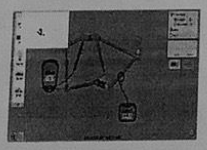
ก.



ข.

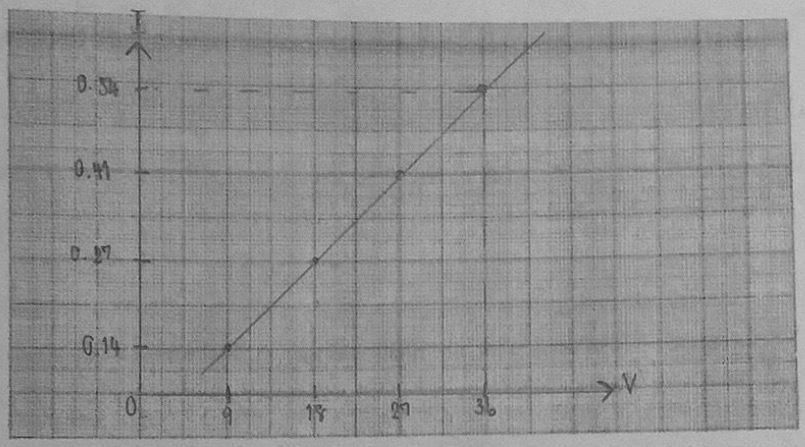


ค.


8. นำข้อมูลที่ได้ไปเขียนกราฟ โดยให้กระแสไฟฟ้าอยู่บนแกนตั้ง และความต่างศักย์อยู่บนแกนนอน

ผลการทำกิจกรรม

จำนวนแบตเตอรี่	ค่าความต้านทาน (Ω)	กระแสไฟฟ้า (A)	ค่าความต่างศักย์ (V)
1	56	0.14	9
2	56	0.27	18
3	56	0.41	27
4	56	0.54	36



สรุปผล

ถ้าเพิ่มแบตจะมี I เพิ่ม V จะเพิ่ม

คำถามท้ายกิจกรรม

- กราฟระหว่างกระแสไฟฟ้ากับความต่างศักย์มีลักษณะอย่างไร

  เพิ่มขึ้น

- จากกราฟที่ได้ กระแสไฟฟ้ากับความต่างศักย์มีความสัมพันธ์กันอย่างไร

  ตรงกัน

ตอนที่ 2 โจทย์ปัญหา เรื่อง กฎของโอห์มและความต้านทาน

1. ลวดตัวนำโลหะเส้นหนึ่ง ต่อกับแบตเตอรี่ที่ให้ความต่างศักย์ระหว่างปลายเท่ากับ 12 โวลต์ วัดกระแสไฟฟ้าที่ผ่านลวดตัวนำนี้ได้ 2.4 แอมแปร์ หากเพิ่มความต่างศักย์ระหว่างปลายเป็น 18 โวลต์ จะวัดกระแสไฟฟ้าที่ผ่านลวดตัวนำนี้ได้เท่าใด กำหนดให้อุณหภูมิของลวดตัวนำคงตัว

ขั้นที่ 1 ศึกษาโจทย์ปัญหา (S) (นักเรียนต้องอธิบายและระบุคำสำคัญในโจทย์ปัญหา)

- สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ 1) ค. ต่างศักย์ = 12 โวลต์
  2) กระแสไฟฟ้า = 2.4 แอมแปร์
  3) เพิ่ม ค. ต่างศักย์ = 18 โวลต์
- สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ กระแสไฟฟ้าจะเป็นเท่าใด

ขั้นที่ 2 แปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ปัญหา (T) (นักเรียนต้องแปลงคำสำคัญในโจทย์ปัญหาไปเป็นสัญลักษณ์ทางฟิสิกส์หรือรูปภาพ)

- สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ 1) $\Delta V_1 = 12$ V
  2) $I_1 = 2.4$ A
  3) $\Delta V_2 = 18$ V

1 = ก่อนเพิ่ม ΔV
2 = หลังเพิ่ม ΔV

- สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ $I_2 = ?$
- หลักการหรือข้อมูลทางฟิสิกส์ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ กฎของโอห์ม

ขั้นที่ 3 หาคำตอบของโจทย์ปัญหา (A)

- สูตรที่ใช้ $I_1 = \left(\frac{1}{R_1}\right)\Delta V_1$ —① , $I_2 = \left(\frac{1}{R_1}\right)\Delta V_2$ —② ∵ R เท่ากัน
- วิธีทำ 1) แทนค่าตัวแปรต่าง ๆ ในสมการ แทน ① ก่อน $2.4 = \left(\frac{1}{R_1}\right)(12)$

2) แสดงการคำนวณ

$\therefore R_1 = \frac{12}{2.4} = 5\ \Omega$

แทน ② จะได้ $I_2 = \left(\frac{1}{5}\right)(18)$

$I_2 = \frac{18}{5}$

$I_2 = 3.6$ A

ตอบ I_2 มีค่า 3.6 หน่วย A

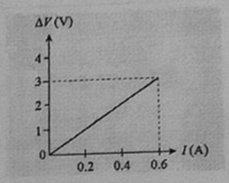
ขั้นที่ 4 ทบทวนคำตอบ (R)

$I_2 = \left(\frac{1}{R_1}\right)\Delta V_2$ แทนได้ $3.6 = \left(\frac{1}{5}\right)(18)$

$3.6 = \frac{18}{5}$

$\therefore \quad 18 = 18$ #

2. จากการทดลองวัดความต่างศักย์ระหว่างปลายของตัวต้านทาน และกระแสไฟฟ้าที่ผ่าน ตัวต้านทาน ซึ่งต่ออยู่กับแหล่งกำาเนิดไฟฟ้า เขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์และกระแสไฟฟ้าได้กราฟ ดังรูป จงหาความต้านทานของตัวต้านทาน



ขั้นที่ 1 ศึกษาโจทย์ปัญหา (S) (นักเรียนต้องอธิบายและระบุคำสำคัญในโจทย์ปัญหา)

- สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ 1) ค.ต่างศักย์ 3 โวลต์
  2) กระแสไฟฟ้า 0.6 แอมแปร์
- สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ ค.ต้านทานของตัวต้านทาน

ขั้นที่ 2 แปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ปัญหา (T) (นักเรียนต้องแปลงคำสำคัญในโจทย์ปัญหาไปเป็นสัญลักษณ์ทางฟิสิกส์หรือรูปภาพ)

- สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ 1) $I = 0.6$ A
  2) $\Delta V = 3$ V
- สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ $R = ?$
- หลักการหรือข้อมูลทางฟิสิกส์ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ กฎของโอห์ม

ขั้นที่ 3 หาคำตอบของโจทย์ปัญหา (A)

- สูตรที่ใช้ $I = \left(\frac{1}{R}\right)\Delta V$
- วิธีทำ 1) แทนค่าตัวแปรต่าง ๆ ในสมการ $0.6 = \left(\frac{1}{R}\right)(3)$

2) แสดงการคำนวณ

$$R = \frac{3}{0.6}$$

$$= 5$$

ตอบ $R = 5$ หน่วย Ω

ขั้นที่ 4 ทบทวนคำตอบ (R)

$I = \left(\frac{1}{R}\right)\Delta V$

$0.6 = \left(\frac{1}{5}\right)(3)$

$0.6 = 0.6$

$0.6 = 0.6$

∴ สมการเป็นจริง ✱

3. ต่อหลอดไฟที่มีความต้านทาน 3.0 โอห์ม กับแบตเตอรี่ขนาด 1.5 โวลต์ จะมีกระแสไฟฟ้าที่ผ่านหลอดไฟเท่าใด

ขั้นที่ 1 ศึกษาโจทย์ปัญหา (S) (นักเรียนต้องอธิบายและระบุคำสำคัญในโจทย์ปัญหา)

- สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ 1) ค.ต้านทาน 3.0 โอห์ม
  2) แบตเตอรี่ขนาด 0.5 โวลต์
- สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ กระแสไฟฟ้าที่ผ่านหลอดไฟเท่าใด

ขั้นที่ 2 แปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ปัญหา (T) (นักเรียนต้องแปลงคำสำคัญในโจทย์ปัญหาไปเป็นสัญลักษณ์ทางฟิสิกส์หรือรูปภาพ)

- สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ 1) $R = 3\ \Omega$
  2) $\Delta V = 0.5\ V$

พหุน ปณ ฑิโต ชิ

- สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ $I = ?$

- หลักการหรือข้อมูลทางฟิสิกส์ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ กฎของโอห์ม

ขั้นที่ 3 หาคำตอบของโจทย์ปัญหา (A)

- สูตรที่ใช้ $I = \left(\frac{1}{R}\right)\Delta V$

- วิธีทำ 1) แทนค่าตัวแปรต่าง ๆ ในสมการ $I = \left(\frac{1}{0.3}\right)(1.5)$

2) แสดงการคำนวณ $= \frac{1.5}{0.3}$

$= 5$

ตอบ $I = 5$ หน่วย A

ขั้นที่ 4 ทบทวนคำตอบ (R)

$I = \left(\frac{1}{R}\right)\Delta V$

$5 = \left(\frac{1}{0.3}\right)(1.5)$

$5 = 5$

∴ สมการเป็นจริง #

พหุน ปณฺ ฑิโต ชีเว

น.ส. กาญจนา บุญดิง ม.5/5 (14 ก)

แบบทดสอบ เรื่อง กฎของโอห์มและความต้านทาน

คำชี้แจง : ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้องสมบูรณ์

1. กฎของโอห์มกล่าวว่าอย่างไร และปริมาณต่าง ๆ มีความสัมพันธ์กันอย่างไร

กระแสไฟฟ้าในวงจรจะมีค่าเพิ่มขึ้น ถ้าแรงดันที่แหล่งจ่ายมีค่าเพิ่มขึ้นและในทางกลับกัน ถ้าแหล่งจ่ายไฟฟ้าคงที่ กระแสไฟฟ้าจะมีค่าลดลง เมื่อค่าความต้านทานในวงจรไฟฟ้ามีค่ามากขึ้น

2. สมการที่ใช้ในการคำนวณกฎของโอห์มคือ

$I = \left(\frac{1}{R}\right)\Delta V$

3. ต่อหลอดไฟที่มีความต้านทาน 5 โอห์ม กับแบตเตอรี่ขนาด 12 โวลต์ จะมีกระแสไฟฟ้าที่ผ่านหลอดไฟเท่าใด

ขั้นที่ 1 ศึกษาโจทย์ปัญหา (S) (นักเรียนต้องอธิบายและระบุคำสำคัญในโจทย์ปัญหา)

- สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ 1) ความต้านทาน 5 โอห์ม
  2) แบตเตอรี่ขนาด 12 โวลต์
- สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ กระแสไฟฟ้าเท่าใด

ขั้นที่ 2 แปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ปัญหา (T) (นักเรียนต้องแปลงคำสำคัญในโจทย์ปัญหาไปเป็นสัญลักษณ์ทางฟิสิกส์หรือรูปภาพ)

- สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ 1) $R = 5\ \Omega$
  2) $\Delta V = 12\ V$
- สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ $I = ?$
- หลักการหรือข้อมูลทางฟิสิกส์ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ กฎของโอห์ม

ขั้นที่ 3 หาคำตอบของโจทย์ปัญหา (A)

- สูตรที่ใช้ $I = \frac{\Delta V}{R}$

- วิธีทำ 1) แทนค่าตัวแปรต่าง ๆ ในสมการ $I = \frac{12}{5}$

2) แสดงการคำนวณ

$I = \frac{12}{5} = 2.4$

$I = 2.4$ A

ตอบ I มีค่า 2.4 หน่วย A

ขั้นที่ 4 ทบทวนคำตอบ (R)

$I = \frac{\Delta V}{R}$ แทนได้ $2.4 = \frac{12}{5}$

$(2.4)(5) = 12$ ∴ $12 = 12$ #

พหุน ปณฑิโต ชีเว

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8

กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ **รายวิชา ฟิสิกส์ 3 (ว 32223)**

ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 5 **ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562**

