



แนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยาและผลที่มีต่อ
ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

BEST PRACTICE FOR IMPLEMENTATION OF THE POLYA PROBLEM-SOLVING
PROCESS AND EFFECTS ON PHYSICS PROBLEM-SOLVING ABILITY OF GRADE 10
STUDENTS

วินัส ชาติ

แนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยาและผลที่มีต่อ
ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ปีการศึกษา 2562
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

BEST PRACTICE FOR IMPLEMENTATION OF THE POLYA PROBLEM-SOLVING
PROCESS AND EFFECTS ON PHYSICS PROBLEM-SOLVING ABILITY OF GRADE 10
STUDENTS



A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of MASTER OF EDUCATION
(Science Education)

Faculty of Science, Srinakharinwirot University

2019

Copyright of Srinakharinwirot University

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง

แนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยาและผลที่มีต่อ
ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ของ

วินัส ชาลี

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา

ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

(รองศาสตราจารย์ นายแพทย์ฉัตรชัย เอกปัญญาสกุล)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

คณะกรรมการสอบปากเปล่าปริญญานิพนธ์

ที่ปรึกษาหลัก

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนินันท์ พุทธิพงษ์ประมุข)

ประธาน

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เอกภูมิ จันทรวงศ์)

กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธีรพงษ์ แสงประดิษฐ์)

ชื่อเรื่อง	แนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยาและผลที่มีต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
ผู้วิจัย	วินัส ชาติ
ปริญญา	การศึกษามหาบัณฑิต
ปีการศึกษา	2562
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชนินันท์ พุกกะประมุข

งานวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนนี้ มีความมุ่งหมาย เพื่อ 1) ศึกษาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา 2) เปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ของนักเรียนก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ 3) เสนอแนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยาที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ และ 4) ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียน ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ โดยกลุ่มที่ศึกษาเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ศึกษาในภาคเรียน 2 ปีการศึกษา 2562 ของโรงเรียนแห่งหนึ่งในกรุงเทพมหานคร จำนวน 50 คน ได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ แบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ แบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา ทำการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ ด้วยค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การทดสอบค่าทีของกลุ่มที่ศึกษาที่ไม่เป็นอิสระกัน และการทดสอบค่าทีแบบทางเดียวและวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพด้วยการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์หลังเรียน ($M = 42.92$, $SD = 15.49$) สูงกว่าก่อนเรียน ($M = 25.70$, $SD = 8.22$) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($t = 9.875$, $p = .000$) และอยู่ในระดับพอใช้ 2) นักเรียนส่วนใหญ่มีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ไม่ผ่านเกณฑ์ 70% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) แนวปฏิบัติที่ดี ในการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยาจากงานวิจัยนี้ คือ 3.1) สื่อวีดิทัศน์ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน หรือกิจกรรมกระตุ้นความสนใจร่วมกับคำถามกระตุ้นความคิดในการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา ส่งผลต่อการแสดงออกถึงความรู้เดิมของนักเรียน 3.2) การใช้กิจกรรมการทดลองในการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยาร่วมกับคำถามท้ายกิจกรรมส่งเสริมการวาดภาพและระบุปริมาณต่าง ๆ ที่มีความสัมพันธ์กับสถานการณ์โจทย์ปัญหาได้ 3.3) การใช้กิจกรรมการสาธิตในการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยาสามารถส่งเสริมความเข้าใจในหลักการและสมการความสัมพันธ์ของปริมาณต่าง ๆ ในสถานการณ์โจทย์ปัญหาได้ และ 3.4) การอภิปรายร่วมกันทั้งชั้นเรียนและการอภิปรายคำตอบจากการนำเสนอการแก้โจทย์ปัญหาตามกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยาหน้าชั้นเรียนทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจที่ถูกต้องในเนื้อหาและการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ และ 4) นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยาโดยภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($M = 4.17$, $SD = 0.11$)

คำสำคัญ : กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา, ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์, นักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4

Title	BEST PRACTICE FOR IMPLEMENTATION OF THE POLYA PROBLEM-SOLVING PROCESS AND EFFECTS ON PHYSICS PROBLEM-SOLVING ABILITY OF GRADE 10 STUDENTS
Author	VENUS CHARLIE
Degree	MASTER OF EDUCATION
Academic Year	2019
Thesis Advisor	Assistant Professor Dr. Chaninan Pruekpramool

The objectives of this classroom action research were as follows: (1) to study the physics problem-solving ability of Grade 10 students who learned with the Polya problem-solving process; (2) to compare physics problem-solving ability scores of the students, before and after learning with the Polya problem-solving process; (3) to propose the best practice for the implementation of the Polya problem-solving process affecting the physics problem-solving ability of students; and (4) to study the satisfaction of the students towards learning with the Polya problem-solving process. The participants in this study consisted of fifty Grade 10 students who studied in the second semester of the 2019 academic year in a school in Bangkok and using purposive selection. The research instruments consisted of lesson plans, a physics problem-solving ability test and student satisfaction toward learning with the Polya problem-solving process questionnaire. The data were analyzed quantitatively using percentage, mean, standard deviation, a t-test for dependent samples and one-sample t-test in the form of a one-tailed test. The qualitative data was analyzed using content analysis. The results showed that: (1) the physics problem-solving ability of the mean scores of the students after learning ($M = 42.92$, $SD = 15.49$) was higher than before learning ($M = 25.70$, $SD = 8.21$) with a statistical significance level of .05 ($t = 9.875$, $p = .000$) and was at a fair level; (2) most of students had physics problem-solving ability scores after learning were lower than 70% with a statistical significance level of .05; (3) the best practice for the implementation of the Polya problem-solving process from this research were 3.1) the media and video related to daily life situations or the activities that can motivate students to learn together with thought-provoking questions in teaching and learning with the Polya problem-solving process affected the prior knowledge of the students, 3.2) using experimental activities in teaching and learning with the Polya problem-solving process together with using questions at the end of the activity that can encourage drawing and identifying the quantities related to the situation in the problem, 3.3) using demonstration activities in teaching and learning with the Polya problem-solving process can promote understanding of principles and equations of various quantities in problem situations, and 3.4) a whole class discussion and a discussion of the answers from the presentation of problem-solving using the Polya problem-solving process in front of the classroom to help students develop the correct understanding of the content and able to solve physics problems; and (4) the student satisfaction on learning with the Polya problem-solving process was at the highest level ($M = 4.17$, $SD = 0.11$).

Keyword : Polya problem-solving process, Physics problem-solving ability, Grade 10 students

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีด้วยความกรุณาอย่างยิ่งจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชนินันท์ พฤษทรัพย์ประมูล อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ ที่ได้ให้คำปรึกษา ข้อเสนอแนะ สละเวลาในการให้ความช่วยเหลือในการปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความเมตตา อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการวิจัยตลอดมา ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.ทศธริน วรวัฒนเกตุศิริ อาจารย์ ดร.กิตติมา พันธุ์พุกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เกริก ศักดิ์สุภาพ ที่ให้ความอนุเคราะห์เป็นอย่างสูงในการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือวิจัย

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เอกภูมิ จันทรวงศ์ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธีรพงษ์ แสงประดิษฐ์ ที่กรุณาเป็นกรรมการสอบปากเปล่าและให้คำแนะนำเพิ่มเติมที่ทำให้ปริญญานิพนธ์มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณคณะผู้บริหาร คณาจารย์โรงเรียนปทุมคงคา ที่ให้ความอนุเคราะห์และให้การสนับสนุนเป็นอย่างดีในการทำวิจัยครั้งนี้ และขอขอบใจนักเรียนโรงเรียนปทุมคงคา ที่ให้ความร่วมมือในการดำเนินการวิจัยเป็นอย่างดี

ขอขอบคุณ เพื่อนร่วมรุ่น คณาจารย์ เจ้าหน้าที่ ของสาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ รวมถึงเพื่อน ๆ ที่คอยให้ความช่วยเหลือและเป็นกำลังใจที่ดีเสมอมา

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณครอบครัว ที่คอยให้ความช่วยเหลือ สนับสนุน และเป็นกำลังใจแก่ผู้วิจัยเสมอมา ทำให้ผู้วิจัยสามารถก้าวผ่านทุกอุปสรรคจนประสบความสำเร็จด้วยความภาคภูมิใจ

วินัส ชาลี

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญ	ช
สารบัญตาราง	ญ
สารบัญรูปภาพ	ฎ
บทที่ 1 บทนำ	1
ภูมิหลัง	1
คำถามวิจัย	5
ความมุ่งหมายของการวิจัย	6
ความสำคัญของการวิจัย	6
ขอบเขตของการวิจัย	6
นิยามศัพท์เฉพาะ	8
กรอบแนวคิดในการวิจัย	10
สมมติฐานของการวิจัย	10
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	11
1. ธรรมชาติของวิชาฟิสิกส์และโจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์	11
1.1 ธรรมชาติของวิชาฟิสิกส์	11
1.2 โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์	13
2. ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์	14
2.1 ความหมายของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์	14

2.2 ความสำคัญของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์	15
2.3 พฤติกรรมที่สะท้อนถึงความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์	16
2.4 การจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์	23
2.5 การวัดและการประเมินความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์	29
3. กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา	39
3.1 ความหมายของกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา	39
3.2 ขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา	40
3.3 ประโยชน์ของกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา	43
4. การวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน	46
4.1 ความหมายการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน	46
4.2 ขั้นตอนในการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน	46
5. ความพึงพอใจ	50
5.1 ความหมายของความพึงพอใจ	50
5.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจ	51
5.3 การวัดและประเมินความพึงพอใจ	53
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	59
1. การศึกษาข้อมูลพื้นฐานและบริบทชั้นเรียน	59
2. การกำหนดกลุ่มที่ศึกษาและเนื้อหาที่ใช้ในงานวิจัย	61
3. การพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	61
4. การศึกษานำร่อง	81
5. การเก็บรวบรวมข้อมูลวิจัย	83
6. การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล	87
7. การดำเนินการด้านจริยธรรมวิจัยในมนุษย์	91

บทที่ 4 ผลการดำเนินงานวิจัย	92
ตอนที่ 1 ผลการศึกษาศักยภาพในการแก้โจทย์ปัญหาทางพีลสิกข์ของนักเรียน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา	93
ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางพีลสิกข์ ของนักเรียน ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหา ของโพลยา	103
ตอนที่ 3 แนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของ โพลยาที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางพีลสิกข์ของนักเรียน	106
ตอนที่ 4 ผลการศึกษาศักยภาพของนักเรียน ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา	131
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	135
ความมุ่งหมายของงานวิจัย	135
สมมติฐานของการวิจัย	135
วิธีการดำเนินการวิจัย	135
สรุปผลการวิจัย	139
อภิปรายผล	140
ข้อเสนอแนะ	149
บรรณานุกรม	152
ภาคผนวก	164
ภาคผนวก ก	165
ภาคผนวก ข	173
ภาคผนวก ค	180
ประวัติผู้เขียน	193

สารบัญตาราง

หน้า

ตาราง 1 การสังเคราะห์พฤติกรรมที่สะท้อนถึงความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ ...	19
ตาราง 2 การวัดระดับความพึงพอใจโดยอาศัยการสังเกตคุณภาพการทำงานตามแบบมาตราส่วน ประมาณค่าของลิเคิร์ท ของ กรองไฉ อุณห์สุต (2555: 8)	54
ตาราง 3 การวัดระดับความพึงพอใจในการเรียนวิชาพระพุทธศาสนา (ส 0113) รูปแบบมาตรา ส่วนประมาณค่าแบบซีแมนติก ดิฟเฟอเรนเชียลแบบมีการใช้ตัวเลขแทนการบอกระดับพฤติกรรม ของ บัวขาว พนมชัยสว่าง (2558: 88).....	55
ตาราง 4 การวัดระดับความพึงพอใจในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ E-Learning รูปแบบมาตราส่วน ประมาณค่าแบบซีแมนติก ดิฟเฟอเรนเชียลแบบใช้ตัวเลขแทนการบอกระดับพฤติกรรมของ คลี เมนต์ (Klement, 2015: 6).....	55
ตาราง 5 เนื้อหาที่ใช้ในแผนการจัดการเรียนรู้ ระยะเวลาและจำนวนคาบเรียน	64
ตาราง 6 ตัวอย่างเกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ ที่ พัฒนามาจากแนวคิดของ ดอคเตอร์ (Docktor, 2015: 25)	70
ตาราง 7 ผลคะแนนและระดับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ของนักเรียนก่อน และหลังได้รับการจัดการเรียนรู้.....	93
ตาราง 8 คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ของผู้เรียนรายพฤติกรรม ของ นักเรียนก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้.....	94
ตาราง 9 จำนวนนักเรียนที่ผ่านและไม่ผ่านเกณฑ์ในการประเมินผลความสามารถในการแก้โจทย์ ปัญหา.....	95
ตาราง 10 ผลการเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ ของนักเรียน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหา ของโพลยา.....	104

ตาราง 11 ผลการเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางพีสิกส์ ของนักเรียน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของ โพล ยากับเกณฑ์ที่กำหนด	106
ตาราง 12 คะแนนเฉลี่ยระดับความพึงพอใจของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีต่อการ จัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา	131
ตาราง 13 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Consistency: IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้ .	174
ตาราง 14 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Consistency: IOC) ค่าดัชนีความยากง่าย (P_e) และค่าดัชนีอำนาจจำแนก (D) ของแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางพีสิกส์	175
ตาราง 15 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Consistency: IOC) ของแบบสอบถามความ พึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา ของนักเรียนระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 4	176
ตาราง 16 แบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของ โพลยา ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4	192

สารบัญรูปภาพ

หน้า

ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย	10
ภาพประกอบ 2 แบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ เสนอโดยธัญยากร ช่วย ทุกข์เพื่อน (2559: 69)	31
ภาพประกอบ 3 แบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ เสนอโดยพิชานันท์ รักทรัพย์ (2555: 151).....	32
ภาพประกอบ 4 แบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ เสนอโดยอรพินท์ ชื่นชอบ (2549: 161).....	34
ภาพประกอบ 5 แบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ เสนอโดยเกริก ศักดิ์สุภาพ (2556: 94).....	36
ภาพประกอบ 6 แบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ เสนอโดยนฤมล จิมงาม (2558: 65).....	37
ภาพประกอบ 7 แผนภาพขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาตามขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา (Polya, 1945: 5; Wilson et al., 1993: 60).....	41
ภาพประกอบ 8 พฤติกรรมในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ที่เกิดขึ้นแต่ละขั้นตอนของกระบวนการ แก้โจทย์ปัญหาของโพลยา	43
ภาพประกอบ 9 ขั้นตอนการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน เสนอโดยซูเบอร์และสเคอร์ริท (Zuber & Skerritt, 1992: 130)	48
ภาพประกอบ 10 แผนภาพแสดงการดำเนินการวิจัย	86
ภาพประกอบ 11 กราฟแสดงผลคะแนนรายพฤติกรรมของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา ทางฟิสิกส์ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา	95
ภาพประกอบ 12 ตัวอย่างการตอบคำถามของนักเรียนคนที่ 10 ในการแสดงความสามารถด้าน การทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา (ก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้)	96

[illegible]

ภาพประกอบ 26 ผลคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของแบบวัดความสามารถ ในการ แก้โจทย์ปัญหาทางพีลิกส์ เป็นรายข้อ (ก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้)	105
ภาพประกอบ 27 ผลคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของแบบวัดความสามารถ ในการ แก้โจทย์ปัญหาทางพีลิกส์ เป็นรายข้อ (หลังได้รับการจัดการเรียนรู้)	105
ภาพประกอบ 28 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนคนที่ 11	121
ภาพประกอบ 29 ตัวอย่างการตอบคำถามในโจทย์ปัญหาข้อที่ 2 และ 3 ของนักเรียนคนที่ 50..	127



บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

ฟิสิกส์เป็นหนึ่งในแขนงวิชาที่สำคัญของวิทยาศาสตร์ เป็นรายวิชาที่มุ่งเน้นการอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ทางธรรมชาติ ส่งเสริมให้นักเรียนเชื่อมโยงแนวคิดเข้ากับสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2554: 40) แนวคิดทางฟิสิกส์มีความสำคัญต่อการนำไปใช้ในการพัฒนาต่อยอดเทคโนโลยีและนวัตกรรมใหม่ ๆ ที่สร้างขึ้นเพื่ออำนวยความสะดวกและเสริมสร้างความปลอดภัยนำไปสู่การปรับปรุงชีวิตความเป็นอยู่ให้กับผู้คนเพื่อตอบสนองความต้องการและการพัฒนาประเทศด้านวิทยาศาสตร์ได้อีกด้วย (ประดิษฐ์ เหล่าเนตร, 2552: 4)

สำหรับประเทศไทยนั้น หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) ได้กำหนดให้นักเรียนได้เรียนรู้แนวคิดทางฟิสิกส์ ในสาระที่ 6 โดยจัดให้มีการเรียนรู้แนวคิดตั้งแต่ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 ตามช่วงวัยของนักเรียน อีกทั้งยังมุ่งส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะการคิด ที่เป็นกระบวนการคิดอย่างนักวิทยาศาสตร์ โดยเป็นการคิดอย่างเป็นเหตุเป็นผล และคิดเพื่อแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ รายวิชาฟิสิกส์ถือเป็นรายวิชาหนึ่งที่มีปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่นำมากำหนดเป็นโจทย์ปัญหาได้อย่างหลากหลาย และกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการคิดแบบมีกระบวนการเพื่อแก้โจทย์ปัญหาได้เป็นอย่างดี (ประภาพร วรณคดี, 2556: 72) การจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์มักจะเน้นไปที่การอธิบายถึงแนวคิด หลักการและที่มาของปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้น ซึ่งแนวคิดทางฟิสิกส์มีความเชื่อมโยงกับแนวคิดทางคณิตศาสตร์โดยคณิตศาสตร์ถือเป็นเครื่องมือในการแก้ปัญหาวางฟิสิกส์ อีกทั้งยังสามารถนำมาใช้ในการทำนายและอธิบายความสัมพันธ์ของแต่ละปริมาณที่เป็นองค์ประกอบของการเกิดปรากฏการณ์ต่าง ๆ (พวงรัตน์ ไพเราะ, 2559: 7) การจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์จึงต้องมีการจัดการเรียนรู้เนื้อหาควบคู่ไปกับการใช้คณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา โดยควรเน้นการจัดประสบการณ์ให้นักเรียนได้เรียนรู้มากกว่าได้รับการสอนเพื่อจดจำรูปแบบหรือสมการที่ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาจากผู้สอนเพียงอย่างเดียว เพื่อให้นักเรียนได้เกิดองค์ความรู้จากการคิดรวบยอดที่สามารถนำไปอธิบายปรากฏการณ์ทางฟิสิกส์และสามารถแก้สมการทางฟิสิกส์ได้ (สุระ วุฒิพรหม, 2547: 1-3)

จากการศึกษาการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ พบว่า การแก้โจทย์ปัญหาเป็นสิ่งสำคัญของการเรียนวิชาฟิสิกส์ (Sunday, 2010: 39) ครูผู้สอนมักพบว่า นักเรียนมีปัญหาในเรื่องความเข้าใจแนวคิดทางฟิสิกส์ที่คลาดเคลื่อน และการให้เหตุผลในการอธิบายที่มาของปรากฏการณ์ทาง

ธรรมชาตินั้น ๆ รวมไปถึงความสามารถในด้านตัวเลขที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียน (จิรายุส สมานมิตร, 2554: 112; สุธีพร เปรมปรีดิ์, 2547: 86) ซึ่งสอดคล้องกับการที่ผู้วิจัยได้ทำการจัดการเรียนรู้ในรายวิชาฟิสิกส์ ด้วยรูปแบบการบรรยายและการทดลองเพื่อนำมาสู่การแก้โจทย์ในรายวิชาฟิสิกส์ให้กับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ของโรงเรียนแห่งหนึ่งในกรุงเทพมหานคร พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ ได้ตามเป้าหมายที่ครูผู้สอนกำหนด เนื่องจาก นักเรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาที่ไม่เพียงพอ โดยนักเรียนไม่สามารถดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ได้ อีกทั้งยังไม่สามารถเชื่อมโยงในเรื่องของหลักการทางฟิสิกส์ที่เกี่ยวข้องกับการแก้สถานการณ์ในโจทย์ปัญหาได้จึงส่งผลต่อการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์เพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบที่ถูกต้อง

ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเป็นพฤติกรรมด้านการคิดที่สะท้อนถึงกระบวนการคิดอย่างเป็นระบบในการค้นหาคำตอบของปัญหา หรือสถานการณ์ต่าง ๆ โดยต้องอาศัยทักษะย่อยหลายทักษะ ได้แก่ การวิเคราะห์ปัญหา การแปลความหมายของโจทย์ปัญหาและการพิจารณาปัญหาอย่างเป็นระบบขั้นตอนตามกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา (บุญนำ อินทนนท์, 2551: 66; เสาวนีย์ เวชพิทักษ์, 2551: 6) ซึ่งพฤติกรรมที่แสดงออกถึงกระบวนการแก้โจทย์ปัญหานี้ ได้แก่ การอ่านเพื่อทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา การนำข้อมูลที่ได้จากการอ่านมาวิเคราะห์สิ่งที่กำหนด การสำรวจสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบพร้อมหาหลักการที่เกี่ยวข้อง การวางแผนในการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาจนได้มาซึ่งคำตอบและการตรวจสอบคำตอบ (Billstein, 1987: 30; นฤมล ฉิมงาม, 2558: 38; วิชชุดา อ้วนศรีเมือง, 2555: 9; อนัญญา อินทรภักดี, 2558: 482) โดยปัจจัยภายนอกที่สำคัญมีผลต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา ได้แก่ เนื้อหาในรายวิชาเนื่องจากเนื้อหาวิชาฟิสิกส์มีความซับซ้อน เพราะเป็นความรู้ที่รวบรวมมาจากปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ อีกทั้งบางเรื่องในรายวิชาต้องอาศัยความรู้ในด้านคณิตศาสตร์ในรูปแบบของสมการต่าง ๆ เพื่อให้เกิดความกระจ่างในเนื้อหามากยิ่งขึ้น (Barham, Macours, & Maluccio, 2013: 4; พลิน ศรช่วย, 2552: 84) ส่วนปัจจัยภายในที่มีส่วนสำคัญต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์คือ แรงจูงใจที่จะคอยกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความกระตือรือร้นในการนำศักยภาพที่มีอยู่ในตัวแสดงออกมาเพื่อนำไปพัฒนาความรู้และเสริมสร้างทักษะในจัดระบบความคิดที่จะแสดงออกถึงความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ได้อย่างสมบูรณ์ (Saleh, 2014: 224) ทั้งนี้ เกริก ศักดิ์สุภาพ (2556: 39) และ กานินา และวูลเลด (Ganina & Voolaid, 2010: 81) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบที่สำคัญในการส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา เช่น พื้นฐานความรู้เดิม

สติปัญญา ประสบการณ์ ความตั้งใจ ความมีวินัยในตนเองของนักเรียน โดยสิ่งเหล่านี้จะเป็นสิ่งที่พัฒนาทักษะและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาที่ทำให้เกิดองค์ความรู้ที่สมบูรณ์ โดยสามารถนำความรู้และทักษะในการแก้โจทย์ปัญหาไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหามานในชีวิตประจำวันได้ ซึ่งการจัดการเรียนรู้ที่ช่วยในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหามารูปแบบการจัดการเรียนรู้ และกิจกรรมส่งเสริมการเรียนรู้ เป็นต้น สามารถกระตุ้นให้นักเรียนสะท้อนความคิดในการแก้โจทย์ปัญหา รวมถึงบรรยากาศในการเรียนรู้และสถานการณ์ที่สนับสนุนให้เกิดความคิดที่หลากหลายในการแก้ปัญหามารูปแบบการเรียนรู้โดยปัจจัยเหล่านี้จะต้องจัดให้เอื้อต่อการเรียนรู้พร้อมกระตุ้น และส่งเสริมให้นักเรียนใช้ความสามารถเพื่อแก้ปัญหามารูปแบบอย่างเต็มศักยภาพ

จากการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับการสอนที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา พบว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหามารูปแบบของโพลยาเป็นหนึ่งในวิธีการที่ส่งเสริมการฝึกคิดวิเคราะห์หาคำตอบของโจทย์ปัญหามารูปแบบให้นักเรียนได้โดยนักเรียนต้องอ่านเพื่อวิเคราะห์โจทย์ปัญหา และปฏิบัติตามลำดับขั้นที่ชัดเจน จนได้มาซึ่งคำตอบที่ถูกต้องและสมบูรณ์ ส่งผลให้ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหามารูปแบบของนักเรียนเกิดการพัฒนารูปแบบขึ้นได้โดยลดบทบาทครูผู้สอนที่เคยเป็นศูนย์กลางในการเรียนรู้ให้เป็นเพียงผู้ที่คอยแนะนำและช่วยให้คำปรึกษาเพื่อให้นักเรียนเรียนรู้เป็นไปตามวัตถุประสงค์แต่ละเนื้อหา นั้น ๆ และเสริมให้เนื้อหาเกิดความสมบูรณ์มากที่สุด (Shaw, Chambless, Chessin, Price, & Beardain, 1997: 85; ธิดา โมสิกรัตน์, 2548: 120; พิจิตรา ศรีพัฒย์ศ, 2559: 190; ศศิธร แก้วมี, 2555: 84) ทำให้นักเรียนต่อยอดองค์ความรู้ต่อไปได้ ทั้งยังส่งผลให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้นอีกด้วย (นรินทร์ณัฐ ตระหง่าน, 2558: 766) ซึ่งกระบวนการแก้โจทย์ปัญหามารูปแบบของโพลยา (Polya, 1945: 5) มีรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการแก้โจทย์ปัญหา ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา เป็นขั้นตอนที่เน้นให้นักเรียนอ่านโจทย์ปัญหาเพื่อวิเคราะห์สิ่งที่ระบุไว้ในโจทย์ปัญหา ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผน เป็นขั้นที่นักเรียนค้นหารูปแบบแก้โจทย์ปัญหา และวางแผนการแก้โจทย์ปัญหา ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการตามแผน เป็นขั้นที่นักเรียนกระทำตามขั้นตอนที่ได้วางแผนการดำเนินการไว้ และขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบ เป็นขั้นที่นักเรียนตรวจสอบคำตอบจากการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา ซึ่งกระบวนการแก้โจทย์ปัญหามารูปแบบของโพลยา มีจุดเด่นคือ มีขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหามารูปแบบที่เป็นระบบระเบียบ มีการระบุถึงพฤติกรรมที่นักเรียนจะแสดงออกถึงความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหามารูปแบบในรายวิชาฟิสิกส์จนนำไปสู่การจัดระบบความคิดเพื่อให้การดำเนินการแก้โจทย์จนได้มาซึ่งคำตอบที่ถูกต้องได้ อาศัยการอ่านสถานการณ์โจทย์ปัญหามารูปแบบทางฟิสิกส์และทำการวิเคราะห์สถานการณ์ในโจทย์ปัญหามารูปแบบทางฟิสิกส์จนสามารถนำข้อมูลและวิธีการในการหาคำตอบมาทำการตรวจสอบ เพื่อความสมบูรณ์ของ

คำตอบได้ (ศาสตราจารย์ หาสนาม, 2559: 543) โดยกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา จะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเข้าใจสถานการณ์ในโจทย์ปัญหาและดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ที่มีความซับซ้อนอยู่ภายในโจทย์ปัญหานั้น ๆ ได้ เนื่องจากมีข้อคำถามที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้แสดงออกถึงความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา ประกอบด้วย การวาดแผนภาพแสดงสถานการณ์ในโจทย์ปัญหา การเขียนสัญลักษณ์แทนปริมาณที่โจทย์กำหนดและการเขียนหลักการที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ในโจทย์ปัญหา (สมฤทธิ์ พุทมนต์สิงห์, 2559: 143) ดังงานวิจัยของอรพินท์ ชื่นชอบ (2549: 54) ที่ได้ทำการศึกษาการแสดงถึงความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 46 คน เมื่อได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา ผลการวิจัยพบว่า กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยาช่วยส่งเสริมความสามารถดังกล่าว ให้กับนักเรียนซึ่งข้อคำถามในแต่ละขั้นตอนช่วยในการขยายความพฤติกรรมที่จะส่งผลต่อการแสดงออกถึงความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ของนักเรียนจนสามารถดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ได้

งานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้นำการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา มาส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยระบุเข้าไปในโจทย์ปัญหาของแบบฝึกหัดในรูปแบบของใบงาน ทำให้พฤติกรรมที่ต้องการให้นักเรียนแสดงออกถึงความสามารถดังกล่าว มีความชัดเจนมากยิ่งขึ้นซึ่งในบริบทชั้นเรียนของผู้วิจัย ผู้วิจัยได้ทำการสังเกตนักเรียนจากการทำแบบฝึกหัดและแบบทดสอบในชั้นเรียน พบว่านักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถแสดงออกถึงพฤติกรรมในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ หรือแสดงออกได้แต่ไม่ครบถ้วน โดยนักเรียนมีพฤติกรรมดังนี้ ขาดการอ่านโจทย์ปัญหาให้ครบถ้วน ไม่สามารถนำข้อมูลจากการอ่านมาวิเคราะห์ถึงสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้ ระบุสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบไม่ได้ มองภาพของสถานการณ์ในโจทย์ปัญหาไม่ออก ไม่สามารถนำหลักการทางฟิสิกส์ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์โจทย์ปัญหามาเชื่อมโยงเพื่อใช้ในการวางแผนดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาจนได้มาซึ่งคำตอบ ขาดทักษะในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ มีกระบวนการคิดแก้โจทย์ปัญหาที่ไม่เป็นระบบ ขาดความใส่ใจในแก้โจทย์ปัญหา และเกิดความย่อท้อในการแก้โจทย์ปัญหา ส่งผลให้ไม่สามารถแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์จนได้มาซึ่งคำตอบที่ถูกต้องได้

ดังนั้นในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยาที่แทรกอยู่ในรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบปกติในชั้นเรียนซึ่งงานวิจัยนี้ได้เลือกใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้นตอนเป็นการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียน โดยเป็นการจัดการเรียนรู้ที่

ครูผู้สอนคุ้นเคย และได้้นำกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา ไปแทรกในขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ที่มีการนำเสนอสถานการณ์โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ ได้แก่ ขั้นตอนอธิบายและลงข้อสรุป และขั้นตอนขยายความรู้ ที่มีการนำเสนอสถานการณ์โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์รูปแบบใหม่ ๆ และมีการกำหนดสถานการณ์ที่จะส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการค้นพบองค์ความรู้ใหม่ หรือขยายความรู้เดิมที่มีอยู่ให้เกิดความเข้าใจที่ดีมากยิ่งขึ้น รวมถึงมุ่งเน้นการหาแนวปฏิบัติที่ดีในการสอนโดยใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา ในการแก้ปัญหานักเรียนผ่านรูปแบบงานวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน (Classroom Action Research) ที่มีกระบวนการในการดำเนินการวิจัย 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นวางแผน ขั้นปฏิบัติการ ขั้นสังเกต ขั้นสะท้อน (Zuber & Skerritt, 1992: 130) ซึ่งในการดำเนินการแต่ละขั้นได้มีการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ให้มีความเหมาะสมต่อการพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียนในบริบทชั้นเรียน โดยผู้วิจัยมีบทบาทเป็นครูผู้จัดการเรียนรู้ให้กับนักเรียนด้วยตนเอง และใช้แนวคิดทางฟิสิกส์เรื่อง กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน ที่มีเนื้อหาเกี่ยวกับลักษณะของการออกแรง และการเคลื่อนที่ของวัตถุหลังจากถูกแรงกระทำรวมถึงประยุกต์ใช้กับการอธิบายลักษณะการออกแรงในลักษณะต่าง ๆ (Einstein, 1950: 100) ซึ่งเป็นเนื้อหาที่ค่อนข้างมีความซับซ้อน ทำให้ผู้ที่แก้โจทย์ปัญหาสามารถแสดงออกถึงพฤติกรรม การแก้โจทย์ปัญหาได้ค่อนข้างสมบูรณ์ (ชัยวัฒน์ คุประตกุล, 2549: 50) อีกทั้งสอดคล้องกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวังของแนวคิดนี้ที่ระบุในหลักสูตรแกนกลางฯ โดยมุ่งหวังให้นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ เกิดการพัฒนาระดับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ มีกระบวนการคิดที่เป็นลำดับขั้นตอน สามารถเลือกใช้แนวคิด หลักการ กฎ ทฤษฎีทางฟิสิกส์ ประกอบกันเพื่อแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์และผ่านการดำเนินการทางคณิตศาสตร์จนได้คำตอบที่สมบูรณ์ได้ในที่สุด

คำถามวิจัย

1. นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์เป็นอย่างไร
2. การจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา สามารถส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ได้หรือไม่อย่างไร
3. แนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยาที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เป็นอย่างไร

ความมุ่งหมายของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งความมุ่งหมายไว้ดังนี้

1. เพื่อศึกษาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา
2. เพื่อเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา
3. เพื่อเสนอแนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยาที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
4. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา

ความสำคัญของการวิจัย

ผลการวิจัยในครั้งนี้ ทำให้ได้มาซึ่งการส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ และได้แนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนการสอนที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ของนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในบริบทชั้นเรียน อีกทั้งยังเป็นแนวทางให้ครูผู้สอนรายฟิสิกส์นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สอดแทรกกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยาของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 และแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ไปใช้ในการส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์และพัฒนาการจัดการเรียนรู้ในบริบทชั้นเรียนของตนเองได้ต่อไป

ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยมีขอบเขตของการวิจัยดังนี้

รูปแบบของการวิจัย

งานวิจัยในครั้งนี้เป็นงานวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน (Classroom Action Research) 4 ขั้นตอน ตามแนวคิดของ ชูเบอร์และสเคอร์ริท (Zuber & Skerritt, 1992: 130) ได้แก่

- ขั้นที่ 1 ขั้นวางแผน
- ขั้นที่ 2 ขั้นปฏิบัติการ
- ขั้นที่ 3 ขั้นการสังเกต

ขั้นที่ 4 ขั้นการสะท้อน

มีการเก็บข้อมูลทั้งเชิงปริมาณและคุณภาพ ดังนี้

ข้อมูลเชิงปริมาณ มีการวัดและเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยาและเก็บข้อมูลความพึงพอใจของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา

ข้อมูลเชิงคุณภาพ มีการเก็บข้อมูลที่ได้จากการสังเกตพฤติกรรมในชั้นเรียนของกลุ่มที่ศึกษา การสะท้อนจากการทำใบงาน และการสัมภาษณ์กลุ่มที่ศึกษาในเชิงการสนทนาแล้วทำการจดบันทึกไว้ โดยมีการบรรยายจากสิ่งที่ค้นพบ จากการปรับปรุงและพัฒนากิจกรรมการจัดการเรียนรู้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ เพื่อให้ได้มาซึ่งแนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

กลุ่มที่ศึกษา

กลุ่มที่ศึกษาในงานวิจัยนี้ คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 ของโรงเรียนขนาดใหญ่แห่งหนึ่ง สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 2 กรุงเทพมหานคร มีบริบทเป็นโรงเรียนชายล้วน มีนักเรียนตั้งแต่ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นถึงระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวนนักเรียน 1,500 คน โดยถูกเลือกมาแบบเจาะจง (Purposive Sampling) จากห้องเรียนที่ผู้วิจัยทำการสอนด้วยตนเองและเป็นกลุ่มที่มีปัญหาในการแสดงออกซึ่งความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ จำนวน 50 คน เป็นห้องเรียนที่จัดนักเรียนแบบลดความสามารถแบ่งเป็น 2 ห้องเรียน คือ ห้อง 4/2 และ 4/3 ห้องละ 25 คน ถูกเลือกมาจากนักเรียน จำนวน 100 คน จากโรงเรียนเดียวกัน