หน่วยการเรียนรู้ที่ 14 ไฟฟ้ากระแส **เรื่อง แบตเตอรี่และวงจรไฟฟ้ากระแสตรงเบื้องต้น**

จำนวนเวลาที่สอน 2 ชั่วโมง

---

1. ผลการเรียนรู้

ข้อที่ 13 ทดลอง และคำนวณอีเอ็มเอฟสมมูลจากการต่อแบตเตอรี่แบบอนุกรมและแบบขนาน รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องในวงจรไฟฟ้ากระแสตรงซึ่งประกอบด้วยแบตเตอรี่และตัวต้านทาน

2. สาระสำคัญ

การต่อแบตเตอรี่เกิดได้เมื่อนำแบตเตอรี่มาต่อแบบอนุกรม อีเอ็มเอฟสมมูล และความต้านทานภายในสมมูลมีค่าเพิ่มขึ้น ตามสมการ $\varepsilon = \varepsilon_1 + \varepsilon_2 + ... + \varepsilon_n$ และ $r = r_1 + r_2 + ... + r_n$ ตามลำดับ และเมื่อนำแบตเตอรี่ที่เหมือนกันมาต่อแบบขนาน อีเอ็มเอฟสมมูลมีค่าคงเดิม และความต้านทานภายในสมมูลมีค่าลดลง ตามสมการ $\varepsilon = \varepsilon_1 = \varepsilon_2 = ... = \varepsilon_n$ และ $\frac{1}{r} = \frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} + ... + \frac{1}{r_n}$ ตามลำดับ

• กระแสไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้ากระแสตรงที่ประกอบ ด้วยแบตเตอรี่และตัวต้านทาน คำนวณได้ตามสมการ $I = \frac{\varepsilon}{R+r}$

3. จุดประสงค์

1. นักเรียนสามารถอธิบายอีเอ็มเอฟสมมูลและความต้านทานภายในสมมูล เมื่อต่อแบตเตอรี่แบบอนุกรมและแบบขนานได้

2. นักเรียนสามารถคำนวณหาปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องในวงจรไฟฟ้ากระแสตรงซึ่งประกอบด้วยแบตเตอรี่และตัวต้านทานได้

3. นักเรียนทำงานเสร็จเรียบร้อยทันเวลาที่กำหนด

4. สาระการเรียนรู้

- แบตเตอรี่และวงจรไฟฟ้ากระแสตรงเบื้องต้น

5. กิจกรรม/กระบวนการเรียนรู้ (การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้)

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) (5 นาที)

1) ครูทบทวนบทเรียนโดยการนำแบตเตอรี่สองขนาดมาให้สังเกต จากนั้นภามนักเรียนว่า “ตัวเลข 1.5 โวลต์, 9 โวลต์ ที่ปรากฏบนแบตเตอรี่มีความหมายอะไรและบอกถึงปริมาณใด” (แนวคำตอบ แรงเคลื่อนไฟฟา หมายถึง พลังงานไฟฟาที่ใหกับประจุไฟฟาที่ผ่านแบตเตอรี่)

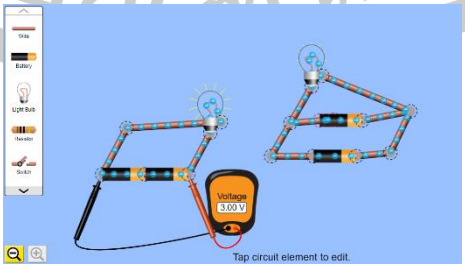
2) ครูทบทวนต่อว่าในการต่อตัวต้านทานมีวิธีการต่อกี่แบบ อย่างไรบ้าง (แนวคำตอบ การต่อแบบอนุกรม และการต่อแบบขนาน)

3) ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยการยกตัวอย่างการใช้งานอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้แบตเตอรี่หลาย ๆ ก้อน เช่นไฟฉายมา จากนั้นถามนักเรียนว่า “นักเรียนคิดว่า แบตเตอรี่ในไฟฉายนี้มีการต่อแบบใด เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น” (นักเรียนแต่ละคนจะตอบแตกต่างกัน เพราะจะเข้าใจแตกต่างกันตามประสบการณ์ของนักเรียน ครูจะให้นักเรียนค้นหาคำตอบโดยการช่วยกันทำการทดลอง โดยที่ครูยังไม่เฉลย แต่กระตุ้นให้เด็กหาคำตอบ)

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) (30 นาที)

1) ให้นักเรียนแบ่งกลุ่มกันอย่างอิสระ กลุ่มละ 6-7 คน เพื่อส่งเสริมการทำงานร่วมกันของนักเรียนและเพื่อให้นักเรียนสามารถแสดงความคิดเห็นในการแก้ปัญหาได้อย่างอิสระ เพียงแต่สมาชิกในกลุ่มอย่างน้อย 1-2 จะต้องสามารถเอาอินเตอร์เน็ตได้

2) ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการวางแผนแบ่งหน้าที่ในการทำงานและทำกิจกรรม อีเอ็มเอฟสมมูลและความต้านทานภายในสมมูล เพื่อหาค่าอีเอ็มเอฟสมมูลของแบตเตอรี่ที่ต่อแบบอนุกรมและแบบขนาน และหาความต้านทานภายในสมมูลของแบตเตอรี่ที่ต่อแบบอนุกรมและแบบขนาน จากโปรแกรม (ดังรูป) จากเว็บไซต์ https://phet.colorado.edu/sims/html/circuit-construction-kit-dc/latest/circuit-construction-kit-dc_th.html โดยเลือกอุปกรณ์คือแบตเตอรี่ 1.5 V, โวลต์มิเตอร์, หลอดไฟและสายไฟ



3) ให้นักเรียนดำเนินการตามแผนที่วางไว้ และบันทึกผลลงแบบบันทึกกิจกรรมที่ 8 เรื่อง แบตเตอรี่และวงจรไฟฟ้ากระแสตรงเบื้องต้น

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) (20 นาที)

1) สุ่มตัวแทนนักเรียนออกมานำเสนอผลการทำกิจกรรมที่กลุ่มของตัวเองได้ทำการศึกษามาให้เพื่อน ๆ ฟัง และนำเสนอความคิดเห็นหรือปัญหาที่เกิดขึ้นจากการทำกิจกรรม จากนั้นให้กลุ่มที่มีผลการทดลองที่แตกต่างหรือความคิดเห็นที่แตกต่างว่าเกิดความแตกต่างเพราะเหตุใด

2) จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันสรุปให้ได้สาระสำคัญ

ในกิจกรรม ตอนที่ 1.1

- ในการต่อแบตเตอรี่แบบอนุกรม อีเอ็มเอฟสมมูลแตกต่างจากอีเอ็มเอฟของแบตเตอรี่แต่ละก้อนหรือไม่ อย่างไร (แนวคำตอบ แตกต่างกัน การต่อแบตเตอรี่แบบอนุกรม อีเอ็มเอฟสมมูลเพิ่มขึ้นและใกล้เคียง จนถือได้ว่าเท่ากับผลบวกอีเอ็มเอฟของแบตเตอรี่ที่นำมาต่อกัน)

- ในการต่อแบตเตอรี่แบบขนาน อีเอ็มเอฟสมมูลแตกต่างจากอีเอ็มเอฟของแบตเตอรี่แต่ละก้อนหรือไม่ อย่างไร (แนวคำตอบ ไม่แตกต่างกัน การต่อแบตเตอรี่แบบขนาน อีเอ็มเอฟสมมูลเท่ากับอีเอ็มเอฟของแบตเตอรี่แต่ละก้อน)

ในกิจกรรม ตอนที่ 1.2

- ในการต่อแบตเตอรี่แบบอนุกรม กระแสไฟฟ้า I_1, I_2, I ต่างกันหรือไม่ และผลรวมของ ΔV_1 และ ΔV_2 เท่ากับ V_{ce} หรือไม่ อย่างไร (แนวคำตอบ การต่อแบตเตอรี่แบบอนุกรม $I_1 = I_2 = I$ และผลรวมของ ΔV_1 กับ ΔV_2 ใกล้เคียงจนถือได้ว่าเท่ากับ V_{ce})

- ในการต่อแบตเตอรี่แบบอนุกรม ผลรวมของ r_1 และ r_2 เท่ากับ r หรือไม่ อย่างไร (แนวคำตอบ การต่อแบตเตอรี่แบบอนุกรม ผลรวมของ r_1 และ r_2 ใกล้เคียงจนถือได้ว่าเท่ากับ r)

ในกิจกรรม ตอนที่ 1.3

- ในการต่อแบตเตอรี่แบบขนาน ผลรวมของกระแสไฟฟ้า I_1, $I_2 = I$ หรือไม่ และความต่างศักย์ ΔV_1 และ ΔV_2 เท่ากับ V_{ef} หรือไม่อย่างไร (แนวคำตอบ การต่อแบตเตอรี่แบบขนาน ผลรวมของกระแสไฟฟ้า I_1, I_2 ใกล้เคียงจนถือได้ว่าเท่ากับ I และความต่างศักย์ $\Delta V_1 = \Delta V_2 = V_{ef}$)

- ในการต่อแบตเตอรี่แบบขนาน ผลรวมของส่วนกลับของ r_1 กับส่วนกลับของ r_2 เท่ากับส่วนกลับของ r หรือไม่ อย่างไร การต่อแบตเตอรี่แบบขนาน ผลรวมของส่วนกลับของ r_1 กับส่วนกลับของ r_2 ใกล้เคียงจนถือได้ว่าเท่ากับ r

- ดังนั้น การแบตเตอรี่ในไฟฉายนี้มีการต่อแบบใด เพราะเหตุใด (แนวคำตอบ การต่อแบบอนุกรม เป็นการต่อแบบนำ ขั้วลบต่อกับขั้วบวกของแบตเตอรี่เรียงกันไป)

- เมื่อเราต้องการหากระแสไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้ากระแสตรงที่ประกอบ ด้วยแบตเตอรี่และตัวต้านทาน จะคำนวณได้ตามสมการ

$$I = \frac{\varepsilon}{R+r}$$

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) (20 นาที)

1) ครูยกตัวอย่างสถานการณ์โจทย์ปัญหาจากแบบบันทึกกิจกรรมที่ 8 ตอนที่ 2 ข้อที่ 1 ที่เกี่ยวข้องกับแบตเตอรี่และวงจรไฟฟ้ากระแสตรงเบื้องต้น โดยเสนอโจทย์ว่า “นำแบตเตอรี่ขนาด 1.5 โวลต์ ความต้านทานภายใน 0.2 โอห์ม จำนวน 4 ก้อนมาต่อแบบอนุกรมสำหรับนำไปเป็นแหล่งกำเนิดไฟฟ้าให้กับเครื่องใช้ไฟฟ้า จงหาอีเอ็มเอฟสมมูลของแบตเตอรี่ที่ต่ออนุกรมนี้”จากนั้นครูเสนอวิธีการแก้โจทย์ให้กับนักเรียนโดยใช้วิธีการแก้โจทย์ปัญหาตามขั้นตอนของ S-T-A-R และแนะนำขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาและแสดงวิธีทำไปพร้อม ๆ กับนักเรียน

2) ให้นักเรียนในแต่ละกลุ่มทำแบบบันทึกกิจกรรมที่ 8 ตอนที่ 2 ในข้อที่เหลือโดยให้นักเรียนใช้วิธีการแก้โจทย์ปัญหาตามขั้นตอนของ S-T-A-R ตามที่ครูได้ทำการเสนอวิธีการแก้โจทย์ปัญหา

3) ทำการสุ่มตัวแทนนักเรียนออกมาเฉลยและแสดงวิธีในการแก้โจทย์ปัญหาหน้าชั้นเรียน โดยให้ครูและเพื่อนนักเรียนในกลุ่มที่เหลือช่วยตรวจสอบความถูกต้องร่วมกัน

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมิน (Evaluation) (5 นาที)

1) นักเรียนทำแบบทดสอบเป็นรายบุคคล เพื่อประเมินความเข้าใจของผู้เรียนหลังการจัดการเรียนรู้

2) ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยแบบทดสอบ โดยสุ่มเลขที่นักเรียนขึ้นมาเพื่อมาเฉลยแบบทดสอบร่วมกัน

6. การวัดและประเมินผล

จุดประสงค์	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การผ่านการประเมิน
นักเรียนสามารถอธิบายอีเอ็มเอฟสมมูลและความต้านทานภายในสมมูล เมื่อต่อแบตเตอรี่แบบอนุกรมและแบบขนานได้	แบบทดสอบ	นักเรียนได้คะแนนแบบทดสอบร้อยละ 70 ขึ้นไป
นักเรียนสามารถคำนวณหาปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องในวงจรไฟฟ้ากระแสตรงซึ่งประกอบด้วยแบตเตอรี่และตัวต้านทานได้	แบบบันทึกกิจกรรม	นักเรียนได้คะแนนแบบบันทึกกิจกรรมร้อยละ 70 ขึ้นไป
นักเรียนทำงานเสร็จเรียบร้อยทันเวลาที่กำหนด	แบบสังเกตพฤติกรรม	นักเรียนได้คะแนนจากแบบสังเกตระดับดีขึ้นไป

7. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. หนังสือเรียนรายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม เล่ม 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานปี 2560

2. ฐานข้อมูลบนอินเตอร์เน็ต

3. แบบบันทึกกิจกรรม

8. เอกสารอ้างอิง

1. หนังสือเรียนรายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม เล่ม 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานปี 2560

9. บันทึกผลการจัดการเรียนรู้

1. ผลที่เกิดขึ้นกับนักเรียนหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

.....

.....

2. ปัญหาที่พบระหว่างเรียน

.....

.....

.....

.....

.....

3. ข้อเสนอแนะจากการจัดกิจกรรม/แนวทางแก้ไข

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นางสาวรัตนพร บูรณะพล)

นิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู

ข้อเสนอแนะของครูพี่เลี้ยง

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นางศิรินทร์พร ชลารักษ์)

พหุน ปณ ฑิโต ชีวา

แบบบันทึกกิจกรรมที่ 8

<u>ตอนที่ 1</u> กิจกรรม แบตเตอรี่และวงจรไฟฟ้ากระแสตรงเบื้องต้น

จุดประสงค์

1. หาอีเอ็มเอฟสมมูลของแบตเตอรี่ที่ต่อแบบอนุกรมและแบบขนาน
2. หาความต้านทานภายในสมมูลของแบตเตอรี่ที่ต่อแบบอนุกรม
3. หาความต้านทานภายในสมมูลของแบตเตอรี่ที่ต่อแบบขนาน

อุปกรณ์

1. แบตเตอรี่ขนาด 1.5V จำนวน 2 ก้อน
2. หลอดไฟ จำนวน 1 หลอด
3. โวลต์มิเตอร์ จำนวน 1 เครื่อง
4. สายไฟ

วิธีทำกิจกรรม

<u>ตอนที่ 1.1</u> อีเอ็มเอฟสมมูลของแบตเตอรี่ที่ต่อแบบอนุกรมและแบบขนาน

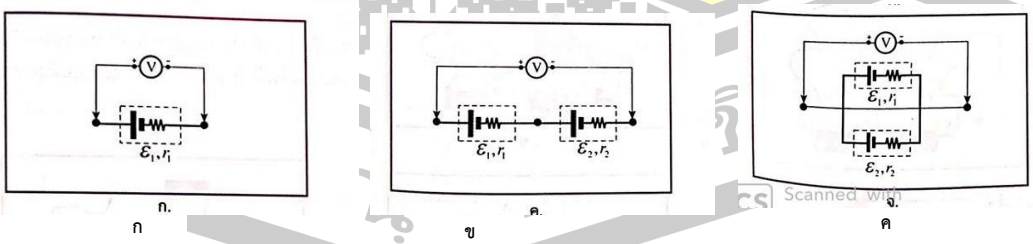
1) เปิดเว็บไซต์แบบจำลองการต่อวงจร

2) เลือกอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับการต่อวงจร ประกอบด้วย สายไฟ แบตเตอรี่ หลอดไฟและโวลต์มิเตอร์

3) ใช้โวลต์มิเตอร์วัดความความต่างศักย์ระหว่างขั้วแบตเตอรี่ที่อ่านและบันทึกค่าที่วัดได้ ค่าสองค่านี้ใช้แทนอีเอ็มเอฟของแบตเตอรี่แต่ละก้อน ($\mathcal{E}_1$ และ $\mathcal{E}_2$)

4) นำแบตเตอรี่มาต่อแบบอนุกรม ใช้โวลต์มิเตอร์วัดความต่างศักย์ระหว่างขั้วของชุดแบตเตอรี่ ดังรูป ข. อ่านและบันทึกค่าที่วัดได้ ค่านี้ใช้แทนอีเอ็มเอฟสมมูลของการต่อแบบอนุกรม ($\mathcal{E}_S$)

5) เปลี่ยนการต่อแบตเตอรี่เป็นการต่อแบบขนาน ใช้โวลต์มิเตอร์วัดความต่างศักย์ระหว่างขั้วของชุดแบตเตอรี่ ดังรูป ค. อ่านและบันทึกค่าที่วัดได้ ค่านี้ใช้แทนอีเอ็มเอฟสมมูลของการต่อแบบขนาน ($\mathcal{E}_P$)



ก. ข. ค.

ก ข ค

ผลการทำการทดลอง (ตอนที่ 1.1)

แบตเตอรี่	**อีเอ็มเอฟ**
ก้อนที่ 1	
ก้อนที่ 2	
แบตเตอรี่ 2 ก้อนที่ต่อแบบ	**อีเอ็มเอฟสมมูล**
อนุกรม	
ขนาน	

สรุปผล

.....

.....

.....

.....

คำถามท้ายการทดลอง (ตอนที่ 1.1)

1) ในการต่อแบตเตอรี่แบบอนุกรม อีเอ็มเอฟสมมูลแตกต่างจากอีเอ็มเอฟของแบตเตอรี่แต่ละก้อนหรือไม่ อย่างไร

ตอบ

2) ในการต่อแบตเตอรี่แบบขนาน อีเอ็มเอฟสมมูลแตกต่างจากอีเอ็มเอฟของแบตเตอรี่แต่ละก้อนหรือไม่ อย่างไร

ตอบ

ตอนที่ 1.2 ความต้านทานภายในสมมูลของแบตเตอรี่ที่ต่อแบบอนุกรม (ให้นักเรียนนำค่าอีเอ็มเอฟในการต่อแบบอนุกรมมาแทนค่าในสมการและคำนวณหาค่าความต้านทานที่เกิดขึ้น เมื่อกำหนดค่ากระแสไฟฟ้าและความต่างศักย์ดังในตาราง)

แบตเตอรี่	**กระแสไฟฟ้า (mA)**	**ความต่างศักย์ (V)**	**ความต้านทานภายใน (Ω)** $\boldsymbol{r = \frac{1}{I}(\varepsilon - \Delta V)}$
แบตเตอรี่ก้อนที่ 1	$I_1 = 78.2$	$\Delta V_1 = 1.39$	
แบตเตอรี่ก้อนที่ 2	$I_2 = 76.7$	$\Delta V_2 = 1.46$	
แบตเตอรี่ 2 ก้อนที่ต่อแบบอนุกรม	$I = 78.8$	$\Delta V_{ce} = 2.83$	

คำถามท้ายการทดลอง (ตอนที่ 1.2)

1) ในการต่อแบตเตอรี่แบบอนุกรม กระแสไฟฟ้า I_1, I_2 และ I ต่างกันหรือไม่ และผลรวมของ ΔV_1 และ ΔV_2 เท่ากับ V_{ce} หรือไม่ อย่างไร

ตอบ

2) ในการต่อแบตเตอรี่แบบอนุกรม ผลรวมของ r_1 และ r_2 เท่ากับ r หรือไม่ อย่างไร

ตอบ

ตอนที่ 1.3 ความต้านทานภายในสมมูลของแบตเตอรี่ที่ต่อแบบขนาน (ให้นักเรียนนำค่าอีเอ็มเอฟในการต่อแบบขนานมาแทนค่าในสมการและคำนวณหาค่าความต้านทานที่เกิดขึ้น เมื่อกำหนดค่ากระแสไฟฟ้าและความต่างศักย์ดังในตาราง)

แบตเตอรี่	กระแสไฟฟ้า (mA)	ความต่างศักย์ (V)	ความต้านทานภายใน (Ω) $r = \frac{1}{I}(\varepsilon - \Delta V)$
แบตเตอรี่ก้อนที่ 1	$I_1 = 21.13$	$\Delta V_1 = 1.47$	
แบตเตอรี่ก้อนที่ 2	$I_2 = 21.58$	$\Delta V_2 = 1.47$	
แบตเตอรี่ 2 ก้อนที่ต่อแบบขนาน	$I = 41.85$	$\Delta V_{ef} = 1.47$	

คำถามท้ายการทดลอง (ตอนที่ 1.3)

1) ในการต่อแบตเตอรี่แบบขนาน ผลรวมของกระแสไฟฟ้า I_1, I_2 เท่ากับ I หรือไม่ และความต่างศักย์ ΔV_1 และ ΔV_2 เท่ากับ V_{ef} ต่างกันหรือ อย่างไร

ตอบ

2) ในการต่อแบตเตอรี่แบบขนาน ผลรวมของส่วนกลับของ r_1 กับส่วนกลับของ r_2 เท่ากับส่วนกลับของ r หรือไม่ อย่างไร

ตอบ

<u>ตอนที่ 2</u> โจทย์ปัญหา เรื่อง แบตเตอรี่และวงจรไฟฟ้ากระแสตรงเบื้องต้น

1. นำแบตเตอรี่ขนาด 1.5 โวลต์ ความต้านทานภายใน 0.2 โอห์ม จำนวน 4 ก้อนมาต่อแบบอนุกรม สำหรับนำไปเป็นแหล่งกำเนิดไฟฟ้าให้กับเครื่องใช้ไฟฟ้า จงหาอีเอ็มเอฟสมมูลของแบตเตอรี่ที่ต่ออนุกรมนี้

ขั้นที่ 1 ศึกษาโจทย์ปัญหา (S) (นักเรียนต้องอธิบายและระบุคำสำคัญในโจทย์ปัญหา)

- สิ่งที่โจทย์กำหนดให้.....
- สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ.....

ขั้นที่ 2 แปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ปัญหา (T) (นักเรียนต้องแปลงคำสำคัญในโจทย์ปัญหาไปเป็นสัญลักษณ์ทางฟิสิกส์หรือรูปภาพ)

- สิ่งที่โจทย์กำหนดให้.....
- สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ.....
- หลักการหรือข้อมูลทางฟิสิกส์ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ

.....

ขั้นที่ 3 หาคำตอบของโจทย์ปัญหา (A)

- สูตรที่ใช้.....
- <u>วิธีทำ</u> 1) แทนค่าตัวแปรต่าง ๆ ในสมการ.....

2) แสดงการคำนวณ

.....

.....

.....

.....

<u>ตอบ</u> ..... หน่วย .....

ขั้นที่ 4 ทบทวนคำตอบ (R)

.....

.....

.....

2. ตัวต้านทานสามตัวมีความต้านทาน 1 โอห์ม 100 โอห์ม และ 1000 โอห์ม ถ้านำตัวต้านทานแต่ละตัวไปต่อกับแบตเตอรี่ที่มีอีเอ็มเอฟ 3 โวลต์ และความต้านทานภายใน 0.5 โอห์ม ความต่างศักย์ระหว่างปลายของตัวต้านทานเป็นเท่าใด และความต่างศักย์ระหว่างปลายของตัวต้านทานใด มีค่าใกล้อีเอ็มเอฟของแบตเตอรี่มากกว่า เพราะเหตุใด

ขั้นที่ 1 ศึกษาโจทย์ปัญหา (S) (นักเรียนต้องอธิบายและระบุคำสำคัญในโจทย์ปัญหา)

- สิ่งที่โจทย์กำหนดให้.....
- สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ.....