ตัวแปรที่ศึกษา

1. ตัวแปรอิสระ แบ่งเป็นดังนี้

1.1 การจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา

2. ตัวแปรตาม

2.1 ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์

2.2 ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา

2.3 แนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา หมายถึง ขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ที่มีการระบุข้อความที่เป็นลำดับในการแก้โจทย์ปัญหาที่ชัดเจนเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ โดยมีขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 การทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา เป็นขั้นที่นักเรียนอ่านและวิเคราะห์สถานการณ์โจทย์ปัญหา โดยสามารถเขียนแสดงแผนภาพพร้อมทั้งระบุขนาดและทิศทางของปริมาณต่าง ๆ ตามสถานการณ์ที่โจทย์กำหนดได้ เพื่อใช้ในการประกอบการแก้โจทย์ปัญหา

ขั้นที่ 2 การวางแผนการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา เป็นขั้นที่นักเรียนระบุสิ่งที่โจทย์ปัญหาต้องการทราบ และทำการเปลี่ยนจากภาษาเขียนในโจทย์ปัญหาเป็นสัญลักษณ์เพื่อเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของสัญลักษณ์และปริมาณให้อยู่ในรูปแบบของสมการได้

ขั้นที่ 3 การดำเนินการตามแผน เป็นขั้นที่นักเรียนดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาตามที่ได้วางแผนไว้ โดยนักเรียนสามารถนำสมการความสัมพันธ์ของตัวแปรทางฟิสิกส์มาดำเนินการทางคณิตศาสตร์ จนได้มาซึ่งคำตอบของโจทย์ปัญหา

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบผลลัพธ์ เป็นขั้นที่นักเรียนดำเนินการสรุปและตรวจสอบคำตอบเพื่อหาความถูกต้อง โดยการให้นักเรียนเขียนสรุปคำตอบพร้อมระบุหน่วย และตรวจสอบความสัมพันธ์สมเหตุสมผลของคำตอบตามรูปแบบของแต่ละสถานการณ์โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ ได้แก่ การสรุปความสัมพันธ์จากการคำนวณค่าย้อนกลับเพื่อดูความเท่ากันของสมการทางคณิตศาสตร์ การหาปริมาณที่โจทย์ต้องการทราบจากการดำเนินการอีกวิธีหนึ่งเพื่อตรวจสอบคำตอบ หรือการวิเคราะห์และระบุถึงความสมเหตุสมผลของการเกิดขึ้นในสถานการณ์โจทย์ปัญหานั้น

2. ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ หมายถึง การแสดงออกทางกระบวนการคิดของนักเรียนที่เป็นระบบ ประกอบการใช้ข้อมูล นำความรู้และประสบการณ์เดิมมาเชื่อมโยง รวมไปถึงการรู้จักวิเคราะห์รูปแบบของปัญหาหรือสถานการณ์ทางฟิสิกส์ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหากฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน แล้วสามารถเขียนแผนภาพแสดงเหตุการณ์และปริมาณที่เกี่ยวข้องได้ พร้อมทั้งนำมาซึ่งการหาหลักการและสมการความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ มาใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ได้ โดยการแสดงออกถึงความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ มี 5 พฤติกรรมดังนี้

1) การทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา โดยผ่านการวิเคราะห์โจทย์ปัญหา เขียนสิ่งที่ เป็นเงื่อนไขในโจทย์ปัญหา

2) การเขียนแสดงแผนภาพ พร้อมทั้งระบุขนาดและทิศทางของปริมาณทางฟิสิกส์ ตามสถานการณ์ที่โจทย์กำหนดได้ และแปลข้อความในโจทย์ปัญหาเป็นสัญลักษณ์ทางฟิสิกส์เพื่อใช้ในการประกอบการแก้โจทย์ปัญหา

3) การหาวิธีการแก้โจทย์ปัญหา โดยหาหลักการที่เกี่ยวข้องมาเขียนให้อยู่ในรูป สมการความสัมพันธ์ของตัวแปรทางฟิสิกส์ได้

4) การดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา โดยนำสมการความสัมพันธ์ของตัวแปรทางฟิสิกส์ มาดำเนินการทางคณิตศาสตร์ จนได้มาซึ่งคำตอบ

5) การสรุปและตรวจสอบคำตอบ โดยการเขียนสรุปคำตอบพร้อมระบุหน่วยและ ตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบตามรูปแบบของแต่ละสถานการณ์โจทย์ปัญหาทาง ฟิสิกส์ ได้แก่ การสรุปความสมเหตุสมผลจากการคำนวณค่าย้อนกลับเพื่อดูความเท่ากันของ สมการทางคณิตศาสตร์ การหาปริมาณที่โจทย์ต้องการทราบจากการดำเนินการอีกวิธีหนึ่งเพื่อ ตรวจสอบคำตอบ หรือการวิเคราะห์และระบุถึงความสมเหตุสมผลของการเกิดขึ้นในสถานการณ์ โจทย์ปัญหานั้น ๆ

โดยความสามารถนี้สามารถวัดได้จาก แบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทาง ฟิสิกส์ มีรูปแบบเป็นข้อสอบอัตนัย จำนวน 6 ข้อ ซึ่งมีเกณฑ์ที่ใช้ในการจำแนกระดับความสามารถ ในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ เรื่อง กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 4 โดยนำคะแนนรวมทั้งฉบับมาทำการเทียบกับเกณฑ์ ที่พัฒนามาจากแนวคิดของ ดอคเตอร์ (Doktor, 2015: 25) เกริก ศักดิ์สุภาพ (2556: 38) สุจิตรา ศรีสละ (2554: 133) และ กัลยา วาณิชยปัญญา (2552: 56) มีแนวการให้ระดับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา ดังนี้

97-120 มีความสามารถในระดับดีมาก

73-96 มีความสามารถในระดับดี

49-72 มีความสามารถในระดับปานกลาง

25-48 มีความสามารถในระดับพอใช้

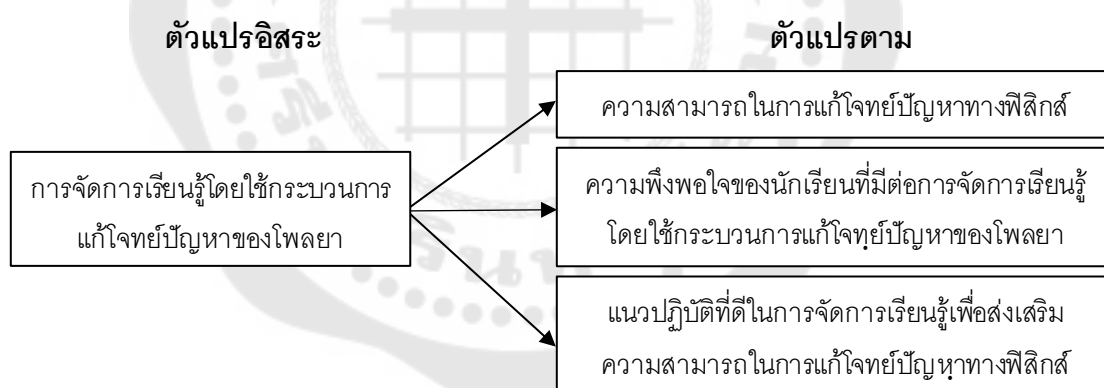
0-24 มีความสามารถในระดับต้องปรับปรุง

3. ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ โจทย์ปัญหาของโพลยา หมายถึง ความรู้สึกชอบหรือความรู้สึกในทางบวกที่มีต่อการจัดการ เรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา เรื่อง กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน ของนักเรียน

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ประกอบด้วย 4 ด้านได้แก่ ด้านกระบวนการจัดการเรียนรู้ด้าน บรรยายภาคการเรียนรู้ ด้านสื่อการเรียนรู้ และด้านการวัดและประเมินผล โดยใช้แบบสอบถาม มีลักษณะเป็นแบบมาตราประมาณค่า 5 ระดับ เพื่อต้องการทราบความคิดเห็นของนักเรียนหลัง ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา

กรอบแนวคิดในการวิจัย

การวิจัยนี้ผู้วิจัยต้องการศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้โจทย์ ปัญหาของโพลยาทั้ง 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 การทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา ขั้นที่ 2 การวางแผน การดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา ขั้นที่ 3 การดำเนินการตามแผน ขั้นที่ 4 ตรวจสอบผลลัพธ์ เพื่อใช้ในการ ส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ เรื่อง กฎการเคลื่อนที่ ของนิวตันและให้ได้มาซึ่งแนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนการสอน ผ่านกระบวนการวิจัยเชิง ปฏิบัติการในชั้นเรียน โดยอ้างอิงเนื้อหาเกี่ยวกับกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน ตามหลักสูตรแกนกลาง การศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) กรอบแนวคิดในการวิจัยสามารถ แสดงเป็นแผนภาพได้ดังนี้



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

สมมติฐานของการวิจัย

1. นักเรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ โดยภาพรวม และรายด้าน หลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ และสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด
2. นักเรียนมีระดับความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้โจทย์ ปัญหาของโพลยาอยู่ในระดับมาก

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และได้นำเสนอตามหัวข้อต่อไปนี้

1. ธรรมชาติของวิชาฟิสิกส์และโจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์
 - 1.1 ธรรมชาติของวิชาฟิสิกส์
 - 1.2 โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์
2. ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์
 - 2.1 ความหมายของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์
 - 2.2 ความสำคัญของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์
 - 2.3 พฤติกรรมที่สะท้อนถึงความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์
 - 2.4 การจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์
 - 2.5 การวัดและประเมินความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์
3. กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา
 - 3.1 ความหมายของกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา
 - 3.2 ขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา
 - 3.3 ประโยชน์ของกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา
4. การวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน
 - 4.1 ความหมายการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน
 - 4.2 กระบวนการและขั้นตอนในการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน
5. ความพึงพอใจ
 - 5.1 ความหมายของความพึงพอใจ
 - 5.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจ
 - 5.3 การวัดและประเมินความพึงพอใจ

1. ธรรมชาติของวิชาฟิสิกส์และโจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์

1.1 ธรรมชาติของวิชาฟิสิกส์

วิชาฟิสิกส์เป็นวิชาที่ว่าด้วยการศึกษาเกี่ยวกับเรื่องราวของธรรมชาติ โดยเน้นการหา กฎเกณฑ์ต่าง ๆ มาเพื่ออธิบายปรากฏการณ์ในธรรมชาติที่เกิดขึ้นรอบตัว หรือเป็นปรากฏการณ์

ที่สามารถพบเห็นได้ในชีวิตประจำวัน ซึ่งเป็นปรากฏการณ์เฉพาะทางกายภาพ หรือเกี่ยวข้องกับสิ่งที่ไม่ใช่ชีวิต (พวงรัตน์ ไพเราะ, 2559: 7) โดยการได้มาซึ่งความรู้ทางฟิสิกส์ ต้องผ่านการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมักเริ่มต้นมาจากการสังเกตสิ่งที่อยู่รอบตัวแล้วเกิดปัญหาหรือความสงสัย จึงนำมาซึ่งการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อนำมาทำการวิเคราะห์และสรุปผลจนเกิดเป็นทฤษฎี หลักการหรือกฎต่าง ๆ ขึ้น (สุระ วุฒิพรหม, 2547: 3) โดยกฎเกณฑ์และทฤษฎีเหล่านี้ อาจมีการเปลี่ยนแปลงเพื่อนำไปสู่ความก้าวหน้าในด้านการพัฒนาเครื่องมือและวิธีการวัดความสามารถ หรือคุณลักษณะของผู้เรียนที่ควรปรากฏในการเรียนฟิสิกส์ได้อยู่ตลอดเวลา ซึ่งการได้มาซึ่งความรู้ในรายวิชาฟิสิกส์นั้นจะต้องผ่านกระบวนการศึกษาที่มีการผสมผสานความรู้ในด้านทฤษฎี การปฏิบัติ และการคำนวณเข้าด้วยกัน (Pervez, 2010: 4)

การศึกษารายวิชาฟิสิกส์ ถือเป็นการศึกษาที่เน้นการอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ด้วยข้อมูลเชิงพรรณนาตามสภาพการรับรู้ของคนเรา เช่น การบอกถึงลักษณะ รูปร่าง รูปทรง พื้นผิว เป็นต้น และการนำคณิตศาสตร์มาใช้ในการหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องและนำมาบรรยายถึงปรากฏการณ์ต่าง ๆ ด้วยข้อมูลเชิงตัวเลข ซึ่งได้มาจากการสังเกตและการวัด (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560: 6; สุระ วุฒิพรหม, 2547: 1) ดังนั้นกฎเกณฑ์และทฤษฎีของรายวิชาฟิสิกส์จึงเกี่ยวข้องกับการวัดปริมาณต่าง ๆ สอดคล้องกับคลัส (Klus, 2017: 159) ที่ได้กล่าวถึง หลักการทางฟิสิกส์สามารถเกิดขึ้นได้และสมบูรณ์ส่วนหนึ่งเป็นผลมาจากการใช้คณิตศาสตร์ที่เข้ามามีบทบาทในการหาคำตอบของสถานการณ์ที่เป็นปรากฏการณ์ทางธรรมชาติภายใต้เงื่อนไขทางคณิตศาสตร์ สามารถทำนายอนาคตได้โดยอาศัยข้อมูลปัจจุบันของเหตุการณ์นั้น ๆ โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์จึงมีพื้นฐานสำคัญคือ สถานการณ์ที่เป็นปรากฏการณ์ทางธรรมชาติและคณิตศาสตร์ที่เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการบรรยายปรากฏการณ์ในลักษณะการแสดงข้อมูลเชิงตัวเลข

ดังนั้น ธรรมชาติของวิชาฟิสิกส์ เป็นสาขาวิชาที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาเพื่อทำความเข้าใจปรากฏการณ์ธรรมชาติ ซึ่งเป็นการศึกษาความรู้วิทยาศาสตร์ทางด้านกายภาพ ผ่านวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ที่เริ่มต้นมาจากการสังเกตและระบุถึงปัญหา คิดวิเคราะห์เพื่อคาดคะเนคำตอบ และรวบรวมข้อมูลทั้งด้านการศึกษาเอกสารในส่วนของทฤษฎี ทำการทดลอง การคำนวณทางคณิตศาสตร์ จนสามารถสรุปผล หรือตอบคำถามของปัญหานั้น ๆ ได้ จะเห็นได้ว่าธรรมชาติของรายวิชาฟิสิกส์นั้น จะมีการบรรยายถึงลักษณะการเกิดปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ ซึ่งเป็นลักษณะภายนอกที่บรรยายออกมาเป็นข้อความ และมีการใช้ตัวเลขในการบรรยายปรากฏการณ์ทาง

ธรรมชาตินั้น ๆ โดยการศึกษาข้อมูลรูปแบบนี้ จะสามารถคาดคะเนหรือทำนายปรากฏการณ์ที่อาจจะเกิดขึ้นในอนาคตได้

1.2 โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์

จากการศึกษาและทบทวนวรรณกรรม พบว่า โจทย์ปัญหา หมายถึง สถานการณ์ และข้อความ ที่กำหนดเป็นปัญหาขึ้นมา (อดิเรก เฉลียวฉลาด, 2550: 20) เพื่อให้ผู้เรียนได้ใช้วิธีการต่าง ๆ ในการหาคำตอบ (กัญญาภรณ์ สีนินทิน, 2558: 42; อนุญา อินทรภักดี, 2558: 36) ซึ่งจากการศึกษาถึงปัญหาถือเป็นประเด็นหรือสถานการณ์ที่ก่อให้เกิดอุปสรรค ที่เมื่อเผชิญแล้วไม่สามารถใช้วิธีการใดวิธีการหนึ่งในการแก้ไขได้ทันที (นฤมล จิมงาม, 2558: 27-28) และเมื่อสถานการณ์ที่เป็นปัญหาเกิดขึ้นแล้ว ต้องมีการค้นหาวิธีการในการดำเนินการแก้สถานการณ์เหล่านั้น ซึ่งมีหลายรายวิชาที่เน้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้จากการคิดแก้ปัญหาจากสถานการณ์ หรือที่เรียกกันว่า โจทย์ปัญหา เช่น รายวิชาฟิสิกส์ เคมี และคณิตศาสตร์ เป็นต้น (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2559: 1) โดยในการแก้โจทย์ปัญหาจากสถานการณ์ที่สร้างขึ้นจากรายวิชาเหล่านี้ ต้องอาศัยกระบวนการคิดหาวิธีการและเทคนิคต่าง ๆ (รสสุคนธ์ มกรมณี, 2550: 29) ที่ได้มาจากกระบวนการความสามารถทางสมองในการหาทางออกของปัญหา (นฤมล จิมงาม, 2558: 29) ใช้ความรู้และประสบการณ์เดิมที่ได้เรียนรู้มา และเน้นที่ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมและปัญหา ในการหาคำตอบได้อย่างเหมาะสมและหลากหลาย ให้เป็นไปในแนวทางที่ยอมรับได้ (De Bono, 1979: 99; Newell & Simon, 1961: 145)

สำหรับรายวิชาฟิสิกส์นั้น จากการศึกษาวรรณกรรม เกี่ยวกับโจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ พบว่ามีนักวิชาการศึกษาได้กล่าวถึงลักษณะของโจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ไว้อย่างหลากหลาย โดยลักษณะของโจทย์ปัญหาฟิสิกส์มักเกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่เป็นปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ (โชคศิลป์ ธนเสียง, 2546: 1) โดยมีการระบุค่าที่เป็นตัวเลขหรือเชิงปริมาณ ซึ่งต้องใช้คณิตศาสตร์เข้ามามีบทบาทในการทำนายค่า หรืออธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติในการแก้โจทย์ปัญหาแต่ละครั้ง (สุระ วุฒิพรหม, 2547: 1) ซึ่งโจทย์ปัญหาแต่ละข้ออาจประกอบด้วยสถานการณ์ปัญหาที่มากกว่า 1 สถานการณ์ได้ เป็นสถานการณ์ที่ไม่ตายตัว อาจมีการเพิ่มเติมหรือปรับเปลี่ยนบริบทของสถานการณ์ได้ตลอด ซึ่งอาจต้องใช้หลักการทางฟิสิกส์ที่หลากหลายเข้ามามีส่วนช่วยในการแก้โจทย์ปัญหา (Hu, Zwickl, Wilcox, & Lewandowski, 2017: Abstract) นอกจากนี้ การแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ให้ประสบความสำเร็จนั้นควรทำการศึกษาสถานการณ์ของโจทย์ปัญหานั้น

เกิดเป็นความคิดรวบยอด เพื่อให้ได้มาซึ่งวิธีการในการดำเนินการหาคำตอบ (Chi, Glaser, & Rees, 1982: 68)

ดังนั้นจากการศึกษาความหมายของโจทย์ปัญหาและลักษณะของโจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์จึงสามารถสรุปถึงความหมายของโจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ได้ว่า คือ สถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ ที่มีการระบุเป็นลักษณะของข้อความ หรือ ตัวเลข โดยมีเงื่อนไขของข้อความที่เป็นปัญหาของสถานการณ์นั้น ๆ ซึ่งปัญหามีลักษณะเป็นสถานการณ์ที่ไม่สามารถหาคำตอบได้โดยทันที และอาจประกอบด้วยสถานการณ์ปัญหาที่มากกว่า 1 ปัญหา ในการแก้โจทย์ปัญหามustมีการศึกษาโจทย์ปัญหา อาศัยแนวคิดทางฟิสิกส์และประสบการณ์เดิมในด้านความรู้เกี่ยวกับฟิสิกส์ รวมถึงวิธีการในการหาคำตอบ และหลักการทางคณิตศาสตร์มาช่วยในการหาคำตอบ

2. ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์

2.1 ความหมายของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์

ในการศึกษาความหมายของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา บูดิ (Budi, 2018: 241) นฤมล ฉิมงาม (2558: 38) และ บุญนำ อินทนนท์ (2551: 66) ได้กล่าวไปในแนวทางเดียวกันว่า ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา คือ พฤติกรรมของบุคคลที่แสดงออกถึงการค้นหาคำตอบของปัญหา หรือ สถานการณ์ต่าง ๆ โดยต้องอาศัย การวิเคราะห์ปัญหาที่ให้มา การแปลความหมายของโจทย์ปัญหา กระบวนการคิดแก้ปัญหาที่เป็นการพิจารณาปัญหาอย่างเป็นขั้นตอน ซึ่งถือเป็นการประมวลความรู้โดยผ่านกระบวนการคิดตามกระบวนการ (Docktor, 2015: 8; วิชชุตา อ้วนศรีเมือง, 2555: 9) หากนำมาเชื่อมโยงกับองค์ความรู้ที่หลากหลายที่มีความสัมพันธ์กับสถานการณ์นั้น ๆ มาใช้เพื่อตัดสินใจเลือกวิธีการในการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา ซึ่งถือเป็นการคิดเชิงบูรณาการ มีการพิจารณาสถานการณ์นั้นอย่างละเอียด มีการเชื่อมโยงองค์ความรู้เพื่อหาวิธีการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา จนสามารถแก้ไขสถานการณ์ได้อย่างสร้างสรรค์และมีประสิทธิภาพ (สมชาย เทพแสง, 2555: 8)

สำหรับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์นั้น เป็นพฤติกรรมของนักเรียนที่สอดคล้องกับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเพียงแต่ใช้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์เข้ามาเกี่ยวข้องกับการกำหนดพฤติกรรมที่ควรแสดงออกมาเพื่อให้สามารถทำการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ได้อย่างสมบูรณ์ (อนัญญา อินทรภักดิ์, 2558: 482) ซึ่งนักการศึกษาและนักวิจัยได้มีการลงรายละเอียดเพิ่มเติมเกี่ยวกับพฤติกรรมที่แสดงออกถึงความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ไว้ว่า ควรให้ความสำคัญกับการอ่านโจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ เพื่อทำความเข้าใจ ทำการ

วิเคราะห์ปัญหาที่ให้มา (Laterell, 2017: 6; Nurdiana, 2017: 188; นฤมล ฉิมงาม, 2558: 38) และแปลความหมายของโจทย์ปัญหาออกมาให้อยู่ในรูปของสมการและความสัมพันธ์ของปริมาณต่าง ๆ (Athreya, 2010: 2; วิชชุดา อ้วนศรีเมือง, 2555: 9) นำข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์โจทย์ปัญหาเหล่านั้นมาหาคำตอบผ่านกระบวนการคิดแก้ปัญหาก็ถูกต้องและสมบูรณ์ (Yulindar, Setiawan, & Liliawati, 2018: 2; บุญนำ อินทนนท์, 2551: 66; เสาวนีย์ บุญแก้ว, 2554: 6)

จากการศึกษาทบทวนวรรณกรรมของนักการศึกษาที่ระบุถึงความหมายของความสามารุในการแก้โจทย์ปัญหา สามารถสรุปเกี่ยวกับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ ได้ว่า หมายถึง การแสดงออกทางกระบวนการคิดที่เป็นระบบของผู้เรียนเพื่อใช้ในการค้นหาคำตอบ รวมไปถึงการใช้ความสามารถด้านการวิเคราะห์รูปแบบของปัญหาหรือสถานการณ์จนสามารถแปลความหมายของสิ่งที่กำหนดให้อยู่ในรูปของความสัมพันธของปริมาณต่าง ๆ ผ่านการประมวลความรู้อย่างเป็นขั้นตอน และนำความรู้ทางฟิสิกส์มาทำการเชื่อมโยงกับสถานการณ์ปัญหา จนสามารถตัดสินใจเลือกวิธีการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา และดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาจนได้มาซึ่งคำตอบที่ถูกต้อง

2.2 ความสำคัญของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์

จากการศึกษาและทบทวนวรรณกรรม ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา มีความสำคัญ ในการเสริมสร้างให้ผู้เรียนฝึกการคิดเพื่อแก้ไขปัญหของสถานการณ์ต่าง ๆ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2559: 1) ส่งต่อการนำความรู้จากการฝึกความสามารถในด้านการคิดเหล่านี้ไปพัฒนาต่อยอดเพื่อให้เกิดประโยชน์ต่อการใช้ชีวิตประจำวัน (ณัฐพร โพธิ์เยี่ยม, 2550: 40) เนื่องจากการฝึกคิดเพื่อแก้ปัญหจะช่วยในการพัฒนา นักเรียนในด้านต่าง ๆ ได้แก่ การฝึกทักษะการสังเกต การเก็บรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ การตีความและสรุปความ การคิดแก้ปัญหอย่างมีขั้นตอน มีเหตุผล ฝึกการทำงานที่เป็นระบบ และมีการนำความรู้มาช่วยในการแก้ไขปัญหในสถานการณ์ต่าง ๆ (เกริก ศักดิ์สุภาพ, 2554: 38) รวมไปถึงโจทย์ปัญหาที่ถูกกำหนดขึ้นจากสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน (เอกวิทย์ ดวงแก้ว, 2559: 53) ซึ่งรายวิชาฟิสิกส์เป็นการศึกษาเกี่ยวกับปรากฏการณ์ธรรมชาติที่เกี่ยวข้องสถานการณ์ที่เป็นปัญหาภายใต้เงื่อนไขต่าง ๆ จนเกิดกระบวนการในการคิดเพื่อแก้ปัญหจากสถานการณ์ของปรากฏการณ์นั้น ซึ่งเป็นการคิดที่เป็นขั้นเป็นตอนชัดเจนจนสามารถเข้าใจถึงปรากฏการณ์ทางธรรมชาตินั้นได้ (Hollabaugh, 1995: 3; สุระ วุฒิพรหม, 2547: 1) โดยการแก้ปัญหาโจทย์ทางฟิสิกส์ทำให้ผู้เรียนเกิดความรู้ความเข้าใจในการลำดับขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ในแต่ละสถานการณ์แบบถาวร (Budi, 2018: 244) เพราะผู้เรียนได้ฝึกการแก้ปัญห

สถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริงและถูกนำมาให้ผู้เรียนได้แก้ปัญหา (ศิริกาญจน์ โกศลมภ์, 2551: 1) ได้ใช้ข้อมูลที่จะนำมาเป็นข้อมูลและทำการเชื่อมโยงกับความรู้และประสบการณ์เดิมอย่างสมเหตุสมผลสามารถนำข้อมูลมาใช้ในการประกอบการตัดสินใจ ในการหาวิธีการดำเนินการแก้ปัญหา และสื่อสารออกมาในรูปแบบต่าง ๆ ได้ (Leak et al., 2017: 10; วรณภา เหล่าไพศาลพงษ์, 2555: 33) อีกทั้งการที่ผู้เรียนทำการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์นั้น ไม่เพียงแต่ได้เรียนรู้เทคนิคในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์แต่ยังรวมไปถึงการทำโจทย์ปัญหาซ้ำ ๆ เพื่อที่จะได้เจอกับสถานการณ์ใหม่ ๆ และหลากหลายจนสามารถเผชิญกับโจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ในรูปแบบที่แตกต่างกันก็สามารถแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์จนสำเร็จลุล่วงได้ (Lynn, 2009: 16) ซึ่งการฝึกวิเคราะห์ห้โจทย์ปัญหาซ้ำ ๆ จะสามารถส่งเสริมคุณลักษณะที่สำคัญของผู้เรียน เช่น การคิดแบบรอบคอบมีเหตุผล รู้จักวางแผนและตัดสินใจแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้อย่างสมเหตุสมผล อดทนต่อการเผชิญกับปัญหา มีความพยายาม และไม่ย่อท้อต่ออุปสรรคปัญหาใด ๆ (พันธ์ทิพา พิณทิพย์, 2560: 130)

ดังนั้น จากการศึกษาทบทวนวรรณกรรม จึงสรุปได้ว่าความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ที่เน้นการนำปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันและนำความรู้และประสบการณ์เดิมมาเชื่อมโยง เพื่อตัดสินใจในการหาแนวทางการแก้ไขโจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ มีความสำคัญในการช่วยให้นักเรียนได้ฝึกคิด ได้แก่ การฝึกการคิดวิเคราะห์การคิดประกอบการใช้ข้อมูล ความรู้และเชื่อมโยงไปสู่การดำเนินการแก้ปัญหา กับสถานการณ์จริงในชีวิตประจำวัน โดยอาจต้องใช้ความอดทนในการเผชิญกับปัญหา เพื่อให้ได้มาซึ่งวิธีการและคำตอบของปัญหานั้น ๆ

2.3 พฤติกรรมที่สะท้อนถึงความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์

จากการศึกษาพฤติกรรมที่แสดงออกถึงการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ พบว่า รายวิชาฟิสิกส์ที่มีโจทย์ปัญหาในลักษณะการกำหนดเป็นสถานการณ์ปัญหาแต่สถานการณ์ปัญหาของรายวิชาฟิสิกส์จะมีความซับซ้อน (Maries & Singh, 2018: 11) และมีความเชื่อมโยงกับรายวิชาคณิตศาสตร์ที่ถูกใช้เป็นเครื่องมือในการทำนายและอธิบายความสัมพันธ์ของแต่ละปริมาณที่เป็นองค์ประกอบการเกิดปรากฏการณ์ต่าง ๆ ได้ (อัมพร วัจนะ, 2550: 2) โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์จึงไม่แตกต่างจากโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หรือโจทย์ปัญหาโดยทั่วไปมากนัก จะประกอบด้วยข้อความที่บรรยายถึงสถานการณ์ที่กำหนด และอาจมีการใช้ตัวเลขเพื่อระบุข้อความเชิงปริมาณ (นฤมล ฉิมงาม, 2558: 31) โดยจากการศึกษาพบว่า รพีพรรณ เพียรเสมอ (2550: 17) มีการ

กล่าวถึงพฤติกรรมที่แสดงถึงความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาฟิสิกส์ไว้ 5 พฤติกรรม ดังนี้

- 1) การอ่านทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา
- 2) การวาดภาพและใช้สัญลักษณ์ตามเงื่อนไขย่อย ๆ ที่โจทย์กำหนด
- 3) การวางแผนการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาโดยเชื่อมโยงระหว่างข้อมูลกับสิ่งที่

ต้องการทราบ

- 4) การลงมือทำตามแผน พร้อมตรวจสอบแต่ละขั้นย่อย ๆ ในการดำเนินการ
 - 5) การตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างคำตอบกับข้อมูลและเงื่อนไขที่กำหนด
- สอดคล้องกับพฤติกรรมที่แสดงออกถึงความสามารถดังกล่าวนี้ ดำรงค์ดี มีวรรณ (2552: 12-13) และธัญกร ช่วยทุกข์เพื่อน (2559: 18-19) กล่าวถึงพฤติกรรมที่ผู้เรียนควรแสดงออกถึงกระบวนการในการค้นหาคำตอบในโจทย์ปัญหาเป็นไปในทำนองเดียวกันซึ่งประกอบด้วย 4 พฤติกรรม ดังนี้

- 1) การบอกถึงเรื่องราวเกี่ยวกับโจทย์ โดยเขียนแผนภาพแสดงสถานการณ์ที่
- โจทย์กำหนดให้
- 2) การเขียนเป็นประโยคสัญลักษณ์ได้พร้อมระบุหลักการทางฟิสิกส์ที่จะนำมาใช้
- ในการแก้โจทย์ปัญหา

- 3) การคำนวณตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์โดยแสดงเป็นวิธีทำ
- 4) การระบุคำตอบและตรวจสอบผลลัพธ์ที่สมเหตุสมผล

เช่นเดียวกับ ชันเดย์ (Sunday, 2010: 39) ได้กล่าวไว้ว่า การแก้โจทย์ปัญหาเป็นสิ่งสำคัญของการเรียนวิชาฟิสิกส์ ส่วนพฤติกรรมที่แสดงออกถึงความสามารถนี้ ควรมีการแสดงออกถึงพฤติกรรมเป็นดังนี้

- 1) การร่างภาพสถานการณ์ในโจทย์ปัญหาได้
- 2) การเขียนข้อความหรือแผนภาพทางฟิสิกส์ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์นั้นได้
- 3) การแปลข้อความเป็นสัญลักษณ์ทางฟิสิกส์
- 4) การสร้างสมการทางฟิสิกส์ได้
- 5) การแก้สมการหาคำตอบได้
- 6) การตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบได้

อีกทั้ง เฮลเลอร์ และ เฮลเลอร์ (Heller & Heller, 2010: 20) กล่าวว่าพฤติกรรมที่แสดงออกถึงความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ มีลักษณะเฉพาะและเป็นไปตามลักษณะธรรมชาติของรายวิชาฟิสิกส์ มีดังนี้

- 1) การร่างแผนภาพที่บรรยายถึงปัญหา
- 2) การบรรยายข้อความ และระบุปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ทั้งหมดลงในแผนภาพ
- 3) การสร้างสมการความสัมพันธ์ของปริมาณที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ให้อยู่ในรูปของสมการทางคณิตศาสตร์
- 4) การแก้สมการตามหลักทางพีชคณิต
- 5) การตรวจสอบความถูกต้องและความสมเหตุสมผลของคำตอบ

ซึ่ง โพลยา (Polya, 1945: 17) ได้ระบุถึงพฤติกรรมที่ควรแสดงถึงกระบวนการในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ที่มีความคล้ายคลึงกับพฤติกรรมในการแสดงออกถึงกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ไว้ดังนี้

- 1) การแสดงเงื่อนไขของโจทย์ปัญหา ด้วยการเขียนแผนภาพสถานการณ์ในโจทย์ปัญหา โดยเขียนแผนภาพในลักษณะแยกส่วนแต่ละเงื่อนไข
- 2) การเชื่อมโยงความสัมพันธ์ ระหว่างที่ต้องการรู้และสิ่งที่เป็นข้อมูลที่กำหนดไว้ในสถานการณ์ พร้อมทั้งวางแผนการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา
- 3) การดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาตามขั้นตอนที่วางแผนไว้
- 4) การตรวจสอบความถูกต้อง ความเป็นเหตุเป็นผลของการได้มาซึ่งคำตอบ

จากการศึกษาทบทวนวรรณกรรมและเอกสารงานวิจัยเกี่ยวกับพฤติกรรมที่แสดงออกถึงพฤติกรรมที่แสดงออกถึงความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ ของ รพีพรรณ เพียรเสมอ (2550: 17) ดำรงค์ดี มีวรรณ (2552: 12-13) ธันยากร ช่วยทุกข์เพื่อน (2559: 18-19) ชันเดย์ (Sunday, 2010: 39) เฮลเลอร์ และ เฮลเลอร์ (Heller & Heller, 2010: 20) และโพลยา (Polya, 1945: 17) พบว่าพฤติกรรมตามนี้นักวิชาการเสนอมามีความคล้ายคลึงกันและมีบางพฤติกรรมที่แตกต่างกันบ้าง ซึ่งผู้วิจัยได้นำพฤติกรรมที่แสดงออกถึงความสามารถนี้ ของนักวิชาการศึกษาดังกล่าวนี้นามาวិเคราะห์ เปรียบเทียบและสังเคราะห์พฤติกรรมที่แสดงออกถึงการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์เพื่อนำมาใช้ในงานวิจัยนี้ แสดงดังตาราง 1

ตาราง 1 (ต่อ)