ขั้นที่ 2 แปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ปัญหา (T) (นักเรียนต้องแปลงคำสำคัญในโจทย์ปัญหาไปเป็นสัญลักษณ์ทางฟิสิกส์หรือรูปภาพ)

- สิ่งที่โจทย์กำหนดให้.....
- สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ.....
- หลักการหรือข้อมูลทางฟิสิกส์ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ

.....

ขั้นที่ 3 หาคำตอบของโจทย์ปัญหา (A)

- สูตรที่ใช้.....
- วิธีทำ 1) แทนค่าตัวแปรต่าง ๆ ในสมการ.....

2) แสดงการคำนวณ

.....

.....

.....

.....

ตอบ ..... หน่วย .....

ขั้นที่ 4 ทบทวนคำตอบ (R)

.....

.....

.....

แบบทดสอบ เรื่อง แบตเตอรี่และวงจรไฟฟ้ากระแสตรงเบื้องต้น

คำชี้แจง : ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้องสมบูรณ์

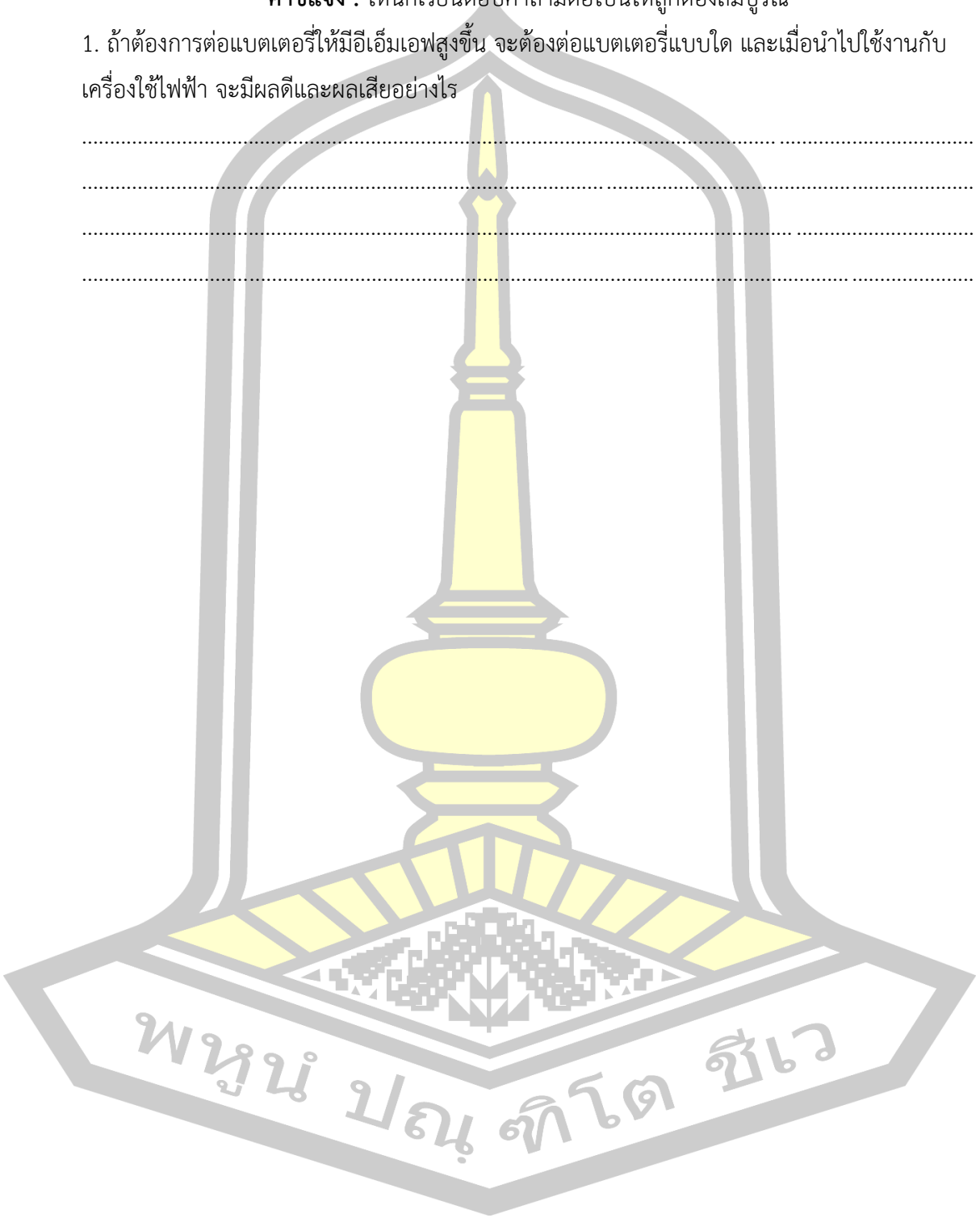
1. ถ้าต้องการต่อแบตเตอรี่ให้มีอีเอ็มเอฟสูงขึ้น จะต้องต่อแบตเตอรี่แบบใด และเมื่อนำไปใช้งานกับเครื่องใช้ไฟฟ้า จะมีผลดีและผลเสียอย่างไร

.....

.....

.....

.....



ประเมินแบบทดสอบ (ด้านความรู้)

เรื่อง แบตเตอรี่และวงจรไฟฟ้ากระแสตรงเบื้องต้น

คำชี้แจง : ทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับพฤติกรรมของนักเรียน

วันที่ประเมิน ...../...../.....

เลขที่	ชื่อ	คำตอบข้อที่ 1						รวม (คะแนนเต็ม 4 คะแนน)	เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70
		การเลือกวิธีการต่อแบตเตอรี่ในแบบต่าง ๆ			ด้านข้อดีและข้อเสียในการต่อแบตเตอรี่				
		2	1	0	2	1	0		

เกณฑ์ประเมินด้านความรู้

คำตอบ	**ระดับคะแนน**		
	2	**1**	**0**
1. การเลือกวิธีการต่อแบตเตอรี่ในแบบต่าง ๆ	เลือกวิธีการต่อแบตเตอรี่ได้ถูกต้องสมบูรณ์ทั้งหมด	เลือกวิธีการต่อแบตเตอรี่ไม่ถูกต้อง	ไม่เขียนวิธีการต่อแบตเตอรี่เลย
2. ด้านข้อดีและข้อเสียในการต่อแบตเตอรี่	อธิบายข้อดีและข้อเสียในการต่อแบตเตอรี่ได้ถูกต้องสมบูรณ์	อธิบายข้อดีและข้อเสียในการต่อแบตเตอรี่ได้ ได้ถูกต้องเพียงบางส่วนเท่านั้น	ไม่เขียนอธิบายข้อดีและข้อเสียในการต่อแบตเตอรี่ได้เลย

เกณฑ์การประเมิน

3 – 4 คะแนน เท่ากับ ร้อยละ 75 ขึ้นไป

2 คะแนน เท่ากับ ร้อยละ 50

0 – 1 คะแนน เท่ากับ น้อยกว่า ร้อยละ 50

*(ผ่านเกณฑ์ ตั้งแต่ 2.8 คะแนน)

แบบประเมินความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์

เรื่อง แบตเตอรี่และวงจรไฟฟ้ากระแสตรงเบื้องต้น

วันที่ประเมิน ...../...../.....

เลขที่	ชื่อ-สกุล	ข้อที่ 1	ข้อที่ 2	รวมคะแนน	เทียบกับเกณฑ์
		17คะแนน	17คะแนน	(34 คะแนน)	ร้อยละ 70

เกณฑ์ประเมินความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์

ขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาตามกลวิธี STAR		**เกณฑ์การให้คะแนน**		
		0	**1**	**2**
ศึกษาโจทย์ปัญหา	1.1 ด้านการระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้	ไม่สามารถระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้ได้	สามารถระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้ถูกต้องเพียงบางส่วนเท่านั้น	สามารถระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้ได้ถูกต้องสมบูรณ์ทั้งหมด
	1.2 ด้านการระบุสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ	ไม่สามารถระบุสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้	สามารถระบุสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้ถูกต้อง	-

เกณฑ์ประเมินความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ (ต่อ)

ขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาตามกลวิธี STAR		เกณฑ์การให้คะแนน		
		0	1	2
แปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ปัญหา	2.1 ด้านการแปลงสิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้ไปเป็นสัญลักษณ์ทางฟิสิกส์ หรือรูปภาพ	ไม่สามารถแปลงสิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้ไปเป็นเป็นสัญลักษณ์ทางฟิสิกส์ หรือรูปภาพได้	สามารถแปลงสิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้ไปเป็นเป็นสัญลักษณ์ทางฟิสิกส์ หรือรูปภาพได้ถูกต้องเพียงบางส่วนเท่านั้น	สามารถแปลงสิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้ไปเป็นเป็นสัญลักษณ์ทางฟิสิกส์ หรือรูปภาพได้ถูกต้องสมบูรณ์ทั้งหมด
	2.2 ด้านการแปลงสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบไปเป็นสัญลักษณ์ทางฟิสิกส์	ไม่สามารถแปลงสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบไปเป็นสัญลักษณ์ทางฟิสิกส์ได้	สามารถแปลงสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบไปเป็นสัญลักษณ์ทางฟิสิกส์ได้	-
	2.3 ด้านการระบุหลักการหรือข้อมูลทางฟิสิกส์ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ	ไม่สามารถระบุหลักการหรือข้อมูลทางฟิสิกส์ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้	สามารถระบุหลักการหรือข้อมูลทางฟิสิกส์ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ ซึ่งจะสามารถระบุความรู้ที่เป็นพื้นฐานของหลักการหรือหน่วยการเรียนรู้นั้นได้	สามารถระบุหลักการหรือข้อมูลทางฟิสิกส์ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ ซึ่งจะสามารถระบุความรู้ในส่วนหลักการที่เป็นองค์ประกอบย่อยหรือหน่วยการเรียนรู้ย่อยนั้นได้
หาคำตอบของโจทย์ปัญหา	3.1 ด้านการกำหนดสมการที่ใช้	ไม่สามารถกำหนดสมการที่ใช้ในการคำนวณหาสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้	สามารถกำหนดสมการที่ใช้ในการคำนวณหาสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้	-

เกณฑ์ประเมินความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ (ต่อ)

ขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาตามกลวิธี STAR		เกณฑ์การให้คะแนน		
		0	1	2
	3.3 ด้านกระบวนการในการคำนวณ	ไม่สามารถแสดงกระบวนการในการคำนวณได้	สามารถแสดงกระบวนการในการคำนวณได้แต่ยังขาดความละเอียดชัดเจนของขั้นการคำนวณ	สามารถแสดงกระบวนการในการคำนวณได้อย่างถูกต้องละเอียดชัดเจน
	3.4 ด้านคำตอบ	ไม่สามารถระบุคำตอบและหน่วยทางฟิสิกส์ได้	สามารถระบุคำตอบหรือหน่วยทางฟิสิกส์ได้ถูกต้องเพียงอย่างใดอย่างหนึ่ง	สามารถระบุคำตอบและหน่วยทางฟิสิกส์ได้ถูกต้องสมบูรณ์
	3.2 ด้านการแทนค่าตัวแปรต่าง ๆ ในสมการ	ไม่สามารถแทนค่าตัวแปรในสมการที่นำมาใช้ได้	สามารถแทนค่าตัวแปรในสมการที่นำมาใช้ได้ถูกต้องเพียงบางส่วนเท่านั้น	สามารถนำค่าตัวแปรแทนในสมการที่นำมาใช้ได้อย่างถูกต้องสมบูรณ์ทั้งหมด
การทบทวนคำตอบ	4.1 ด้านการตรวจสอบคำตอบ	ไม่แสดงวิธีตรวจสอบคำตอบ	สามารถแสดงวิธีตรวจสอบคำตอบได้แต่ขาดความสมเหตุสมผล	สามารถแสดงวิธีการตรวจสอบคำตอบได้สมบูรณ์สมเหตุสมผล

เกณฑ์การประเมิน

24 – 34 คะแนน เท่ากับ ร้อยละ 70 ขึ้นไป

17 – 23 คะแนน เท่ากับ ร้อยละ 50 ขึ้นไป

0 – 16 คะแนน เท่ากับ น้อยกว่า ร้อยละ 50

*(ผ่านเกณฑ์ ตั้งแต่ 24 คะแนน)

พหุน ปณฑิโต ชีเว

แบบประเมินการมีส่วนร่วมในการเรียน

เลขที่	ชื่อ - สกุล	ประเด็นการประเมิน						รวม (4 คะแนน)	ผลการประเมิน
		นักเรียนทำงานเรียบร้อยตรงเวลา			ให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรม				
		2	1	0	2	1	0		
1									
2									
3									
4									
5									

ประเด็นการประเมิน	**เกณฑ์การให้คะแนน**		
	2	**1**	**0**
1. ทำงานเรียบร้อยตรงเวลา	นักเรียนทำงานเรียบร้อยตรงเวลา	นักเรียนทำงานส่งช้ากว่าเวลาที่กำหนด 10 นาที	ไม่ส่งงาน
2. ให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรม	ตั้งใจทำกิจกรรมทันทีเมื่อครูบอก	ทำกิจกรรมเมื่อครูเตือนหลาย ๆ ครั้ง	ไม่สนใจในกิจกรรมเลย

เกณฑ์การประเมิน

4 คะแนน เท่ากับ ดีมาก

3 คะแนน เท่ากับ ดี

2 คะแนน เท่ากับ ปานกลาง

1 คะแนน เท่ากับ พอใช้

0 คะแนน เท่ากับ ควรปรับปรุง

*(ผ่านเกณฑ์ ตั้งแต่ระดับดีขึ้นไป)

(ตัวอย่างผลงานนักเรียน)

แบบบันทึกกิจกรรมที่ 8

ตอนที่ 1 กิจกรรม แบตเตอรี่และวงจรไฟฟ้ากระแสตรงเบื้องต้น

จุดประสงค์

1. หาอีเอ็มเอฟสมมูลของแบตเตอรี่ที่ต่อแบบอนุกรมและแบบขนาน
2. หาความต้านทานภายในสมมูลของแบตเตอรี่ที่ต่อแบบอนุกรม
3. หาความต้านทานภายในสมมูลของแบตเตอรี่ที่ต่อแบบขนาน

อุปกรณ์

1. แบตเตอรี่ขนาด 1.5V จำนวน 2 ก้อน
2. หลอดไฟ จำนวน 1 หลอด
3. โวลต์มิเตอร์ จำนวน 1 เครื่อง
4. สายไฟ

วิธีทำกิจกรรม

ตอนที่ 1.1 อีเอ็มเอฟสมมูลของแบตเตอรี่ที่ต่อแบบอนุกรมและแบบขนาน

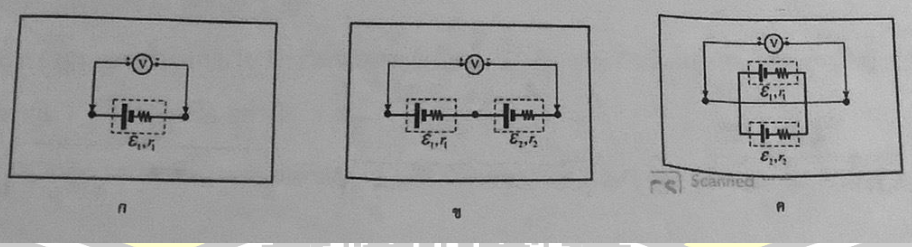
1) เปิดเว็บไซต์แบบจำลองการต่อวงจร

2) เลือกอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับการต่อวงจร ประกอบด้วย สายไฟ แบตเตอรี่ หลอดไฟและโวลต์มิเตอร์

3) ใช้โวลต์มิเตอร์วัดความความต่างศักย์ระหว่างขั้วแบตเตอรี่ที่อ่านและบันทึกค่าที่วัดได้ ค่าสองค่านี้ใช้แทนอีเอ็มเอฟของแบตเตอรี่แต่ละก้อน ($\mathcal{E}_1$ และ $\mathcal{E}_2$)

4) นำแบตเตอรี่มาต่อแบบอนุกรม ใช้โวลต์มิเตอร์วัดความต่างศักย์ระหว่างขั้วของชุดแบตเตอรี่ ดังรูป ข. อ่านและบันทึกค่าที่วัดได้ ค่านี้ใช้แทนอีเอ็มเอฟสมมูลของการต่อแบบอนุกรม ($\mathcal{E}_S$)

3) เปลี่ยนการต่อแบตเตอรี่เป็นการต่อแบบขนาน ใช้โวลต์มิเตอร์วัดความต่างศักย์ระหว่างขั้วของชุดแบตเตอรี่ ดังรูป ค. อ่านและบันทึกค่าที่วัดได้ ค่านี้ใช้แทนอีเอ็มเอฟสมมูลของการต่อแบบขนาน ($\mathcal{E}_p$)



ก ข ค

พหูน ปณฺฑิโต ชีเว

ผลการทำการทดลอง (ตอนที่ 1.1)

แบตเตอรี่	อีเอ็มเอฟ
ก้อนที่ 1	$\mathcal{E}_1 = 1.50$ V
ก้อนที่ 2	$\mathcal{E}_2 = 1.50$ V
แบตเตอรี่ 2 ก้อนที่ต่อแบบ	**อีเอ็มเอฟสมมูล**
อนุกรม	$\mathcal{E}_S = 7.00$ V
ขนาน	$\mathcal{E}_P = 1.50$ V

สรุปผล

การต่อแบตเตอรี่แบบอนุกรม ทำให้อีเอ็มเอฟสมมูลมากขึ้น โดยมีค่าเท่ากับผลบวกอีเอ็มเอฟ $\mathcal{E}_1$ และ $\mathcal{E}_2$ มีค่ามากกว่าการต่อแบตเตอรี่แบบขนาน

คำถามท้ายการทดลอง (ตอนที่ 1.1)

1) ในการต่อแบตเตอรี่แบบอนุกรม อีเอ็มเอฟสมมูลแตกต่างจากอีเอ็มเอฟของแบตเตอรี่แต่ละก้อนหรือไม่อย่างไร

ตอบ แตกต่างกัน การต่อแบตเตอรี่แบบอนุกรม Emf สมมูลเพิ่มขึ้น เท่ากับ $\mathcal{E}_1$ บวกกับ $\mathcal{E}_2$

2) ในการต่อแบตเตอรี่แบบขนาน อีเอ็มเอฟสมมูลแตกต่างจากอีเอ็มเอฟของแบตเตอรี่แต่ละก้อนหรือไม่อย่างไร

ตอบ ไม่แตกต่างกัน Emf สมมูล เท่ากับ $\mathcal{E}_1$ และ $\mathcal{E}_2$

ตอนที่ 1.2 ความต้านทานภายในสมมูลของแบตเตอรี่ที่ต่อแบบอนุกรม (ให้นักเรียนนำค่าอีเอ็มเอฟในการต่อแบบอนุกรมมาแทนค่าในสมการและคำนวณหาค่าความต้านทานที่เกิดขึ้น เมื่อกำหนดค่ากระแสไฟฟ้าและความต่างศักย์ดังในตาราง)

แบตเตอรี่	กระแสไฟฟ้า (mA)	ความต่างศักย์ (V)	ความต้านทานภายใน (Ω) $r = \frac{1}{I}(\varepsilon - \Delta V)$
แบตเตอรี่ก้อนที่ 1	$I_1 = 78.2$	$\Delta V_1 = 1.39$	$r_1 = 1.41$
แบตเตอรี่ก้อนที่ 2	$I_2 = 76.7$	$\Delta V_2 = 1.46$	$r_2 = 0.53$
แบตเตอรี่ 2 ก้อนที่ต่อแบบอนุกรม	$I = 78.8$	$\Delta V_{ce} = 2.83$	$r = 2.15$

คำถามท้ายการทดลอง (ตอนที่ 1.2)

1) ในการต่อแบตเตอรี่แบบอนุกรม กระแสไฟฟ้า I_1, I_2 และ I ต่างกันหรือไม่ และผลรวมของ ΔV_1 และ ΔV_2 เท่ากับ V_{ce} หรือไม่ อย่างไร

ตอบ การต่อแบตเตอรี่แบบอนุกรม $I_1 = I_2 = I$ และผลรวมของ ΔV_1 กับ ΔV_2 ใกล้เคียงกับ V_{ce}

2) ในการต่อแบตเตอรี่แบบอนุกรม ผลรวมของ r_1 และ r_2 เท่ากับ r หรือไม่ อย่างไร

ตอบ การต่อแบตเตอรี่แบบอนุกรม ผลรวมของ r_1 กับ r_2 ใกล้เคียงกับ r

ตอนที่ 1.3 ความต้านทานภายในสมมูลของแบตเตอรี่ที่ต่อแบบขนาน (ให้นักเรียนนำค่าอีเอ็มเอฟในการต่อแบบขนานมาแทนค่าในสมการและคำนวณหาค่าความต้านทานที่เกิดขึ้น เมื่อกำหนดค่ากระแสไฟฟ้าและความต่างศักย์ดังในตาราง)

แบตเตอรี่	กระแสไฟฟ้า (mA)	ความต่างศักย์ (V)	ความต้านทานภายใน (Ω) $r = \frac{1}{I}(\varepsilon - \Delta V)$
แบตเตอรี่ก้อนที่ 1	$I_1 = 21.13$	$\Delta V_1 = 1.47$	$r_1 = 1.42$
แบตเตอรี่ก้อนที่ 2	$I_2 = 21.58$	$\Delta V_2 = 1.47$	$r_2 = 1.39$
แบตเตอรี่ 2 ก้อนที่ต่อแบบขนาน	$I = 41.85$	$\Delta V_{ef} = 1.47$	$r = 0.72$

คำถามท้ายการทดลอง (ตอนที่ 1.3)

1) ในการต่อแบตเตอรี่แบบขนาน ผลรวมของกระแสไฟฟ้า I_1, I_2 เท่ากับ I หรือไม่ และความต่างศักย์ ΔV_1 และ ΔV_2 เท่ากับ V_{ef} ต่างกันหรือ อย่างไร

ตอบ การต่อแบตเตอรี่แบบขนาน ผลรวมของกระแสไฟฟ้า I_1 เท่ากับ I_2 ใกล้เคียงกับ I

2) ในการต่อแบตเตอรี่แบบขนาน ผลรวมของส่วนกลับของ r_1 กับส่วนกลับของ r_2 เท่ากับส่วนกลับของ r หรือไม่ อย่างไร

ตอบ การต่อแบตเตอรี่แบบขนาน คือ $\frac{1}{r_1}$ กับ $\frac{1}{r_2}$ ใกล้เคียงกับ r

ตอนที่ 2 โจทย์ปัญหา เรื่อง แบตเตอรี่และวงจรไฟฟ้ากระแสตรงเบื้องต้น

1. นำแบตเตอรี่ขนาด 1.5 โวลต์ ความต้านทานภายใน 0.2 โอห์ม จำนวน 4 ก้อนมาต่อแบบอนุกรมสำหรับนำไปเป็นแหล่งกำเนิดไฟฟ้าให้กับเครื่องใช้ไฟฟ้า จงหาอีเอ็มเอฟสมมูลของแบตเตอรี่ที่ต่ออนุกรมนี้

ขั้นที่ 1 ศึกษาโจทย์ปัญหา (S) (นักเรียนต้องอธิบายและระบุคำสำคัญในโจทย์ปัญหา)

- สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ 1) แบตเตอรี่ 1.5 โวลต์ (มี 4 ก้อน)
  2) ค.ต้านทาน 0.2 โอห์ม
- สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ อีเอ็มเอฟสมมูล

ขั้นที่ 2 แปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ปัญหา (T) (นักเรียนต้องแปลงคำสำคัญในโจทย์ปัญหาไปเป็นสัญลักษณ์ทางฟิสิกส์หรือรูปภาพ)

- สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ 1) $\mathcal{E} = 1.5$ V (4 ก้อน)
  2) $R = 0.2\ \Omega$
- สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ $\mathcal{E}_{รวม} = ?$
- หลักการหรือข้อมูลทางฟิสิกส์ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ การต่อแบตเตอรี่