รพีพรรณ เพียรเสมอ (2550)	ดำรงศักดิ์ มีวรรณ (2552) และธัญยากร ช่างทุกขีเพือน (2559)	Sunday (2010)	Heller & Heller (2010)	Polya (1957)	พฤติกรรมที่ผู้วิจัย สังเคราะห์ขึ้น
		3) การแปลข้อความเป็น สัญลักษณ์ทางพีลิกส์			
3) การวางแผนการ ดำเนินการแก้ไขปัญหาค โดยเชื่อมโยงระหว่างข้อมูล กับสิ่งที่ต้องการทราบ	3) การคำนวณตามกระบวนการทาง คณิตศาสตร์โดยแสดงเป็นวิธีทำ	4) การสร้างเป็นสมการ ทางพีลิกส์ได้	3) การสร้างสมการ ความสัมพันธ์ของปริมาณที่ เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ ให้อยู่ในรูปของสมการทาง คณิตศาสตร์		3) การระบุหลักการที่ เกี่ยวข้องพร้อมเชื่อมโยง ข้อมูลมาสร้างเป็นสมการ ความสัมพันธ์
4) การลงมือทำตามแผน พร้อมตรวจสอบแต่ละขั้น ย่อย ๆ ในการดำเนินการ	5) การแก้สมการหา คำตอบได้	4) การแก้สมการตามหลัก ทางพีลิกส์	3) การดำเนินการแก้ไข โจทย์ปัญหาตาม ขั้นตอนที่วางแผนที่	4) การแก้สมการโดยใช้การ ดำเนินการทางคณิตศาสตร์	
5) การตรวจสอบความ สอดคล้องระหว่างคำตอบ กับข้อมูลและเงื่อนไขที่ กำหนด	4) การระบุคำตอบและตรวจสอบ ผลลัพธ์ที่สมเหตุสมผล	6) การตรวจสอบความ สมเหตุสมผลของคำตอบ ได้	5) การตรวจสอบความ ถูกต้องและความ สมเหตุสมผลของคำตอบ	5) การตรวจสอบคำตอบ และความสอดคล้อง ระหว่างข้อมูลและเงื่อนไขที่ โจทย์กำหนดเพื่อดูความ สมเหตุสมผลของคำตอบ	

ตาราง 1 (ต่อ)

รพีพรรณ เพียรเสมอ (2550)	ดำรงศักดิ์ มีวรรณ (2552) และฉันทยากร ช่วยทุกซ์เพื่อน (2559)	Sunday (2010)	Heller & Heller (2010)	Polya (1957)	พฤติกรรมที่ผู้วิจัย สังเคราะห์ขึ้น
					5) การตรวจสอบ ความสอดคล้อง ระหว่างคำตอบกับ ข้อมูลและเงื่อนไขที่ กำหนด

จากตารางที่ 1 ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ เปรียบเทียบและสังเคราะห์พฤติกรรมที่แสดงออกถึงการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ สามารถสรุปได้ว่า ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ ควรแสดงออกซึ่ง 5 พฤติกรรมดังนี้

- 1) การอ่านทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา
- 2) การเขียนแผนภาพแสดงสัญลักษณ์ของเงื่อนไขที่กำหนด และแปลข้อความในโจทย์ปัญหาเป็นสัญลักษณ์ทางฟิสิกส์
- 3) การระบุหลักการที่เกี่ยวข้องพร้อมเชื่อมโยงข้อมูลมาสร้างเป็นสมการความสัมพันธ์
- 4) การแก้สมการโดยใช้การดำเนินการทางคณิตศาสตร์
- 5) การตรวจสอบคำตอบและความสอดคล้องระหว่างข้อมูลและเงื่อนไขที่โจทย์กำหนดเพื่อดูความสมเหตุสมผล

ซึ่งการอ่านทำความเข้าใจโจทย์ปัญหาเป็นพฤติกรรมที่ รพีพรรณ เพียรเสมอ (2550: 17) ได้แสดงให้เห็นว่าเป็นพฤติกรรมที่นักเรียนต้องแสดงออกก่อนทุกครั้งเมื่อทำโจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์จึงจะสามารถส่งเสริมให้เกิดพฤติกรรมอื่น ๆ ขึ้นได้

2.4 การจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์

จากการศึกษาและทบทวนวรรณกรรมเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา พบว่า การพัฒนาความสามารถดังกล่าว ของผู้เรียนจะต้องมีการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนค้นพบคำตอบอย่างเป็นลำดับขั้นตอนโดยอาศัยเทคนิควิธีการที่สามารถนำมาใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา อีกทั้งต้องคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล สติปัญญา และวัยของผู้เรียนเป็นสำคัญ (ณัฐพร โพธิ์เยี่ยม, 2550: 41)

สำหรับรายวิชาฟิสิกส์จะมีลักษณะของโจทย์ปัญหาที่นำปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ มาสร้างเป็นปัญหาที่ต้องมีการแก้โจทย์ปัญหา มากกว่า 1 ขั้นตอนขึ้นไป จึงส่งผลให้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์มีความซับซ้อนกว่าโจทย์ปัญหาทั่วไป (Hollabaugh, 1995: 3) ดังนั้นการจัดการเรียนรู้จึงต้องมีการส่งเสริมให้ผู้เรียนจัดระบบการแก้โจทย์ปัญหาให้เป็นกระบวนการที่ชัดเจน เพื่อให้ง่ายต่อการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา โดยจากการทบทวนวรรณกรรมได้มีนักวิจัยและนักการศึกษาหลายท่านที่ได้กล่าวถึงวิธีการจัดการเรียนรู้ที่จะสามารถพัฒนาและส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ได้ (Bybee, 2014: 16; McCormick, 2013: 79; Newell & Simon, 1961: 9; Rojas, 2011: 27; จุไรรัตน์ สอนสีดา, 2560: 26; พฤษัช โป่งสำโรง, 2549: 69; ศศิวิมล

สนิทญ, 2559: 13; ศิริพิมล หงษ์เหม, 2557: 8; ศุภสวัสดิ์ จิระประดิษฐ์ผล, 2557: 7; สิริเกศ หมดเจริญ, 2559: 95; เอกวิทย์ ดวงแก้ว, 2559: 8) สามารถแบ่งออกเป็น 3 แนวทาง ดังนี้

แนวทางที่ 1 ใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ ดังตัวอย่างงานวิจัยของ ศศิวิมล สนิทญ (2559: 8) ที่ได้ทำการศึกษาการคิดวิเคราะห์ในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ โดยใช้ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ที่เน้นให้ผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ทำการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ตามเงื่อนไขของสถานการณ์ในโจทย์ปัญหาผ่านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยมีขั้นตอนในการจัดการเรียนการสอนทั้งหมด 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นสร้างความสนใจ เป็นการกระตุ้นผู้เรียนด้วยเรื่องราวที่น่าสนใจจนเกิดความสงสัยและมีการตั้งคำถามเกิดขึ้น ซึ่งถือเป็นการนำเข้าสู่บทเรียน
2. ขั้นสำรวจและค้นหา เน้นไปที่การวางแผนดำเนินการแก้ปัญหาโดยสืบค้นหาข้อมูลเพื่อมาประกอบหรือสนับสนุนแนวคิดที่ใช้ในการดำเนินการเพื่อหาคำตอบ
3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป เป็นขั้นที่นำข้อมูลมาจัดกระทำ เพื่อนำเสนอข้อมูลและหลักฐานที่สนับสนุนคำตอบ
4. ขั้นขยายความรู้ มีการสร้างสถานการณ์ใหม่ ๆ ให้ผู้เรียนได้ทำการหาวิธีการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา โดยนำความรู้เดิมมาทำการเชื่อมโยง ซึ่งถือเป็นการขยายความรู้เดิมให้เกิดเป็นการค้นพบองค์ความรู้ใหม่ หรือขยายความรู้เดิมให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจมากยิ่งขึ้น
5. ขั้นประเมินผล เป็นขั้นที่ทำการประเมินการเรียนรู้ของผู้เรียนว่าได้รับความรู้มากน้อยเพียงใด

ผลการวิจัยพบว่า ผู้เรียนมีการคิดวิเคราะห์ และมีกระบวนการคิดแบบต่อเนื่อง สามารถมองความสัมพันธ์ของหลักการและสถานการณ์ในโจทย์ปัญหาได้ ซึ่งนอกจากนี้ยังม้งงานวิจัยของ พฤกษ์ โปรงสำโรง (2549: 69) ที่ได้ทำการศึกษาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ ผลการวิจัยพบว่าผู้เรียนมีความสามารถที่ดีขึ้น ซึ่งแนวทางนี้มีข้อดีคือ มีจุดเน้นที่เป็นขั้นตอนของการค้นพบองค์ความรู้ด้วยตนเอง โดยการดำเนินการเป็นไปในลักษณะของการสืบค้น จนเกิดข้อค้นพบ ซึ่มีข้บความรู้ที่ได้มา และมีการปรับขยายข้อมูลให้เกิดเป็นองค์ความรู้ใหม่ ๆ อย่างไรก็ตาม การใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะแต่เพียงอย่างเดียวก็ยังไม่สามารถทำให้ผู้เรียนในกลุ่มอ่อนเข้าใจเนื้อหาที่ค่อนข้างยากได้ อีกทั้งผู้เรียนไม่สามารถทำการเชื่อมโยงความรู้เดิมมาใช้กับสถานการณ์

ใหม่ ๆ ได้ เพราะผู้เรียนไม่สามารถศึกษาค้นคว้าหาความรู้และตกลึกข้อมูลที่ได้จากการสืบค้นให้กลายเป็นองค์ความรู้ด้วยตนเองได้ (ประสาธน์ เนืองเฉลิม, 2550: 1)

แนวทางที่ 2 ใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับกลวิธีแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ ดังตัวอย่างงานวิจัยดังนี้

จากการศึกษางานวิจัยของ เอกวิทย์ ดวงแก้ว (2549: 8) ที่ได้ทำการศึกษาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับกลวิธีเชิงตรรกะของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์โดยมีการแทรกขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาตามกลวิธีเชิงตรรกะของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์ทั้ง 5 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นพิจารณาปัญหา 2) ขั้นตอนอธิบายหลักการที่นำมาใช้ 3) ขั้นวางแผนแก้ปัญหา 4) ขั้นตอนดำเนินการตามแผนที่วางไว้ และ 5) ขั้นตรวจสอบผลลัพธ์ ในขั้นขยายความรู้ ซึ่งเป็นขั้นที่ 4 ของการจัดการเรียนรู้แบบการสืบเสาะหาความรู้ การจัดการเรียนรู้รูปแบบนี้จะเน้นไปที่การคิดวิเคราะห์ คิดเชิงเหตุผล ซึ่งผู้เรียนจะสามารถจัดระบบความคิด เพื่อดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาให้ลุล่วงจนได้คำตอบที่สมบูรณ์ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ในบางขั้นตอนผู้เรียนที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อนไป จะไม่สามารถดำเนินการในขั้นตอนนั้นได้ถูกต้อง ก็จะสามารถบอกได้ถึงแนวคิดที่คลาดเคลื่อน และสามารถทำให้ผู้สอนวิเคราะห์ถึงปัญหาที่ส่งผลต่อความเข้าใจความรู้ของผู้เรียนและแก้ไขความรู้นั้นให้เกิดเป็นความเข้าใจที่ถูกต้องได้ โดยจะมีการใช้เหตุผลเข้ามาใช้ในกระบวนการคิดเพื่อหาคำตอบ ซึ่งผลการวิจัย พบว่า การจัดการเรียนรู้รูปแบบนี้ช่วยในการพัฒนาให้ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา การคิดวิเคราะห์เชิงเหตุผลของนักเรียนสูงขึ้น แนวทางนี้มีข้อดีคือ จุดสำคัญของการจัดการเรียนรู้รูปแบบนี้จะให้ความสำคัญกับแผนภาพที่เขียนแสดงสถานการณ์ (Toggerson, 2014: 5) ซึ่งแผนภาพนั้นมีส่วนช่วยให้ผู้เรียนได้มองเห็นภาพของโจทย์ปัญหา และสามารถนำหลักการทางฟิสิกส์มาใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา ได้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น (McCarthy, 2010: 454) อย่างไรก็ตาม การจัดการเรียนรู้ในรูปแบบนี้ สามารถนำมาใช้ได้ดีกับนักเรียนที่มีพื้นฐานความรู้ค่อนข้างดีพอสมควร ส่วนนักเรียนที่พื้นฐานยังไม่มีดี อาจจะส่งผลต่อความเข้าใจในขั้นตอนและการนำความรู้และหลักการทางฟิสิกส์มาใช้ในการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหานั้น ๆ ได้ (เอกวิทย์ ดวงแก้ว, 2559: 91)

นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยของ จุไรรัตน์ สอนสีดา (2560: 26) ที่ได้ทำการศึกษาความสามารถของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาตามเทคนิคของโพลยาซึ่งมีการแทรกกระบวนการแก้

โจทย์ปัญหาตามเทคนิคโพลยาทั้ง 4 ขั้นตอนดังนี้ 1) ขั้นทำความเข้าใจปัญหา 2) ขั้นวางแผนแก้ปัญหา 3) ขั้นดำเนินการตามแผน 4) ขั้นตรวจสอบ นำมาแทรกไว้ในชั้นขยายความรู้ ซึ่งเป็นชั้นที่นักเรียนจะได้นำความรู้ไปฝึกแก้โจทย์ปัญหาที่เป็นสถานการณ์ใหม่และหลากหลาย ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ของนักเรียนสูงขึ้น โดยผู้เรียนสามารถดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาแบบเป็นขั้นตอนและได้มาซึ่งคำตอบที่ถูกต้องสมเหตุผลผลได้ โดยการจัดการเรียนรู้ในรูปแบบนี้ มีจุดเด่นอยู่ที่การระบุขั้นตอนในการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ที่ชัดเจน มีการระบุข้อคำถามในแต่ละขั้นตอนที่ละเอียดและมีกระบวนการที่ต่อเนื่อง จนสามารถกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการคิดแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์อย่างเป็นระบบ และแสดงออกถึงพฤติกรรมในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ที่ผู้วิจัยได้จากการศึกษาทบทวนวรรณกรรมและทำการสังเคราะห์พฤติกรรมทั้ง 5 พฤติกรรม ได้แก่ พฤติกรรมที่แสดงออกซึ่งความสามารถดังกล่าว ได้แก่ การอ่านทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา การเขียนแผนภาพแสดงสัญลักษณ์ของเงื่อนไขที่กำหนด การแปลข้อความในโจทย์ปัญหาเป็นสัญลักษณ์ทางฟิสิกส์ การระบุหลักการที่เกี่ยวข้องพร้อมเชื่อมโยงข้อมูลมาสร้างเป็นสมการความสัมพันธ์ การแก้สมการและการตรวจสอบคำตอบและความสอดคล้องกับเงื่อนไขที่กำหนดเพื่อดูความสมเหตุผลผล ส่วนข้อจำกัดของกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา ผู้เรียนจะสามารถเข้าถึงและจดจำขั้นตอนการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาแต่ละขั้นตอนต้องอาศัยพื้นฐานความรู้เดิมและประสบการณ์ในการทำโจทย์ปัญหาของผู้เรียน ซึ่งผู้เรียนที่อยู่ในกลุ่มอ่อน จะต้องใช้เวลาในการทำทำความเข้าใจกับกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาค่อนข้างมาก จึงต้องได้รับคำแนะนำในเรื่องของการพิจารณารายละเอียดของสถานการณ์ที่หลากหลายรูปแบบ และการระบุคำตอบในแต่ละกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยาจากครูผู้สอนเพื่อให้สามารถดำเนินการจนได้มาซึ่งคำตอบที่ถูกต้องและสมบูรณ์ได้ (นฤมล ฉิมงาม, 2558: 58)

ไม่เพียงแต่การจัดการเรียนรู้ทั้ง 2 รูปแบบข้างต้นที่ใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกระบวนการและกลวิธีในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์เท่านั้น ยังมีการใช้ร่วมกับเทคนิคอื่น ๆ ด้วย จากงานวิจัยของ พิชานันท์ รักทรัพย์ (2555: 7) ที่ทำการศึกษากการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ นักเรียนที่ศึกษาอยู่ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับเทคนิค KWDL โดยมีแทรกขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาของเทคนิค KWDL เข้าไปในชั้นอธิบายและสรุปผลที่เป็นขั้นของการจัดกระทำข้อมูลซึ่งมีการจัดกระทำตามขั้นตอนของเทคนิค KWDL 4 ขั้น ได้แก่ ขั้น K ระบุสิ่งที่โจทย์ปัญหามอบ ขั้น W บอกสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบและวิธีการหาคำตอบ ขั้น D ดำเนินการตามขั้นตอน ขั้น L สรุปคำตอบที่ได้ ผลการวิจัยพบว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับเทคนิค KWDL นี้ส่งผลให้

ผู้เรียนสามารถดำเนินการในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ตามขั้นตอนจนได้มาซึ่งคำตอบได้ ซึ่งทำให้ผู้เรียนมีระดับความสามารถที่สูงขึ้น ทั้งนี้เนื่องมาจากการจัดการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ ส่งเสริมให้ผู้เรียนเรียนรู้ผ่านกระบวนการค้นคว้าหาความรู้ ดำเนินสืบค้นหาวิธีการแก้โจทย์ปัญหา ด้วยตนเอง และเมื่อนำมาใช้ร่วมกับเทคนิค KWDL พบว่า เทคนิคนี้เป็นตัวกระตุ้นและฝึกการคิด วิเคราะห์โจทย์ปัญหาที่เป็นระบบระเบียบ จนเกิดเป็นองค์ความรู้ใหม่ที่เพิ่มเติมจากความรู้เดิมมากยิ่งขึ้นอีกทั้งเป็นขั้นตอนที่น่าสัญลักษณ์ตัวอักษรมาใช้เป็นตัวแทนข้อความหลักแต่ละขั้นทำให้เกิดสามารถจดจำขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาได้ง่ายมากยิ่งขึ้น อย่างไรก็ตามการจัดการเรียนรู้รูปแบบนี้ก็ยังข้อจำกัดคือ ขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหา ตามเทคนิค KWDL นั้นผู้เรียนอาจยังไม่สามารถแสดงออกถึงพฤติกรรมในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์แต่ละขั้นตอนได้ครบถ้วน ซึ่งพฤติกรรมที่แสดงออกซึ่งความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา ได้แก่ การอ่านทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา การเขียนแผนภาพแสดงสัญลักษณ์ของเงื่อนไขที่กำหนด การแปลข้อความในโจทย์ปัญหา เป็นสัญลักษณ์ทางฟิสิกส์ การระบุหลักการที่เกี่ยวข้องพร้อมเชื่อมโยงข้อมูลมาสร้างเป็นสมการความสัมพันธ์ การแก้สมการโดยใช้การดำเนินการทางคณิตศาสตร์ และการตรวจสอบคำตอบและความสอดคล้องกับเงื่อนไขที่กำหนดเพื่อดูความสมเหตุสมผล โดยผู้เรียนจะสามารถดำเนินการตามขั้นตอนได้แต่จะไม่สามารถแสดงออกถึงพฤติกรรมในด้านการเขียนแผนภาพแสดงสถานการณ์ของโจทย์ปัญหา หรือการบอกถึงหลักการทางฟิสิกส์ที่เกี่ยวข้องที่ถูกนำไปใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ได้ รวมไปถึงการแสดงออกซึ่งการหาความสมเหตุสมผลของการได้มาซึ่งคำตอบได้ เพราะข้อความตามเทคนิค KWDL อาจจะยังไม่สามารถนำไปสู่พฤติกรรมที่ควรปรากฏทั้ง 5 พฤติกรรมที่กล่าวข้างต้น โดยเมื่อสถานการณ์ในโจทย์ปัญหามีความซับซ้อนมากยิ่งขึ้น ก็จะไม่สามารถดำเนินการจนได้มาซึ่งคำตอบที่สมบูรณ์ได้ (สุจิตรา ศรีสละ, 2554: 72)

แนวทางที่ 3 คือ ใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคอกนิชัน (Metacognition Strategy) โดย สิริเกศ หมดเจริญ (2554: 95) ได้มีการใช้กลวิธีเมตาคอกนิชันในการพัฒนาความสามารถของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งการจัดการเรียนด้วยกลวิธีนี้เน้นการเรียนรู้การแก้โจทย์ปัญหาแบบเป็นขั้นตอนที่เสริมสร้างกระบวนการคิดที่เป็นระบบ โดยมีขั้นตอน 3 ขั้นตอน ดังนี้

- 1) การวางแผนแก้โจทย์ปัญหา เป็นขั้นในการทำทำความเข้าใจข้อมูลเพื่อนำมาใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา และมีการวางแผนการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาต่อไป
- 2) การกำกับแก้โจทย์ปัญหา เป็นการแก้โจทย์ตามขั้นตอนการที่กำหนดไว้

3) การประเมินการแก้โจทย์ปัญหา เป็นขั้นของการตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบ

การจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีนี้เป็นกลวิธีที่ต้องใช้จินตนาการ การแสดงภาพหรือสถานการณ์ของโจทย์ปัญหา ซึ่งจะส่งผลให้ผู้เรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาได้ อีกทั้งใช้วิธีการจัดข้อมูลที่ได้จากสถานการณ์ ให้เกิดความเป็นระบบระเบียบมากยิ่งขึ้น (Kuo, Hull, Gupta, & Elby, 2013: 11)

อย่างไรก็ตามการจัดการเรียนรู้รูปแบบนี้ก็ยังมียกจำกัด เนื่องจากผู้เรียนไม่เข้าใจข้อคำถามในการถามเพื่อให้ผู้เรียนแสดงออกถึงความสามารถดังกล่าวนี้ ต้องใช้เวลาค่อนข้างนานในการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาตามขั้นตอนของกลวิธีเมตาคอกนิชัน (จันทร์จวร มะลิจันทร์, 2554: 149)

จากการศึกษาทบทวนวรรณกรรม สามารถสรุปได้ว่าแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่จะสามารถพัฒนาและส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ได้นั้นมี 3 แนวทาง ดังนี้ แนวทางที่ 1 ใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ที่เน้นไปที่การสืบค้นข้อมูลจากสถานการณ์ในโจทย์ปัญหา เกิดเป็นข้อค้นพบจนสามารถดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาเพื่อให้ได้คำตอบ แนวทางที่ 2 ใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับกลวิธีแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ ซึ่งได้แก่ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับกลวิธีเชิงตรรกะของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์ กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา กลวิธีเชิงตรรกะของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์ และเทคนิค KWDL ส่วนแนวทางที่ 3 คือการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคอกนิชัน เป็นแนวทางที่ใช้จินตนาการ ในการแสดงภาพหรือสถานการณ์ของโจทย์ปัญหาทำให้เข้าใจและสามารถแก้โจทย์ปัญหาจนได้มาซึ่งคำตอบได้ ซึ่งในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยเลือกใช้แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ 2 ในการนำมาพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ โดยนำกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา ทั้ง 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา ขั้นที่ 2 วางแผนแก้ปัญหา ขั้นที่ 3 ดำเนินการตามแผน และขั้นที่ 4 ตรวจสอบ มาแทรกในขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหากระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยาในขั้นของการดำเนินการเพื่อแก้สถานการณ์โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ ซึ่งใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาที่ต่อเนื่องของโพลยาและระบุข้อคำถามในแต่ละขั้นตอนที่ละเอียด ในการกระตุ้นให้ผู้เรียนแสดงออกถึงกระบวนการคิดแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์อย่างเป็นระบบได้ โดยกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา สามารถนำไปแทรกในขั้นตอนที่นำเสนอการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ของการจัดการเรียนรู้ได้ในทุกรูปแบบ เพื่อใช้ในการกระตุ้นให้ผู้เรียนแสดงออกซึ่งความสามารถดังกล่าวนี้ ได้อย่างเต็มศักยภาพ

2.5 การวัดและการประเมินความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์

จากการศึกษาในเรื่องของการวัดและประเมินผลนั้น พบว่า มีนักการศึกษาหลายท่าน ได้พัฒนาแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์แบ่งได้เป็น 2 รูปแบบ ดังนี้

รูปแบบที่ 1 คือ แบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ แบบอัตนัย โดย สุภาพร ปิ่นทอง (2554: 200) วิชชุตา อ้วนศรีเมือง (2554: 39) ธัญยากร ช่วยทุกข์เพื่อน (2559: 69) และพิชานันท์ รักทรัพย์ (2555: 151) ได้ทำการใช้แบบวัดในลักษณะเป็น รูปแบบอัตนัย คือการเขียนบรรยายเพื่อตอบข้อคำถาม โดยจะเป็นการวัดความสามารถที่ได้ทราบ ถึงกระบวนการที่ผู้เรียนเขียนสื่อถึงแนวคิดและกระบวนการที่ เป็นขั้นตอนชัดเจน ซึ่งสามารถ เสริมสร้างผู้เรียนให้มีกระบวนการคิดที่เป็นระบบ โดยผู้เรียนจะมีการแสดงออกถึงพฤติกรรมที่ บ่งบอกถึงความสามารถนี้ (ณัฐพงษ์ กาญจนฉายา, 2559: 209) ดังนี้

1) ระบุถึงสิ่งที่โจทย์ปัญหากำหนดและบอกความสำคัญของแต่ละสิ่งที่โจทย์ บอกได้ปัญหาได้

2) วิเคราะห์โจทย์ปัญหารวบรวมข้อมูลเพื่อหาแนวทางในการแก้โจทย์ปัญหา

3) คิดหาวิธีการแก้โจทย์ปัญหา

4) ประเมินและตรวจสอบวิธีการแก้โจทย์ปัญหา

ซึ่งลักษณะของแบบวัดรูปแบบอัตนัยนี้ จะมีการแทรกกระบวนการในการแก้โจทย์ ปัญหาเข้าไปในแบบวัด ข้อคำถามแต่ละข้อสามารถทำให้ผู้เรียนแสดงพฤติกรรมที่บ่งบอกถึงความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา เช่น

1) การใช้ข้อคำถามว่า โจทย์บอกอะไรบ้าง โจทย์ต้องการให้หาสิ่งใด จงเขียน แผนภาพ และระบุข้อมูลที่โจทย์กำหนดมาให้ ส่งผลให้ผู้เรียนแสดงออกถึงพฤติกรรม ในการระบุถึง สิ่งที่โจทย์ปัญหามอบและให้ความสำคัญกับสิ่งที่โจทย์บอกได้ปัญหาได้

2) การใช้ข้อคำถามว่า โจทย์ให้หาอะไร หลักการทางฟิสิกส์ที่ต้องนำมาใช้ ในการแก้โจทย์ปัญหา สร้างแผนภาพ เขียนตัวแปรที่ทราบค่า ในรูปแบบของสัญลักษณ์ทางฟิสิกส์ ระบุตัวแปรที่โจทย์ต้องการทราบ (สัญลักษณ์ทางฟิสิกส์) สมการหลักในการหาคำตอบและ หลักการที่นำมาใช้ สมการที่เกี่ยวข้อง และตัวแปรที่ไม่ทราบค่า โดยระบุสัญลักษณ์และค่าให้ ชัดเจน ตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่ไม่ทราบค่ากับสมการที่นำมาใช้ ว่ามีตัวแปรที่ไม่ ทราบค่ากี่ตัว และสมการที่นำมาใช้กี่สมการ อะไรบ้าง และวางแผนกำหนดแนวทางในการแก้ โจทย์ปัญหาซึ่งอยู่ในรูปของสมการทางคณิตศาสตร์อธิบายเป็นขั้นตอน ส่งผลให้ผู้เรียนแสดงออก

ถึงพฤติกรรม การวิเคราะห์โจทย์ปัญหารวบรวมข้อมูลเพื่อหาแนวทางในการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา

3) การใช้ข้อคำถามว่า มีวิธีการอย่างไร ดำเนินการตามขั้นตอน การแทนค่าตัวแปรลงในสมการตามแผนที่วางไว้ คำนวณค่าตัวแปรที่ต้องการหาคำตอบ พร้อมกับตรวจสอบหน่วย ส่งผลให้ผู้เรียนแสดงออกถึงพฤติกรรม การคิดหาวิธีการแก้โจทย์ปัญหา และการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา

4) การใช้ข้อคำถามว่า คำตอบที่ได้คืออะไร คำตอบที่ได้มีความถูกต้องตามลักษณะของสถานการณ์โจทย์หรือไม่ เช่น อยู่ในหน่วยของตัวแปรที่โจทย์ถาม คำตอบที่ได้มีความสมเหตุสมผลหรือไม่ อย่างไร คำตอบที่ได้มีความสมบูรณ์ครบตรงตามที่โจทย์ถามหรือไม่ ส่งผลให้ผู้เรียนแสดงออกถึงพฤติกรรม การประเมินและตรวจสอบวิธีการแก้โจทย์ปัญหา

โดยตัวอย่างแบบวัดในรูปแบบที่เป็นแบบวัดอัตนัย เช่น ธีรยากร ช่วยทุกข์เพื่อน (2559: 69) ได้สร้างแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ที่มีลักษณะเป็นแบบวัดอัตนัย กำหนดเป็นสถานการณ์และให้ตอบคำถาม 10 ข้อ โดยแทรกกระบวนการในการแก้โจทย์ปัญหาเชิงตรรกะของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์เข้าไปในแบบวัด เพื่อวัดความสามารถนี้ใน 5 พฤติกรรม ได้แก่

1) การทำความเข้าใจข้อมูลที่แสดงในโจทย์ปัญหาและแสดงรายละเอียดของสถานการณ์โจทย์ปัญหา รวมไปถึงการแสดงภาพที่บรรยายถึงสถานการณ์ในโจทย์และสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ

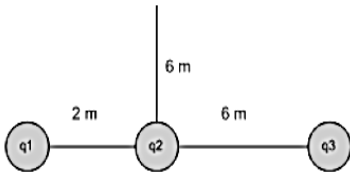
2) การระบุข้อความ หรือปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับภาพแสดงสถานการณ์ในโจทย์ปัญหา

3) การสร้างความสัมพันธ์ของปริมาณต่าง ๆ จากสถานการณ์ให้อยู่ในรูปของสมการหรือหลักการทางฟิสิกส์ที่เกี่ยวข้องกับโจทย์ปัญหา เพื่อนำมาใช้ในการกำหนดแนวทางในการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา

4) การดำเนินการหาคำตอบของโจทย์ปัญหา โดยสามารถแทนค่าตัวแปรและคำนวณค่าที่โจทย์ต้องการทราบตามที่ได้วางแผนไว้

5) การตรวจสอบคำตอบ ตรวจสอบความสมเหตุสมผล และตรงตามจุดประสงค์ของโจทย์ปัญหา

โดยมีลักษณะของข้อความของแบบวัดดังกล่าวประกอบ 2

1.จุดประจุ $q_1 = +3 \mu\text{C}$, $q_2 = 2 \mu\text{C}$ และ $q_3 = 5 \mu\text{C}$ วางตัวอยู่ในแนวเส้นตรงเดียวกัน ดังรูป จงหาค่าความเข้มสนามไฟฟ้าที่จุด E	
	
โดยมีลักษณะของคำถามที่ใช้ในแบบวัดดังนี้	
1.1 เขียนแผนภาพ และข้อมูลที่โจทย์กำหนดมาให้	1.9 วางแผนกำหนดแนวทางในการแก้โจทย์
1.2 โจทย์ต้องการให้หาสิ่งใด	ปัญหาซึ่งอยู่ในรูปของสมการทาง
1.3 หลักการทางฟิสิกส์ที่ต้องนำมาใช้ในการแก้โจทย์	คณิตศาสตร์อธิบายเป็นขั้นตอน
ปัญหา	1.10 การแทนค่าตัวแปรลงในสมการตาม
1.4 สร้างแผนภาพ เขียนตัวแปรที่ทราบค่า ในรูปแบบ	แผนที่วางไว้
ของสัญลักษณ์ทางฟิสิกส์	1.11 คำนวณค่าตัวแปรที่ต้องการหาคำตอบ
1.5 ระบุตัวแปรที่โจทย์ต้องการทราบ (สัญลักษณ์ทาง	พร้อมกับตรวจสอบหน่วย
ฟิสิกส์)	1.12 คำตอบที่ได้มีความถูกต้องตามลักษณะ
1.6 สมการหลักในการหาคำตอบ และหลักการที่	ของสถานการณ์โจทย์หรือไม่ เช่น อยู่ใน
นำมาใช้	หน่วยของตัวแปรที่โจทย์ถาม
1.7 สมการที่เกี่ยวข้อง และตัวแปรที่ไม่ทราบค่า โดย	1.13 คำตอบที่ได้มีความสมเหตุสมผลหรือไม่
ระบุสัญลักษณ์และค่าให้ชัดเจน	อย่างไร
1.8 ตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่ไม่ทราบ	1.14 คำตอบที่ได้มีความสมบูรณ์ครบตรง
ค่ากับสมการที่นำมาใช้ว่ามีตัวแปรที่ไม่ทราบค่าที่	ตามที่โจทย์ถามหรือไม่
ตัว และสมการที่นำมาใช้ที่สมการอะไรบ้าง	

ภาพประกอบ 2 แบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์

เสนอโดยธันยากร ช่วยทุกข์เพื่อน (2559: 69)

พิชานันท์ รักทรัพย์ (2555: 151) ได้สร้างแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์มีลักษณะเป็นแบบวัดอัตนัยเช่นกัน โดยมีการแทรกเทคนิค KWDL เพื่อทำการวัดความสามารถได้ใน 5 พฤติกรรม ได้แก่

- 1) การพิจารณาปัญหา โดยสามารถระบุรายละเอียดที่โจทย์กำหนดมาให้ในรูปของข้อความหรือการเขียนภาพ
- 2) การแสดงข้อมูลให้อยู่ในรูปของความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร โดยสามารถระบุสัญลักษณ์ตัวแปรทางฟิสิกส์แทนปริมาณที่กำหนดในโจทย์ปัญหา

3) การวางแผนในการดำเนินการหาคำตอบ โดยหาสมการหรือหลักการทางฟิสิกส์ที่เกี่ยวข้อง

4) การดำเนินการตามการวางแผนในการแก้โจทย์ปัญหา โดยหาคำตอบจากสมการหรือจากข้อมูลที่ได้จากการพิจารณาโจทย์ปัญหา

5) การตรวจสอบคำตอบ ด้วยการหาเหตุผลมาอธิบายความเป็นไปได้ของคำตอบ

โดยมีลักษณะข้อคำถามของแบบวัดเป็นดังภาพประกอบ 3

1.รถทดลองมีมวล 20 กิโลกรัม กำลังเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 60 เมตร/วินาที จะต้องมีความเร่งหยุดรถเท่าใด เพื่อให้รถหยุดนิ่ง ในเวลา 30 วินาที

KWDL Chart

K	W	D	L
โจทย์บอกอะไรบ้าง	โจทย์ให้หาอะไร/ มีวิธีการอย่างไร	ดำเนินการตามขั้นตอน	คำตอบที่ได้คืออะไร
.....			
.....			
.....			
.....			
.....			
.....			
.....			
.....			
.....			
.....			

ภาพประกอบ 3 แบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์

เสนอโดยพิชานันท์ รักทรัพย์ (2555: 151)

นอกจากนี้ อรพินท์ ชื่นชอบ (2549: 161) ได้สร้างแบบวัดมีลักษณะเป็นแบบวัด
อัตนัยเช่นกัน โดยมีการแทรกกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา ที่เสริมสร้างความสามารถใน
การแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ เพื่อทำการวัดความสามารถนี้ใน 4 พฤติกรรม ได้แก่

- 1) การระบุปัญหาที่กำหนดให้ ทำความเข้าใจในปัญหาว่าปัญหานั้นต้องการ
ทราบอะไร
 - 2) การมองเห็นแนวทางในการแก้ปัญหาว่าการแก้ปัญหานั้นจะใช้หรือเลือก
วิธีการใดในการแก้ปัญหา
 - 3) การปฏิบัติตามแผน เพื่อหาคำตอบของปัญหา
 - 4) การตรวจสอบผลของการแก้ปัญหานั้นถูกต้องหรือไม่
- โดยมีลักษณะข้อคำถามของแบบวัดเป็นดังภาพประกอบ 4



สถานการณ์ที่ 1 กล้องใบหนึ่งมวล m มีแรง F_1 กระทำให้เคลื่อนที่ด้วยความเร่ง 2 เมตรต่อวินาที² ถ้าถูกแรง F_2 มากระทำจะเคลื่อนที่ด้วยความเร่ง 4 เมตรต่อวินาที² ถ้าแรงสองแรงนี้กระทำต่อกล่องพร้อมกัน ในทิศเดียวกันกล่องจะเคลื่อนที่ด้วยความเร่งเท่าใด

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา

สิ่งที่กำหนดให้

.....