ขั้นที่ 3 หาคำตอบของโจทย์ปัญหา (A)

- สูตรที่ใช้ $\mathcal{E}_{รวม} = \mathcal{E}_1 + \mathcal{E}_2 + \mathcal{E}_3 + \mathcal{E}_4 \ldots$
- วิธีทำ 1) แทนค่าตัวแปรต่าง ๆ ในสมการ $\mathcal{E}_{รวม} = 1.5 + 1.5 + 1.5 + 1.5$
  2) แสดงการคำนวณ $= 6$

ตอบ $\mathcal{E}_{รวม} = 6$ หน่วย V

ขั้นที่ 4 ทบทวนคำตอบ (R)

$\mathcal{E}_{รวม} = \mathcal{E}_1 + \mathcal{E}_2 + \mathcal{E}_3 + \mathcal{E}_4 \ldots$

$6 = 1.5 + 1.5 + 1.5 + 1.5$

$6 = 6$ ∴ สอดคล้องกัน #

2. ตัวต้านทานสามตัวมีความต้านทาน 1 โอห์ม 100 โอห์ม และ 1000 โอห์ม ถ้านำตัวต้านทานแต่ละตัวไปต่อกับแบตเตอรี่ที่มีอีเอ็มเอฟ 3 โวลต์ และความต้านทานภายใน 0.5 โอห์ม ความต่างศักย์ระหว่างปลายของตัวต้านทานเป็นเท่าใด และความต่างศักย์ระหว่างปลายของตัวต้านทานใด มีค่าใกล้อีเอ็มเอฟของแบตเตอรี่มากกว่า เพราะเหตุใด

ขั้นที่ 1 ศึกษาโจทย์ปัญหา (S) (นักเรียนต้องอธิบายและระบุคำสำคัญในโจทย์ปัญหา)

- สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ 1) ตัวต้านทาน 1 โอห์ม 2) ตัวต้านทาน 100 โอห์ม 3) ตัวต้านทาน 1000 โอห์ม 4) อีเอ็มเอฟ 3 โวลต์ 5) ความต้านทาน 0.5 โอห์ม
- สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ ความต่างศักย์

ขั้นที่ 2 แปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ปัญหา (T) (นักเรียนต้องแปลงคำสำคัญในโจทย์ปัญหาไปเป็นสัญลักษณ์ทางฟิสิกส์หรือรูปภาพ)

- สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ 1) $R_1 = 1\ \Omega$ 2) $R_2 = 100\ \Omega$ 3) $R_3 = 1000\ \Omega$ 4) $\mathcal{E} = 3$ V 5) $r = 0.5\ \Omega$
- สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ $\Delta V = ?$
- หลักการหรือข้อมูลทางฟิสิกส์ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ กรณีการนำตัวต้านทานไปต่อกับแบตเตอรี่

ขั้นที่ 3 หาคำตอบของโจทย์ปัญหา (A)

- สูตรที่ใช้ $I = \frac{\mathcal{E}}{R+r}$ —① และ $\Delta V = IR$ —②
- วิธีทำ 1) แทนค่าตัวแปรต่าง ๆ ในสมการ

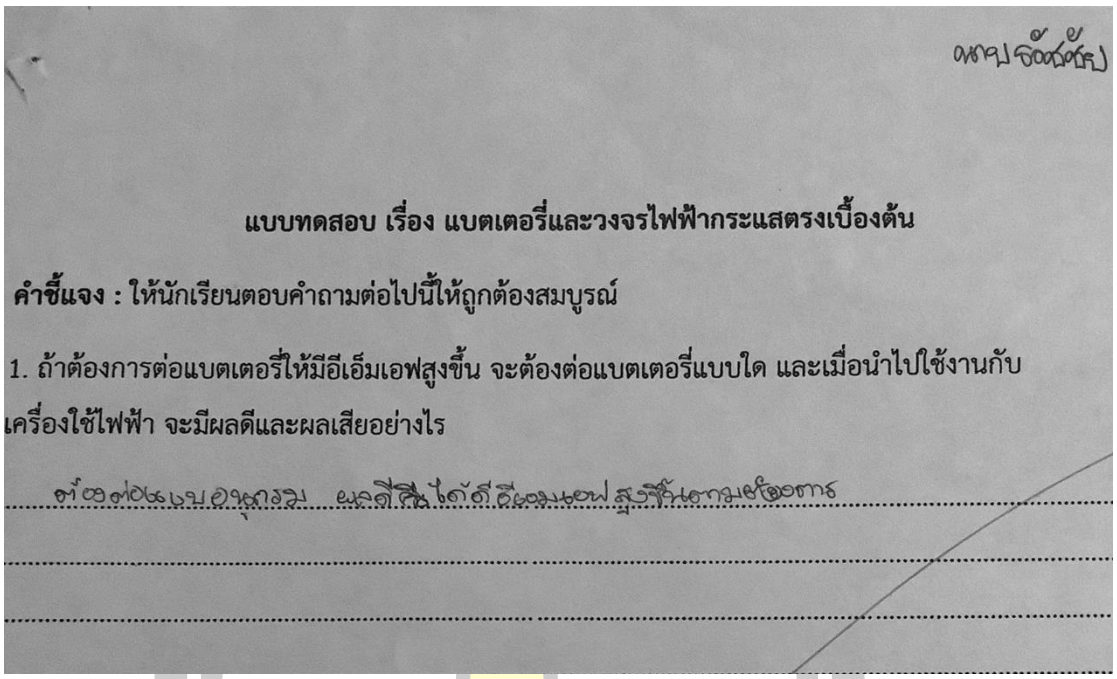
2) แสดงการคำนวณ

① $R = 1\ \Omega$	② $R = 100\ \Omega$	③ $R = 1000\ \Omega$
$I_1 = \frac{3}{1+0.5} = 2$ A	$I_{100} = \frac{3}{100+0.5} = 0.2985$ A	$I_{1000} = \frac{3}{1000+0.5}$ $= 0.00299$ A
$\Delta V_1 = (2)(1) = 2$ V	$\Delta V_{100} = 0.2985(100)$ $= 2985$ V	$\Delta V_{1000} = 0.00299(1000)$ $= 2.99$ V

ตอบ $\Delta V = 2, 2.985, 2.99$ หน่วย V

ขั้นที่ 4 ทบทวนคำตอบ (R)

① $R = 1\ \Omega$	② $R = 100\ R$	③ $R = 1000\ \Omega$
$2 = \frac{3}{1+0.5}$	$0.2985 = \frac{3}{100+0.5}$	$0.00299 = \frac{3}{1000+0.5}$
$2 = 2$	$0.2985 = 0.2985$	$0.00299 = 0.00299$
$\Delta V_1 = (2)(1)$ $2 = 2$	$\Delta V_{100} = 0.2985(100)$ $2985 = 2,985$	$\Delta V_{1000} = 0.00299(1000)$ $2.99 = 2.99$ ∴ สอดคล้องกัน ✓



ตรวจเรียบร้อย

แบบทดสอบ เรื่อง แบตเตอรี่และวงจรไฟฟ้ากระแสตรงเบื้องต้น

คำชี้แจง : ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้องสมบูรณ์

1. ถ้าต้องการต่อแบตเตอรี่ให้มีอีเอ็มเอฟสูงขึ้น จะต้องต่อแบตเตอรี่แบบใด และเมื่อนำไปใช้งานกับเครื่องใช้ไฟฟ้า จะมีผลดีและผลเสียอย่างไร

ต่อแบบอนุกรม ผลดีคือได้อีเอ็มเอฟสูงขึ้นตามต้องการ

พหุน ปณฺ ฑิโต ชีเว

(ตัวอย่างแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์)

แบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์

ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 เรื่อง กระแสไฟฟ้า

คำชี้แจง : 1) แบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่อง กระแสไฟฟ้า เป็นข้อสอบอัตนัย จำนวน 3 ข้อ ข้อละ 17 คะแนน โดยให้นักเรียนแสดงวิธีทำอย่างละเอียด (ใช้เวลา 45 นาที)

---

1. วัตถุหนึ่งสูญเสียอิเล็กตรอนไป 500 ตัว แสดงว่าวัตถุนี้มีประจุไฟฟ้าชนิดใด และมีขนาดกี่คูลอมบ์

ขั้นที่ 1 ศึกษาโจทย์ปัญหา (S) (นักเรียนต้องอธิบายและระบุคำสำคัญในโจทย์ปัญหา)

- สิ่งที่โจทย์กำหนดให้

.....

- สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ.....

ขั้นที่ 2 แปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ปัญหา (T) (นักเรียนต้องแปลงคำสำคัญในโจทย์ปัญหาไปเป็นสัญลักษณ์ทางฟิสิกส์หรือรูปภาพ)

- สิ่งที่โจทย์กำหนดให้

.....

.....

- สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ.....

- หลักการหรือข้อมูลทางฟิสิกส์ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ

.....

ขั้นที่ 3 หาคำตอบของโจทย์ปัญหา (A)

- สูตรที่ใช้

.....

- <u>วิธีทำ</u> 1) แทนค่าตัวแปรต่าง ๆ ในสมการ.....

2) แสดงการคำนวณ

.....

.....

<u>ตอบ</u> ..... หน่วย .....

ขั้นที่ 4 ทบทวนคำตอบ (R)

.....

.....

2. ipad 2020 สามารถใช้งานติดต่อกันได้เป็นเวลา 48 ชั่วโมง ในเวลาดังกล่าว ipad 2020 เครื่องนี้มีประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่ผ่านเป็น 4600 คูลอมบ์ จงหากระแสไฟฟ้าจากแบตเตอรี่

ขั้นที่ 1 ศึกษาโจทย์ปัญหา (S) (นักเรียนต้องอธิบายและระบุคำสำคัญในโจทย์ปัญหา)

- สิ่งที่โจทย์กำหนดให้

.....

- สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ.....

ขั้นที่ 2 แปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ปัญหา (T) (นักเรียนต้องแปลงคำสำคัญในโจทย์ปัญหาไปเป็นสัญลักษณ์ทางฟิสิกส์หรือรูปภาพ)

- สิ่งที่โจทย์กำหนดให้

.....

- สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ.....

- หลักการหรือข้อมูลทางฟิสิกส์ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ

.....

ขั้นที่ 3 หาคำตอบของโจทย์ปัญหา (A)

- สูตรที่ใช้

.....

- <u>วิธีทำ</u> 1) แทนค่าตัวแปรต่าง ๆ ในสมการ.....

2) แสดงการคำนวณ

.....

.....

<u>ตอบ</u> ..... หน่วย .....

ขั้นที่ 4 ทบทวนคำตอบ (R)

.....

.....

.....

พหุน ปณฺ ฑิโต ชีเว

3. ลวดตัวนำโลหะขนาดสม่ำเสมอมีพื้นที่หน้าตัด 1.0 ตารางมิลลิเมตร มีขนาดของความเร็วลอยเลื่อนของอิเล็กตรอนอิสระเท่ากับ 2.3×10^{-4} เมตรต่อวินาที จะมีปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ผ่านได้เท่าใด (กำหนดให้จำนวนอิเล็กตรอนอิสระ 4.0×10^{28} ต่อลูกบาศก์เมตร)

ขั้นที่ 1 ศึกษาโจทย์ปัญหา (S) (นักเรียนต้องอธิบายและระบุคำสำคัญในโจทย์ปัญหา)

- สิ่งที่โจทย์กำหนดให้

.....

- สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ.....

ขั้นที่ 2 แปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ปัญหา (T) (นักเรียนต้องแปลงคำสำคัญในโจทย์ปัญหาไปเป็นสัญลักษณ์ทางฟิสิกส์หรือรูปภาพ)

- สิ่งที่โจทย์กำหนดให้

.....

- สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ.....

- หลักการหรือข้อมูลทางฟิสิกส์ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ

.....

ขั้นที่ 3 หาคำตอบของโจทย์ปัญหา (A)

- สูตรที่ใช้

.....

- <u>วิธีทำ</u> 1) แทนค่าตัวแปรต่าง ๆ ในสมการ.....

2) แสดงการคำนวณ

.....