.....

สิ่งที่ต้องการทราบ

.....

.....

ขั้นที่ 2 วางแผนแก้ปัญหา

วิธีการที่ใช้ในการแก้ปัญหา

.....

.....

ขั้นที่ 3 ดำเนินการแก้ปัญหา

นักเรียนแก้ปัญหาตามที่วางแผนไว้ในขั้นที่ 2

.....

.....

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบ

ตรวจสอบว่าถูกต้องหรือไม่ หลักการใดที่ใช้ในการแก้ปัญหา

.....

ภาพประกอบ 4 แบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์

เสนอโดยอรพินท์ ชื่นชอบ (2549: 161)

โดยแบบวัดที่ดีจะต้องสนับสนุนให้ผู้เรียนสามารถดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาจนประสบความสำเร็จได้มาซึ่งคำตอบที่ต้องการ

รูปแบบที่ 2 คือ แบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์แบบปรนัย โดยมีลักษณะเป็นแบบวัดรูปแบบปรนัย 4 ตัวเลือก ซึ่ง เกริก ศักดิ์สุภาพ (2556: 94) ได้นำ

แบบวัด ที่มีลักษณะเป็นแบบวัดปรนัยรูปแบบนี้ และมีตัวเลือกที่เป็นข้อความหรือตัวเลขให้ผู้เรียนได้เลือกตอบ ซึ่งเป็นโจทย์ปัญหาที่สามารถกระตุ้นให้ผู้เรียนได้นำความรู้ไปประยุกต์ใช้ใน ชีวิตประจำวัน หรือสถานการณ์อื่น ๆ ที่หลากหลายได้โดยทำการวัดความสามารถนี้ใน 4 พฤติกรรม ได้แก่

1) การทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา
2) การวางแผนการแก้โจทย์ปัญหาเพื่อเลือกหลักการ หรือทฤษฎีต่าง ๆ ทาง ฟิสิกส์มาใช้เป็นแนวทางในการแก้โจทย์ปัญหา

3) การแก้โจทย์ปัญหา พร้อมตรวจสอบหน่วยของปริมาณที่ต้องการทราบ

4) การตรวจสอบคำตอบ และการพิจารณาความสมเหตุสมผล

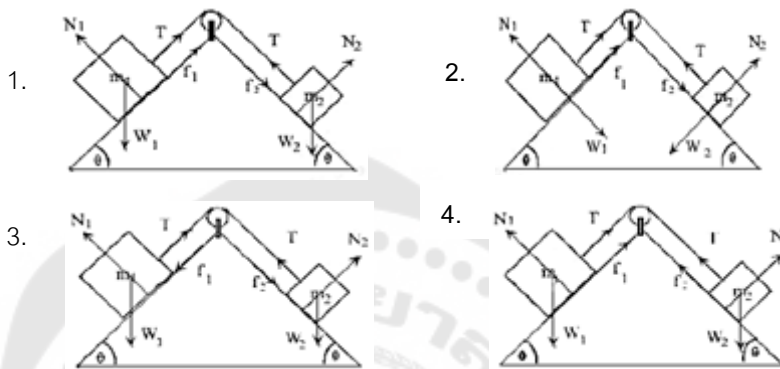
ตัวอย่างข้อคำถามของแบบวัดเป็นดังภาพประกอบ 5



สถานการณ์ที่ 1

ระนาบเอียงสองระนาบรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว บนระนาบแต่ละด้านมีวัตถุ m_1 และ m_2 วางอยู่ (m_1 มากกว่า m_2) โดยวัตถุทั้งสองผูกด้วยเชือกที่คล้องผ่านรอกซึ่งติดอยู่ที่จุดบรรจบกันของระนาบ ถ้าระนาบเอียงทั้งสองมีค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานเท่ากับ μ

1 จากสถานการณ์ดังกล่าว แผนภาพในข้อใดเขียนองค์ประกอบของแรงที่กระทำต่อวัตถุทั้งสองได้ถูกต้อง (วิเคราะห์และวางแผน)



2 จงหาค่าสัมประสิทธิ์ของแรงเสียดทาน μ ที่ทำให้วัตถุทั้งสองมีการเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ (ปฏิบัติการแก้ปัญหา)

- | | |
|---|---|
| 1. $\left(\frac{m_1}{m_2}\right)\sin\theta$ | 2. $\tan\theta$ |
| 3. $\left(\frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2}\right)\tan\theta$ | 4. $\left(\frac{m_1 + m_2}{m_1 - m_2}\right)\sin\theta$ |

3 สัมประสิทธิ์ของแรงเสียดทานที่ได้จากข้อที่ 2 นักเรียนคิดว่าคำตอบที่ได้มีความถูกต้องเหมาะสมเพราะเหตุใด (ตรวจสอบคำตอบ)

1. μ อยู่ในเทอม $m_1, m_2, \sin\theta$
2. μ อยู่ในเทอม $m_1, m_2, \tan\theta$
3. μ มีค่ามากหรือน้อยขึ้นอยู่กับมุมของพื้นเอียง
4. μ มีค่ามากหรือน้อยขึ้นกับมวลทั้งสอง

ภาพประกอบ 5 แบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์

เสนอโดยเกริก ศักดิ์สุภาพ (2556: 94)

นอกจากนี้ นฤมล ฉิมงาม (2558: 65) และ สิริเกศ หมดเจริญ (2554: 95) ได้มีการใช้แบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ ที่เป็นแบบวัดปรนัยเช่นเดียวกับเกริก ศักดิ์สุภาพ (2556: 94) เป็นแบบวัดรูปแบบปรนัย และเป็นข้อคำถามตามการจัดการเรียนรู้

แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E แต่มีการวัดองค์ประกอบของความสามารถที่มากกว่า และมีการแบ่งพฤติกรรมที่จะต้องแสดงออกระหว่างการแก้โจทย์ปัญหาออกเป็นข้อย่อยมากกว่าซึ่งใช้ในการวัดความสามารถนี้ใน 4 พฤติกรรม ได้แก่

1) การระบุค่าสำคัญ และกำหนดสิ่งที่ต้องการทราบเพื่อทำการแก้โจทย์ปัญหาต่อไป

2) การค้นหาหลักการทางฟิสิกส์ที่เกี่ยวข้องสถานการณ์ในโจทย์ปัญหา

3) การแก้โจทย์ปัญหาเพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบ

4) การตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบ

ตัวอย่างข้อคำถามของแบบวัดเป็นดังภาพประกอบ 6

1. ข้อใดคือสมการความสัมพันธ์ของความจุความร้อน มวลและความร้อนจำเพาะ

1. $C = mc$ 2. $C = mc\Delta t$ 3. $c = mC$ 4. $c = mC\Delta t$

2. ลูกกระสุนปืนยิงทะลุผ่านก้อนน้ำแข็งในเวลา 0.6 วินาที พบว่ามีน้ำแข็ง 0.1 กิโลกรัม เปลี่ยนสถานะเป็นน้ำ 0°C ถ้าการละลายของน้ำแข็งเกิดจากการสูญเสียพลังงานของลูกปืนเพียงอย่างเดียว อยากทราบว่าลูกปืนสูญเสียพลังงานให้น้ำแข็งกี่จูลต่อวินาที

(กำหนด ความร้อนแฝงจำเพาะของการหลอมเหลวเท่ากับ 333 kJ/kg)

1. 33.3 2. 44.4 3. 55.5 4. 66.6

3. จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้ ข้อความใดถูกต้อง

ก. ขณะความร้อนทำให้สารเปลี่ยนอุณหภูมิ จะไม่เกิดการเปลี่ยนสถานะ

ข. การเปลี่ยนสถานะของสารจากของเหลวกลายเป็นไอ ขณะที่ยังไม่ถึงจุดเดือด เรียกว่า การระเหย

ค. การเปลี่ยนสถานะของสารจากของแข็งกลายเป็นไอ ขณะที่ยังไม่ถึงจุดเดือด เรียกว่า การระเหิด

1. ข้อ ก, ข และ ค 2. ข้อ ก. และ ค. 3. ข้อ ก. และ ข. 4. ข้อ ข. และ ค.

ภาพประกอบ 6 แบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์

เสนอโดยนฤมล ฉิมงาม (2558: 65)

จากการศึกษาเกี่ยวกับการวัดและประเมินผลความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาพบว่า แบบวัดทั้งสองรูปแบบมีความสามารถในการกระตุ้นให้ผู้เรียนแสดงออกซึ่งความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ได้แตกต่างกัน ซึ่งแบบวัดปรนัยรูปแบบเลือกตอบ จะมีการให้คำตอบที่ผู้เรียนได้เลือกตอบ ในแต่ละข้อจะใช้เวลาในการตอบไม่มากนัก มีจำนวนข้อที่ค่อนข้างมาก ข้อสอบรูปแบบปรนัยแบบเลือกตอบจะมีข้อจำกัดก็คือครูผู้สอนไม่สามารถมองเห็นถึงกระบวนการที่ทำให้ได้คำตอบของการแก้โจทย์ปัญหา (พเยาว์ เนตรประชา, 2538: 2) ส่วนแบบ

วัดอัตรันย มีลักษณะที่เน้นให้ผู้เรียนเขียนบรรยายคำตอบ โดยสื่อสารการแก้โจทย์ปัญหาที่เป็นกระบวนการที่เป็นระบบ โดยแบบวัดอัตรันยนี้สามารถแทรกเทคนิคหรือกระบวนการที่ส่งเสริมพฤติกรรมที่ต้องการให้ผู้เรียนแสดงออกซึ่งความสามารถดังกล่าวนี้ ในข้อคำถามได้ ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยจึงเลือกที่จะพัฒนาแบบวัดในรูปแบบอัตรันย ซึ่งเป็นรูปแบบของแบบวัดที่เหมาะสมกับการแสดงออกถึงกระบวนการในการแก้โจทย์ปัญหาซึ่งเป็นขั้นตอนที่ชัดเจน ให้ผู้เรียนได้เขียนตอบแสดงกระบวนการคิดที่ใช้เพื่อแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์

จากการศึกษาทบทวนวรรณกรรมเกี่ยวกับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ทั้งในเรื่องของ ความหมาย ความสำคัญ องค์ประกอบ การจัดการเรียนรู้ รวมไปถึงวิธีการวัดและประเมินความสามารถดังกล่าวนี้ ทำให้ผู้วิจัยสามารถกำหนดนิยามศัพท์เฉพาะของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ ที่จะศึกษาในงานวิจัยครั้งนี้ ได้ดังนี้

ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ หมายถึง การแสดงออกทางกระบวนการคิดของผู้เรียนที่เป็นระบบ รวมไปถึงการที่ผู้เรียนรู้จักวิเคราะห์รูปแบบของปัญหาหรือสถานการณ์ทางฟิสิกส์ในเนื้อหา กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน โดยสามารถเขียนเป็นแผนภาพแสดงเหตุการณ์และแปลข้อความในโจทย์ปัญหาเป็นสัญลักษณ์ทางฟิสิกส์ได้ สามารถหาหลักการและสมการความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ เพื่อนำมาดำเนินการทางคณิตศาสตร์ และได้คำตอบพร้อมตรวจสอบถึงความเป็นเหตุเป็นผลของคำตอบ

โดยความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ ประกอบด้วย 5 พฤติกรรมดังนี้

- 1) การทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา โดยผ่านการวิเคราะห์โจทย์ปัญหาเขียนสิ่งที่ เป็นเงื่อนไขในโจทย์ปัญหา
- 2) การเขียนแสดงแผนภาพวัตถุอิสระ พร้อมทั้งระบุขนาดและทิศทางของ ปริมาณทางฟิสิกส์ตามสถานการณ์ที่โจทย์กำหนดได้ และแปลข้อความในโจทย์ปัญหาเป็น สัญลักษณ์ทางฟิสิกส์เพื่อใช้ในการประกอบการแก้โจทย์ปัญหา
- 3) การหาวิธีการแก้โจทย์ปัญหา โดยหาหลักการที่เกี่ยวข้องมาเขียนให้อยู่ใน รูปสมการความสัมพันธ์ของตัวแปรทางฟิสิกส์ได้
- 4) การดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา โดยนำสมการความสัมพันธ์ของตัวแปร ทางฟิสิกส์มาดำเนินการทางคณิตศาสตร์ จนได้มาซึ่งคำตอบ
- 5) การสรุปและตรวจสอบคำตอบ โดยการเขียนสรุปคำตอบพร้อมระบุหน่วย และตรวจสอบความเป็นเหตุเป็นผลของคำตอบตามรูปแบบของแต่ละสถานการณ์โจทย์ปัญหาทาง

ฟิสิกส์ ได้แก่ การสรุปความสมเหตุสมผลจากการคำนวณค่าย้อนกลับเพื่อดูความเท่ากันของสมการทางคณิตศาสตร์ การหาปริมาณที่โจทย์ต้องการทราบจากการดำเนินการอีกวิธีหนึ่งเพื่อตรวจสอบคำตอบ หรือการวิเคราะห์และระบุถึงความสมเหตุสมผลของการเกิดขึ้นในสถานการณ์โจทย์ปัญหานั้น ๆ

โดยวัดได้จากแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์พัฒนาโดยผู้วิจัย โดยแบบวัดเป็นแบบสถานการณ์และให้เขียนแสดงการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาอย่างเป็นระบบ โดยมีข้อคำถามที่ระบุถึงพฤติกรรมในการแก้โจทย์ปัญหาที่ได้มาจากข้อคำถามที่เป็นไปตามกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา โดยกำหนดเกณฑ์ระดับความสามารถ 4 ระดับ ได้แก่ ระดับดีมาก ระดับดี ระดับพอใช้ และระดับควรปรับปรุง ตามค่าของคะแนนที่ได้

3. กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา

3.1 ความหมายของกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา

จากการศึกษาความหมายของกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา มีนักวิชาการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงความหมายเป็นไปในแนวทางเดียวกันว่า เป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการคิดแก้โจทย์ปัญหาที่เป็นระบบระเบียบ (พิมพ์สรณ์ ตุ๊กเตียน, 2552: 96; วรจกนา ส้าวงศ์, 2560: 54) การใช้ข้อคำถามที่เป็นรูปแบบการระบุเป็นขั้นตอน ซึ่งมีการลำดับขั้นตอนจากง่ายไปหายาก โดยใช้ข้อคำถามที่เป็นภาษาระบุถึงพฤติกรรมที่ต้องการให้ผู้เรียนแสดงออกได้อย่างชัดเจน (Polya, 1945: 1) เน้นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีอิสระในการคิดตามลำดับของกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาที่กำหนดเป็นขั้นตอนที่ชัดเจน (วรจกนา บุญครอบ, 2553: 760) ซึ่งไม่เพียงแต่จะสามารถดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาจนได้มาซึ่งคำตอบของคำถามจากสถานการณ์ในโจทย์ปัญหาแล้ว แต่ยังสามารถตรวจสอบถึงความเป็นเหตุเป็นผลของคำตอบที่ได้มาได้อีกด้วย ซึ่งการทำเช่นนี้จะสามารถใช้ในการคาดเดาและเรียนรู้วิธีการที่จะสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับสถานการณ์โจทย์ปัญหาอื่น ๆ ในอนาคตได้ (Polya, 1945: 1) อีกทั้งสามารถนำกระบวนการนี้มาใช้ในการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาที่มีสถานการณ์ปัญหาที่มีความซับซ้อนมากขึ้นไปได้ (นิธินันท์ กลั่นควัฒน์, 2559: 31)

จากการทบทวนวรรณกรรมเกี่ยวกับกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา สามารถสรุปได้ว่า เป็นกระบวนการที่มีการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาที่เป็นระบบ มีการระบุเป็นข้อคำถามที่จะสามารถทำให้ผู้เรียนแสดงออกถึงพฤติกรรมในการแก้โจทย์ปัญหาที่เป็นขั้นตอนที่ชัดเจนโดยมีการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาไปพร้อมกับการตรวจสอบถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ จึงสามารถนำไปใช้กับการแก้โจทย์ปัญหาที่มีสถานการณ์ที่ซับซ้อนได้เป็นอย่างดี

3.2 ขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา

ขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยาประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้ (Polya, 1945: 3)

ขั้นที่ 1 การทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา เป็นขั้นตอนในการนำปัญหามาให้ผู้เรียนทำการศึกษาและพิจารณาว่าสถานการณ์ของโจทย์ปัญหาเป็นไปในรูปแบบใด และได้ข้อมูลใดบ้างจากการศึกษาโจทย์ปัญหา มักพบปัญหาว่านักเรียนเกิดความไม่เข้าใจโจทย์ปัญหาทั้งข้อหรือเพียงบางส่วน โดยสามารถแก้ปัญหาก็ได้โดยการหาคำถามในการกระตุ้นผู้เรียนให้ทำการวิเคราะห์สถานการณ์ในโจทย์ปัญหา ได้แก่

- 1) สิ่งทีสถานการณ์กำหนดให้
- 2) สิ่งทีโจทย์ต้องการทราบ
- 3) แผนภาพของสถานการณ์ในโจทย์ปัญหา
- 4) เงื่อนไขเพิ่มเติมของสถานการณ์ในโจทย์ปัญหา