.....

<u>ตอบ</u> ..... หน่วย .....

ขั้นที่ 4 ทบทวนคำตอบ (R)

.....

.....

.....

พหุน ปณฺ ฑิโต ชีเว

เกณฑ์ประเมินแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์

ขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาตามกลวิธี STAR		เกณฑ์การให้คะแนน		
		0	1	2
ศึกษาโจทย์ปัญหา	1.1 ด้านการระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้	ไม่สามารถระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้ได้	สามารถระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้ถูกต้องเพียงบางส่วนเท่านั้น	สามารถระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้ได้ถูกต้องสมบูรณ์ทั้งหมด
	1.2 ด้านการระบุสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ	ไม่สามารถระบุสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้	สามารถระบุสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้ถูกต้อง	-
แปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ปัญหา	2.1 ด้านการแปลงสิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้ไปเป็นสัญลักษณ์ทางฟิสิกส์ หรือรูปภาพ	ไม่สามารถแปลงสิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้ไปเป็นเป็นสัญลักษณ์ทางฟิสิกส์ หรือรูปภาพได้	สามารถแปลงสิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้ไปเป็นเป็นสัญลักษณ์ทางฟิสิกส์ หรือรูปภาพได้ถูกต้องเพียงบางส่วนเท่านั้น	สามารถแปลงสิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้ไปเป็นเป็นสัญลักษณ์ทางฟิสิกส์ หรือรูปภาพได้ถูกต้องสมบูรณ์ทั้งหมด
	2.2 ด้านการแปลงสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบไปเป็นสัญลักษณ์ทางฟิสิกส์	ไม่สามารถแปลงสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบไปเป็นสัญลักษณ์ทางฟิสิกส์ได้	สามารถแปลงสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบไปเป็นสัญลักษณ์ทางฟิสิกส์ได้	-
	2.3 ด้านการระบุหลักการหรือข้อมูลทางฟิสิกส์ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ	ไม่สามารถระบุหลักการหรือข้อมูลทางฟิสิกส์ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้	สามารถระบุหลักการหรือข้อมูลทางฟิสิกส์ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ ซึ่งจะสามารถระบุความรู้ที่เป็นพื้นฐานของหลักการหรือหน่วยการเรียนรู้นั้นได้	สามารถระบุหลักการหรือข้อมูลทางฟิสิกส์ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ ซึ่งจะสามารถระบุความรู้ในส่วนหลักการที่เป็นองค์ประกอบย่อยหรือหน่วยการเรียนรู้ย่อยนั้นได้

เกณฑ์ประเมินแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ (ต่อ)

ขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาตามกลวิธี STAR		เกณฑ์การให้คะแนน		
		0	1	2
หาคำตอบของโจทย์ปัญหา	3.1 ด้านการกำหนดสมการที่ใช้	ไม่สามารถกำหนดสมการที่ใช้ในการคำนวณหาสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้	สามารถกำหนดสมการที่ใช้ในการคำนวณหาสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้	-
	3.2 ด้านการแทนค่าตัวแปรต่าง ๆ ในสมการ	ไม่สามารถแทนค่าตัวแปรในสมการที่นำมาใช้ได้	สามารถแทนค่าตัวแปรในสมการที่นำมาใช้ได้ถูกต้องเพียงบางส่วนเท่านั้น	สามารถนำค่าตัวแปรแทนในสมการที่นำมาใช้ได้อย่างถูกต้องสมบูรณ์ทั้งหมด
	3.3 ด้านกระบวนการในการคำนวณ	ไม่สามารถแสดงกระบวนการในการคำนวณได้	สามารถแสดงกระบวนการในการคำนวณได้แต่ยังขาดความละเอียดชัดเจนของขั้นการคำนวณ	สามารถแสดงกระบวนการในการคำนวณได้อย่างถูกต้องละเอียดชัดเจน
	3.4 ด้านคำตอบ	ไม่สามารถระบุคำตอบและหน่วยทางฟิสิกส์ได้	สามารถระบุคำตอบหรือหน่วยทางฟิสิกส์ได้ถูกต้องเพียงอย่างใดอย่างหนึ่ง	สามารถระบุคำตอบและหน่วยทางฟิสิกส์ได้ถูกต้องสมบูรณ์
การทบทวนคำตอบ	4.1 ด้านการตรวจสอบคำตอบ	ไม่แสดงวิธีตรวจสอบคำตอบ	สามารถแสดงวิธีตรวจสอบคำตอบได้แต่ขาดความสมเหตุสมผล	สามารถแสดงวิธีการตรวจสอบคำตอบได้สมบูรณ์สมเหตุสมผล

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

(ตัวอย่างแบบสัมภาษณ์นักเรียน)

แบบสัมภาษณ์นักเรียน

ชื่อนักเรียน ..... ชั้น ..... เลขที่ .....

วงจรปฏิบัติการที่ ..... เรื่อง ..... วันที่ ..... เดือน ..... พ.ศ. .....

ข้อคำถาม

1. ด้านความคิดเห็นเกี่ยวกับวิธีการจัดการเรียนการสอน

1.1 นักเรียนมีความคิดเห็นอย่างไรเกี่ยวกับวิธีการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกลวิธี STAR ในแต่ละขั้นดังต่อไปนี้

1.1.1 ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ

1.1.2 ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา

1.1.3 ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

1.1.4 ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้

1.1.5 ขั้นที่ 5 ขั้นประเมิน

2. ด้านความคิดเห็นเกี่ยวกับสื่อที่ใช้ในการเรียนการสอน

2.1 นักเรียนมีความคิดเห็นอย่างไรเกี่ยวกับสื่อที่ใช้ในการเรียนการสอน

3. ด้านความคิดเห็นเกี่ยวกับการจัดสรรเวลาในการจัดการเรียนรู้

3.1 นักเรียนมีความคิดเห็นอย่างไรเกี่ยวกับการจัดสรรเวลาในการจัดการเรียนรู้ในแต่ละคาบของการเรียนการสอน

4. ด้านการมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน

4.1 นักเรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมการเรียนรู้ภายในห้องเรียนหรือไม่ และมากน้อยเพียงใด

5. ด้านปัญหาที่เกิดขึ้นจากการแก้โจทย์ปัญหาโดยกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ด้วยขั้นตอนของการแก้โจทย์ปัญหาด้วยกลวิธี STAR

5.1 นักเรียนมีปัญหาในกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ในแต่ละขั้นดังต่อไปนี้หรือไม่อย่างไร

5.1.1 ขั้นที่ 1 ศึกษาโจทย์ปัญหา (S)

5.1.2 ขั้นที่ 2 แปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ปัญหา (T)

5.1.3 ขั้นที่ 3 หาคำตอบของโจทย์ปัญหา (A)

5.1.4 ขั้นที่ 4 การทบทวนคำตอบ (R)

(ตัวอย่างแบบสังเกตพฤติกรรมการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียน)

แบบสังเกตพฤติกรรมการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียน

ชื่อนักเรียน ..... ชั้น ..... เลขที่ .....

วงจรปฏิบัติการที่ ..... เรื่อง ..... วันที่ ..... เดือน ..... พ.ศ.....

พฤติกรรม	**บันทึกผล**
ขั้นที่ 1 ศึกษาโจทย์ปัญหา	
1. นักเรียนแต่ละคนเริ่มแก้ปัญหาด้วยวิธีการใด	
2. นักเรียนมีการใช้เวลาในการศึกษาโจทย์ปัญหา	
ขั้นที่ 2 แปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ปัญหา	
1. นักเรียนได้นำเทคนิคกระบวนการที่ครูสอนไว้มาใช้หรือไม่ อย่างไร	
ขั้นที่ 3 หาคำตอบของโจทย์ปัญหา	
1. นักเรียนไม่ลังเลในการประยุกต์ใช้สูตรหรือวิธีต่าง ๆ ในการแก้ปัญหา	
2. นักเรียนใช้เวลาในการแก้ปัญหาอย่างไร	
ขั้นที่ 4 การทบทวนคำตอบ	
1. นักเรียนขอความช่วยเหลือจากผู้อื่นในการตรวจสอบคำตอบหรือไม่	

ภาคผนวก ค การประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้

ตารางที่ 19 ผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกลวิธี STAR ในวงจรปฏิบัติการที่ 1

รายการประเมิน	**ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน**		
	แผนที่ 1	**แผนที่ 2**	**แผนที่ 3**
1. สาระการเรียนรู้			
1.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.6	4.4	4.6
1.2 เหมาะสมกับวัยของนักเรียน	4.6	4.6	4.4
2. จุดประสงค์การเรียนรู้			
2.1 สอดคล้องกับเนื้อหา	4.8	4.8	4.8
2.2 เหมาะสมกับวัยของนักเรียน	4.6	4.8	4.6
2.3 สามารถใช้วัดพฤติกรรมของผู้เรียนได้จริง	4.6	4.6	4.8
2.4 มีความชัดเจน เข้าใจง่าย	4.4	4.4	4.4
3. เนื้อหา			
3.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.6	4.6	4.6
3.2 เหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียน	4.6	4.6	4.6
4. ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้			
4.1 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม	4.4	4.4	4.2
4.2 กิจกรรมของแผนเร้าความสนใจได้ดี	4	4	4
4.3 ขั้นสร้างความสนใจมีความเหมาะสม	4.6	4.2	4.2
4.4 ขั้นสำรวจและค้นหามีความเหมาะสม	4.2	4.4	4.6
4.5 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุปมีความเหมาะสม	4	4.2	4.2
4.6 ขั้นขยายความรู้มีความเหมาะสม	4	4.2	4.2

ตารางที่ 19 (ต่อ)

รายการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน		
	แผนที่ 1	แผนที่ 2	แผนที่ 3
4.7 ขั้นประเมินมีความเหมาะสม	4.4	4.4	4.4
4.8 ขั้นกระบวนการที่ใช้แก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์มีความเหมาะสม	4.6	4.6	4.4
4.9 มีการระบุภาระงานและถามคำถามที่มีความเหมาะสม	4.4	4.2	4.2
4.10 มีการตรวจสอบคำตอบโดยเพื่อนมีความเหมาะสม	3.8	4.2	4.2
4.11 มีความสอดคล้องกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	4.6	4.6	4.4
4.12 ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาได้ง่ายขึ้น	4.4	4.2	4.4
5. ด้านสื่อที่ใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้			
5.1 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	4.6	4.6	4.6
5.2 สื่อน่าสนใจและเอื้อต่อการเรียนรู้	4.4	4.2	4.2
6. ด้านการวัดและประเมินผล			
6.1 สามารถวัดได้สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียน	4.8	4.8	4.6
6.2 การวัดที่ระบุความสามารถประเมินได้	4.4	4.6	4.6
6.3 สอดคล้องกับจุดประสงค์	4.6	4.6	4.6
6.4 ใช้เครื่องมือวัดได้เหมาะสมและหลากหลาย	4.4	4.6	4.6
เฉลี่ยรวม	4.44	4.45	4.44
ระดับความเหมาะสม	มาก	มาก	มาก
โดยภาพรวม	4.44	มีความเหมาะสมมาก	

ตารางที่ 20 ผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกลวิธี STAR ในวงจรปฏิบัติการที่ 2

รายการประเมิน	**ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน**		
	แผนที่ 4	**แผนที่ 5**	**แผนที่ 6**
1. สาระการเรียนรู้			
1.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.6	4.6	4.6
1.2 เหมาะสมกับวัยของนักเรียน	4.6	4.6	4.4
2. จุดประสงค์การเรียนรู้			
2.1 สอดคล้องกับเนื้อหา	4.8	4.8	4.8
2.2 เหมาะสมกับวัยของนักเรียน	4.6	4.6	4.6
2.3 สามารถใช้วัดพฤติกรรมของผู้เรียนได้จริง	4.6	4.6	4.6
2.4 มีความชัดเจน เข้าใจง่าย	4.4	4.6	4.4
3. เนื้อหา			
3.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.6	4.6	4.6
3.2 เหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียน	4.6	4.6	4.6
4. ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้			
4.1 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม	4.4	4.2	4.4
4.2 กิจกรรมของแผนเร้าความสนใจได้ดี	4	4	4.2
4.3 ขั้นสร้างความสนใจมีความเหมาะสม	4.6	4.2	4.4
4.4 ขั้นสำรวจและค้นหามีความเหมาะสม	4.2	4.4	4.6
4.5 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุปมีความเหมาะสม	4	4.4	4.4
4.6 ขั้นขยายความรู้มีความเหมาะสม	4.2	4.2	4.4

ตารางที่ 20 (ต่อ)

รายการประเมิน	**ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน**		
	แผนที่ 4	**แผนที่ 5**	**แผนที่ 6**
4.7 ขั้นประเมินมีความเหมาะสม	4.2	4.4	4.2
4.8 ขั้นกระบวนการที่ใช้แก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์มีความเหมาะสม	4.4	4.4	4.4
4.9 มีการระบุภาระงานและถามคำถามที่มีความเหมาะสม	4.2	4.2	4.2
4.10 มีการตรวจสอบคำตอบโดยเพื่อนมีความเหมาะสม	4	4	4
4.11 มีความสอดคล้องกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	4.4	4.6	4.6
4.12 ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาได้ง่ายขึ้น	4.4	4.2	4.4
5. ด้านสื่อที่ใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้			
5.1 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	4.6	4.6	4.6
5.2 สื่อน่าสนใจและเอื้อต่อการเรียนรู้	4.2	4.2	4.2
6. ด้านการวัดและประเมินผล			
6.1 สามารถวัดได้สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียน	4.8	4.8	4.8
6.2 การวัดที่ระบุความสามารถประเมินได้	4.8	4.6	4.6
6.3 สอดคล้องกับจุดประสงค์	4.6	4.6	4.6
6.4 ใช้เครื่องมือวัดได้เหมาะสมและหลากหลาย	4.6	4.6	4.4
เฉลี่ยรวม	4.47	4.45	4.46
ระดับความเหมาะสม	มาก	มาก	มาก
โดยภาพรวม	4.46	มีความเหมาะสมมาก	

ตารางที่ 21 ผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกลวิธี STAR ในวงจรปฏิบัติการที่ 3

รายการประเมิน	**ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน**		
	แผนที่ 7	**แผนที่ 8**	**แผนที่ 9**
1. สาระการเรียนรู้			
1.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.8	4.8	4.8
1.2 เหมาะสมกับวัยของนักเรียน	4.4	4.4	4.6
2. จุดประสงค์การเรียนรู้			
2.1 สอดคล้องกับเนื้อหา	4.8	4.8	4.8
2.2 เหมาะสมกับวัยของนักเรียน	4.6	4.6	4.8
2.3 สามารถใช้วัดพฤติกรรมของผู้เรียนได้จริง	4.4	4.2	4.4
2.4 มีความชัดเจน เข้าใจง่าย	4.2	4.4	4.4
3. เนื้อหา			
3.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.6	4.6	4.6
3.2 เหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียน	4.6	4.6	4.6
4. ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้			
4.1 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม	4.6	4.6	4.6
4.2 กิจกรรมของแผนเร้าความสนใจได้ดี	4	4.2	4.4
4.3 ขั้นสร้างความสนใจมีความเหมาะสม	4.4	4.4	4.4
4.4 ขั้นสำรวจและค้นหามีความเหมาะสม	4.2	4.4	4.6
4.5 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุปมีความเหมาะสม	4.6	4.6	4.6
4.6 ขั้นขยายความรู้มีความเหมาะสม	4.4	4.4	4.2

ตารางที่ 21 (ต่อ)

รายการประเมิน	**ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน**		
	แผนที่ 7	**แผนที่ 8**	**แผนที่ 9**
4.7 ขั้นประเมินมีความเหมาะสม	4.6	4.6	4.4
4.8 ขั้นกระบวนการที่ใช้แก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์มีความเหมาะสม	4.8	4.8	4.6
4.9 มีการระบุภาระงานและถามคำถามที่มีความเหมาะสม	4	4.2	3.8
4.10 มีการตรวจสอบคำตอบโดยเพื่อนมีความเหมาะสม	4	4	4
4.11 มีความสอดคล้องกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	4.6	4.6	4.4
4.12 ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาได้ง่ายขึ้น	4.2	4	4.2
5. ด้านสื่อที่ใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้			
5.1 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	4.6	4.6	4.6
5.2 สื่อน่าสนใจและเอื้อต่อการเรียนรู้	4.4	4.4	4.2
6. ด้านการวัดและประเมินผล			
6.1 สามารถวัดได้สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียน	4.8	4.8	4.8
6.2 การวัดที่ระบุความสามารถประเมินได้	4.4	4.6	4.6
6.3 สอดคล้องกับจุดประสงค์	4.6	4.6	4.6
6.4 ใช้เครื่องมือวัดได้เหมาะสมและหลากหลาย	4.4	4.6	4.6
เฉลี่ยรวม	4.46	4.49	4.49
ระดับความเหมาะสม	มาก	มาก	มาก
โดยภาพรวม	4.48	มีความเหมาะสมมาก	

ภาคผนวก ง ดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

ตารางที่ 22 ดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์ของแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่อง กระแสไฟฟ้า วงจรปฏิบัติการที่ 1

จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	(IOC)	ผลการวิเคราะห์
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1	1	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
	2	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
2	3	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
	4	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
3	5	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
	6	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง

ตารางที่ 23 ดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์ของแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้ากับความต่างศักย์ วงจรปฏิบัติการที่ 2

จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	(IOC)	ผลการวิเคราะห์
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1	1	1	1	1	-1	1	3	0.6	สอดคล้อง
	2	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
2	3	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
	4	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
3	5	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
	6	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง

ตารางที่ 24 ดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์ของแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่อง พลังงานในวงจรไฟฟ้ากระแสตรง วงจรปฏิบัติการที่ 3

จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	(IOC)	ผลการวิเคราะห์
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1	1	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
	2	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
2	3	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
	4	1	0	1	1	1	4	0.8	สอดคล้อง
3	5	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
	6	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง

ตารางที่ 25 ดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อคำถามกับประเด็นที่ต้องการทราบของแบบสัมภาษณ์นักเรียน

ประเด็นที่ต้องการทราบ	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	(IOC)	ผลการวิเคราะห์
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1	0	1	1	1	1	4	0.8	สอดคล้อง
2	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
3	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
4	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
5	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง

ตารางที่ 26 ดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อคำถามกับพฤติกรรมที่ต้องการของแบบสังเกตพฤติกรรมด้านการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์

พฤติกรรม	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	(IOC)	ผลการวิเคราะห์
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
2	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
3	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
4	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
5	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
6	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง

พหูน ปณฺฑิโต ชีเว

ภาคผนวก ฉ หนังสือขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม โทร 6216
ที่ อว 0605.5(2)/ว496 วันที่ 7 กุมภาพันธ์ 2563

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มานิตย์ อาษานอก

ด้วย นางสาวรัตนพร บูรณะพล นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง : "การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกลวิธี STAR ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5" ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กัญญารัตน์ โคจร เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

(รองศาสตราจารย์ ดร.รังสรรค์ โฉมยา)
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

พหูน ปณฺ ฑิโต ชีเว

บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม โทร 6216
ที่ อว 0605.5(2)/ว496 วันที่ 7 กุมภาพันธ์ 2563

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วราพร เอราวรรณ์

ด้วย นางสาวรัตนพร บูรณะพล นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง : "การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกลวิธี STAR ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5" ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กัญญารัตน์ โคจร เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

(รองศาสตราจารย์ ดร.รังสรรค์ โฉมยา)
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

หนู ปณ ศิโต ชิ

บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม โทร 6216
ที่ อว 0605.5(2)/ว496 วันที่ 7 กุมภาพันธ์ 2563

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มนตรี วงษ์สะพาน

ด้วย นางสาวรัตนพร บูรณะพล นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง : "การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกลวิธี STAR ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5" ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กัญญารัตน์ โคจร เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

(รองศาสตราจารย์ ดร.รังสรรค์ โฉมยา)
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

พหูน ปณ ฑิโต ชีเว

บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม โทร 6216
ที่ อว 0605.5(2)/ว496 วันที่ 7 กุมภาพันธ์ 2563

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน รองศาสตราจารย์ ดร.ธีรวงศ์ เหล่าสุวรรณ

ด้วย นางสาวรัตนพร บูรณะพล นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง : "การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกลวิธี STAR ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5" ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กัญญารัตน์ โคจร เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

(รองศาสตราจารย์ ดร.รังสรรค์ โฉมยา)
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

พหูน ปณฺ ฑิโต ชีเว

ที่ อว 0605.5(2)/ว496

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

7 กุมภาพันธ์ 2563

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน นางศิรินทร์พร ชลารักษ์

ด้วย นางสาววัตนพร บูรณะพล นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง : "การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกลวิธี STAR ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5" ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภัญญารัตน์ โคจร เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.รังสรรค์ โฉมยา)
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
โทรศัพท์,โทรสาร 0-4371-3174
เบอร์โทรนิสิต 0957424959

ที่ อว 0605.5(2)/ว496

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

7 กุมภาพันธ์ 2563

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน อาจารย์ ดร.ประยุทธ เทเวลา

ด้วย นางสาววัตนพร บูรณะพล นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง : "การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกลวิธี STAR ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5" ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กัญญารัตน์ โคจร เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.รังสรรค์ โฉมยา)
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
โทรศัพท์,โทรสาร 0-4371-3174
เบอร์โทรนิสิต 0957424959

ที่ อว 0605.5(2)/ว496

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

7 กุมภาพันธ์ 2563

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน นางอังคณา ถิรศิลาเวทย์

ด้วย นางสาวรัตนพร บูรณะพล นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง : "การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกลวิธี STAR ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5" ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภัญญารัตน์ โคจร เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.รังสรรค์ โฉมยา)
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
โทรศัพท์,โทรสาร 0-4371-3174
เบอร์โทรนิสิต 0957424959

ที่ อว 0605.5(2)/ว496

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

7 กุมภาพันธ์ 2563

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน นางสุมาลี ถาแสง

ด้วย นางสาวรัตนพร บูรณะพล นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง : "การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกลวิธี STAR ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5" ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภัญญารัตน์ โคจร เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.รังสรรค์ โฉมยา)
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
โทรศัพท์,โทรสาร 0-4371-3174
เบอร์โทรนิสิต 0957424959

ที่ อว 0605.5(2)/ว496

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

7 กุมภาพันธ์ 2563

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน อาจารย์ ดร.ดวัญจ์ลักษณ์ พวงนิล

ด้วย นางสาวรัตนพร บูรณะพล นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง : "การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกลวิธี STAR ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5" ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภัญญารัตน์ โคจร เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.รังสรรค์ โฉมยา)
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
โทรศัพท์,โทรสาร 0-4371-3174
เบอร์โทรนิสิต 0957424959

ที่ อว 0605.5(2)/ว496

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

7 กุมภาพันธ์ 2563

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน นางอารีวรรณ ธาตุดี

ด้วย นางสาวรัตนพร บูรณะพล นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง : "การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกลวิธี STAR ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5" ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภัญญารัตน์ โคจร เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.รังสรรค์ โฉมยา)
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
โทรศัพท์,โทรสาร 0-4371-3174
เบอร์โทรนิสิต 0957424959

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	รัตนพร บูรณะพล
วันเกิด	2 กันยายน 2538
สถานที่เกิด	จังหวัดร้อยเอ็ด
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	111 หมู่ที่ 7 ต.วังสามัคคี อ.โพนทอง จ.ร้อยเอ็ด
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2554 ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนหนองพอกวิทยาลัย จังหวัดร้อยเอ็ด พ.ศ. 2557 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนโพนทองพัฒนาวิทยา จังหวัด ร้อยเอ็ด พ.ศ. 2561 ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (วท.บ.) สาขาฟิสิกส์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พ.ศ. 2563 ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต (กศ.ม.) สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

พหูน ปณฺฑิโต ชีเว