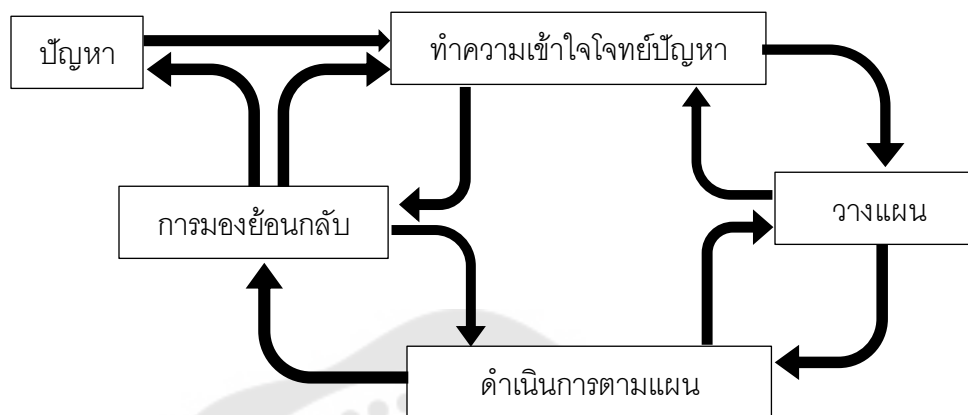
ขั้นที่ 2 วางแผน เป็นการหาวิธีการแก้โจทย์ปัญหาที่เหมาะสมที่สุด โดยวิธีการก็จะมีการใช้การคิดเพื่อหารูปแบบการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา โดยมีการวางแผนให้เป็นลำดับขั้นตอนเพื่อค้นหาวิธีการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาผนวกกับประสบการณ์เดิมของผู้เรียนในการกำหนดวิธีการที่เหมาะสม วิธีการที่จะนำมาใช้ก็มีอยู่อย่างหลากหลาย อาทิการจำลองสถานการณ์ที่ใกล้เคียงกับโจทย์ การเปลี่ยนภาษาเขียนที่ระบุในโจทย์เป็นสัญลักษณ์ การใช้เหตุผลมาประกอบและอ้างถึงวิธีการนั้น ๆ การสร้างตารางหรือสมการ ผนวกกับการระบุถึงหลักการหรือทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง จะสามารถทำให้การดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาเป็นไปได้อย่างมากยิ่งขึ้น

ขั้นที่ 3 ดำเนินการตามแผน เป็นขั้นตอนที่สำคัญเนื่องจากเราต้องจดจ่ออยู่กับการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา จนสามารถได้มาซึ่งคำตอบที่ถูกต้องได้

ขั้นที่ 4 การมองย้อนกลับ ขั้นนี้เป็นการสะท้อนและมองย้อนกลับไปที่เรามีการดำเนินการตามแผนถูกต้องและครบถ้วนหรือไม่ ขั้นนี้จะทำให้เห็นถึงข้อบกพร่องของการแก้โจทย์ปัญหาได้เป็นอย่างดี และเพื่อตรวจสอบความเป็นเหตุเป็นผลของคำตอบ อีกทั้งสามารถทำนายได้ อีกว่าวิธีการที่วางแผนไว้นั้นสามารถนำไปใช้กับสถานการณ์ปัญหาในรูปแบบที่โจทย์กำหนดหรือสถานการณ์อื่น ๆ ได้หรือไม่

โดย วิลสัน, เฟร์นันเดซ และฮาดาวีย์ (Wilson, Fernandez, & Hadaway, 1993: 60) ได้นำขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยามาร่างเป็นแผนภาพโดยแสดงลูกศรบอกขั้นตอนการดำเนินการตามขั้นตอน ซึ่งเป็นขั้นตอนที่ไม่เพียงแต่แสดงถึงขั้นตอนที่เป็นทฤษฎีในเรื่องของ

การแก้โจทย์ปัญหาแต่ยังสะท้อนถึงการนำขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหานี้ไปใช้ในห้องเรียนได้จริง ดังแสดงในภาพประกอบ 7



ภาพประกอบ 7 แผนภาพขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาตามขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา (Polya, 1945: 5; Wilson et al., 1993: 60)

โดยแผนภาพนี้แสดงให้เห็นถึงการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาตามขั้นตอนของโพลยา เมื่อถูกนำไปใช้จริง ผู้เรียนจะไม่สามารถทำให้เป็นไปในทิศทางเดียวกันได้ แต่จะมีการดำเนินการในลักษณะกลับไปกลับมา ตรวจสอบความสมเหตุสมผล และความบกพร่องของการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาของแต่ละขั้นตอนได้โดยตลอด หากขั้นตอนไหนที่เกิดความผิดพลาดก็สามารถมองย้อนกลับไปตรวจสอบขั้นตอนก่อนหน้าที่กระทำผ่านมาก่อน เพื่อปรับปรุงและแก้ไขและดำเนินการไปยังขั้นตอนต่อไปได้ จนได้คำตอบ

จากขั้นตอนที่ได้บททวนวรรณกรรมสามารถสรุปได้ว่า ขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยาประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา เป็นขั้นตอนที่เน้นให้ผู้เรียนอ่านโจทย์ปัญหาเพื่อวิเคราะห์สิ่งที่ระบุไว้ในโจทย์ปัญหา รวมถึงการแสดงออกมาถึงแผนภาพสถานการณ์ที่โจทย์กำหนดมาให้ได้ ซึ่งถือว่าการแบ่งองค์ประกอบสำคัญที่ระบุในโจทย์ปัญหาให้แยกออกเป็นส่วน ๆ ให้สามารถมองภาพได้ง่ายมากยิ่งขึ้น

ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผนการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา เป็นขั้นที่สร้างให้นักเรียนเกิดความสามารถในการหาสิ่งที่โจทย์ปัญหาต้องการทราบ และทำการเปลี่ยนจากภาษาเขียนในโจทย์ปัญหาเป็นสัญลักษณ์เพื่อเชื่อมโยงความความสัมพันธ์ของสัญลักษณ์ของปริมาณให้อยู่ในรูปแบบของสมการได้

ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการตามแผน การดำเนินการตามแผน ซึ่งเป็นขั้นการดำเนินการ แก้ไขโจทย์ปัญหาตามที่ได้วางแผนไว้ และดำเนินการทางคณิตศาสตร์ จนได้มาซึ่งคำตอบ ของโจทย์ปัญหา

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบ เป็นขั้นที่พิจารณาถึงความเรียบร้อยของการดำเนินการ แก้ไขโจทย์ปัญหา โดยมีการตรวจสอบแต่ละขั้นตอนว่ามีความบกพร่องที่ขั้นตอนใดหรือไม่ ซึ่งถือเป็นการตรวจสอบว่าคำตอบที่ได้มา มีความสมเหตุสมผลหรือไม่ อีกทั้งยังสามารถคาดการณ์ได้ว่า วิธีการที่ใช้ในการดำเนินการแก้ไขโจทย์ปัญหาจะสามารถใช้ได้กับโจทย์ปัญหาในรูปแบบที่คล้ายกัน ได้อีกด้วย

โดยแต่ละขั้นตอนในการแก้ไขโจทย์ปัญหาของโพลยาได้ กระตุ้นและพัฒนาให้ผู้เรียน แสดงออกถึงความสามารถในการแก้ไขโจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ได้ดังนี้

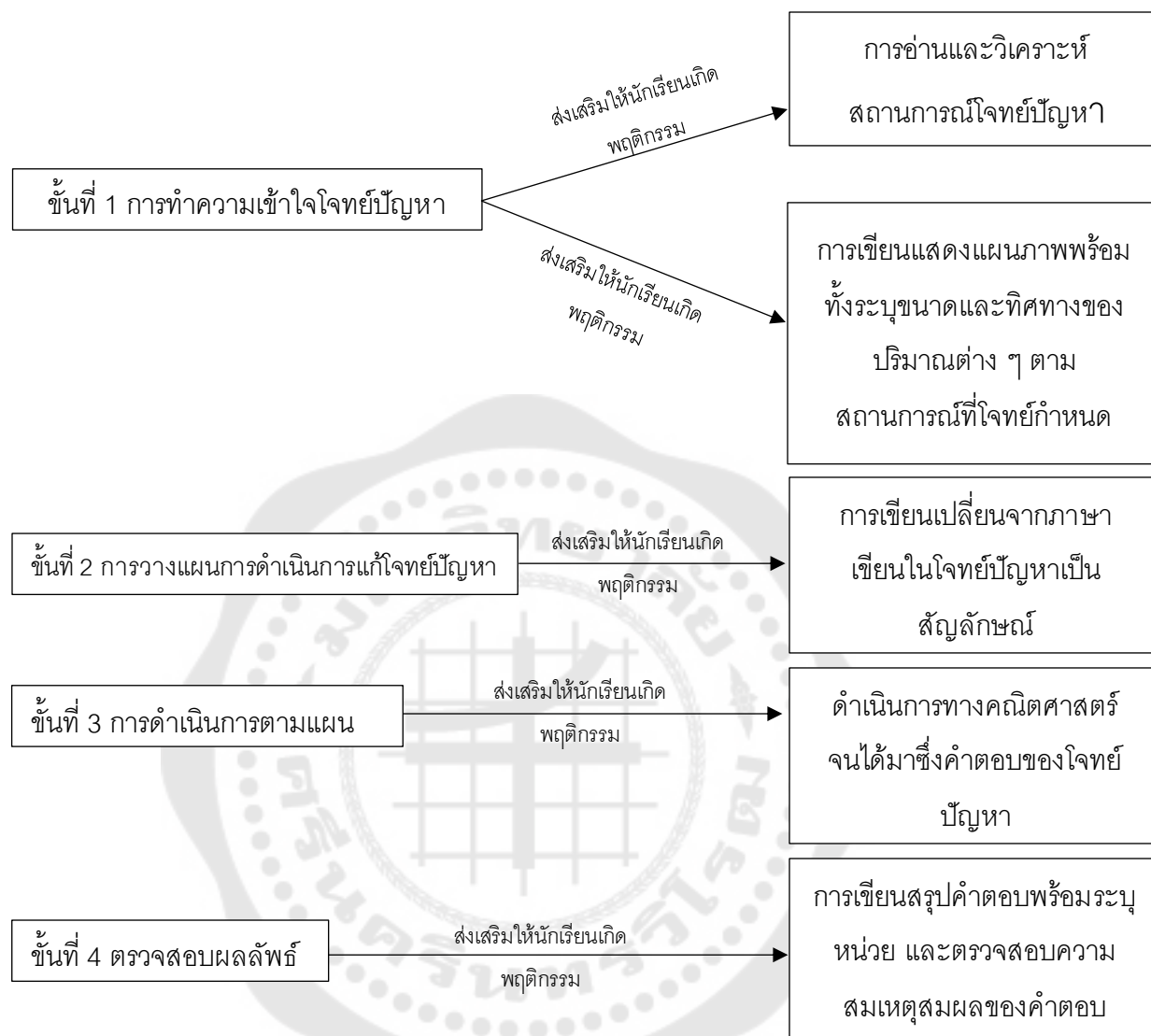
ขั้นที่ 1 การทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา เป็นขั้นที่ส่งเสริมให้เกิดพฤติกรรม การอ่านและวิเคราะห์สถานการณ์โจทย์ปัญหา และเขียนแสดงแผนภาพพร้อมทั้งระบุขนาดและ ทิศทางของปริมาณต่าง ๆ ตามสถานการณ์ที่โจทย์กำหนดได้ เพื่อใช้ในการประกอบการแก้ไข โจทย์ ปัญหา

ขั้นที่ 2 การวางแผนการแก้ไขโจทย์ปัญหา เป็นขั้นที่ส่งเสริมให้นักเรียนเกิด พฤติกรรมในการหาสิ่งที่โจทย์ปัญหาต้องการทราบ และทำการเปลี่ยนจากภาษาเขียน ในโจทย์ปัญหาเป็นสัญลักษณ์เพื่อเชื่อมโยงความความสัมพันธ์ของสัญลักษณ์ของปริมาณ ให้อยู่ในรูปแบบของสมการได้

ขั้นที่ 3 การดำเนินการตามแผน ซึ่งเป็นขั้นที่ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดพฤติกรรม ในการนำสมการความสัมพันธ์ของตัวแปรทางฟิสิกส์มาดำเนินการทางคณิตศาสตร์ จนได้มา ซึ่งคำตอบของโจทย์ปัญหา

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบผลลัพธ์ เป็นขั้นที่จะแสดงออกถึงพฤติกรรมในการเขียนสรุป คำตอบพร้อมระบุหน่วย และตรวจสอบความสมเหตุสมผล โดยใช้การระบุถึงหลักการกฎ หรือ ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ในโจทย์ปัญหาและทำการวิเคราะห์ออกมาเพื่อสรุปถึงความเป็น เหตุเป็นผลของการได้มาซึ่งคำตอบนั้น ๆ ได้

โดยกระบวนการแก้ไขโจทย์ปัญหาของโพลยาแต่ละขั้นตอนสามารถส่งเสริมให้นักเรียน เกิดพฤติกรรมในการแก้ไขโจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ ดังภาพประกอบ 8



ภาพประกอบ 8 พฤติกรรมในการแก้โจทย์ปัญหาทางพีลิสต์ที่เกิดขึ้นแต่ละขั้นตอนของกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา

3.3 ประโยชน์ของกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา

จากการทบทวนวรรณกรรมเกี่ยวกับประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา พบว่า ช่วยเสริมสร้างให้ผู้เรียนได้แสดงออกถึงความคิดในการแก้โจทย์ปัญหาอย่างมีอิสระในการคิด ตามขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาที่กำหนดขึ้นด้วยการใช้ข้อความที่ชัดเจน (วรางคณา บุญครอบ, 2553: 761) โดยข้อความมีการมีการลำดับขั้นตอนจากง่ายไปหายาก อีกทั้งระบุพฤติกรรมที่ต้องการให้ผู้เรียนแสดงออกได้อย่างชัดเจน (Polya, 1945: 1) ถือเป็นสิ่งที่กระตุ้นให้ผู้เรียนกล้าที่จะเผชิญกับสถานการณ์ในโจทย์ปัญหา (สุจินต์ สุทธิวรานกุล,

2561: 151) ซึ่งเป็นการปลูกฝังให้ผู้เรียนทราบถึงขั้นตอนการเริ่มต้นการแก้โจทย์ปัญหาว่าเริ่มอย่างไร (สมพร สีताल, 2560: 873) และฝึกฝนการเชื่อมโยงความรู้เดิมกับสถานการณ์ของโจทย์ปัญหาที่ผู้เรียนได้เผชิญ กลั่นกรอง รวบรวมความรู้ จนเกิดเป็นองค์ความรู้และนำไปดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา (Brijlall, 2015: 197)

โดยจากการศึกษางานวิจัยของ อรพินท์ ชื่นชอบ (2549: 62) ที่ได้ทำการวิจัยการพัฒนาศักยภาพในการแก้โจทย์ทางพีลิกส์ โดยเสริมการแก้โจทย์ปัญหาด้วยกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยาส่งผลให้ผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า ผู้เรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาได้ไวมากยิ่งขึ้น อีกทั้งมีความสามารถดังกล่าวนี้มีเพิ่มมากขึ้น ส่งเสริมให้ผู้เรียนแก้โจทย์ปัญหาทางพีลิกส์ด้วยตนเองได้อย่างเป็นระบบ และคิดแก้โจทย์ปัญหาทางพีลิกส์อย่างมีเหตุผล แต่ยังคงมีข้อจำกัดเนื่องจากต้องใช้เวลาในการทำความเข้าใจขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหา โดยผู้สอนจะต้องมีการชี้แนะการดำเนินการตามขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหา และเมื่อได้รับการชี้แนะจากผู้สอน ผู้เรียนก็สามารถดำเนินการในการแก้โจทย์ปัญหาตามกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยาได้ดี ซึ่งก็เป็นไปในแนวทางเดียวกันกับผลการวิจัยของ นิธินันท์ กลั่นควัฒน์ (2559: 87) ที่มีการนำกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยามาใช้ในกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาในการพัฒนาศักยภาพของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งพบว่าผู้เรียนในกลุ่มกลางกับกลุ่มอ่อนต้องได้รับการชี้แนะจากผู้สอนในเรื่องของการดำเนินการตามกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา ผู้เรียนจึงจะสามารถดำเนินการตามกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยาได้ดียิ่งขึ้น โดยผู้เรียนที่สามารถดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาได้ตามกระบวนการของโพลยานั้น ผู้เรียนจะสามารถที่จะบอกรายละเอียดของโจทย์ปัญหา รวมไปถึงการวางแผนการแก้โจทย์ปัญหาพร้อมดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาจนได้คำตอบและตรวจสอบคำตอบได้ และสอดคล้องกับงานวิจัยของโอลานียาน และโกเวนเดอร์ (Olaniyan & Govender, 2018: 767) ที่ได้ทำการศึกษาผลของการใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยาและการจัดการเรียนรู้แบบเน้นภาระงานของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายเพื่อหาแนวทางที่เหมาะสมกับการพัฒนาศักยภาพในการแก้โจทย์ปัญหาทางพีลิกส์ พบว่ากระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยาส่งผลให้ผู้เรียนมีความสามารถที่สูงขึ้น โดยผู้เรียนสามารถจดจำขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาและการแก้โจทย์ปัญหาจนได้คำตอบ ซึ่งกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยามีจุดเด่นอยู่ที่การใช้ข้อคำถามที่เป็นกระบวนการในการชี้แนะ จัดลำดับขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาและกระตุ้นให้เกิดการคิดเพื่อแสดงพฤติกรรมในการแก้โจทย์ปัญหาได้เป็นอย่างดี

จากการศึกษางานวิจัยและทบทวนวรรณกรรมสามารถสรุป ได้ว่า การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา มีประโยชน์ที่มุ่งเน้นไปที่เสริมสร้างให้ผู้เรียนนั้นสามารถดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาจนได้คำตอบที่สมบูรณ์ได้ด้วยการคิดที่เป็นระบบและมีอิสระทางการคิดตามขั้นตอน โดยแสดงถึงการเชื่อมโยงความรู้เดิมมาประยุกต์ใช้ผ่านการดำเนินการตามขั้นตอนที่ระบุข้อความที่ทำให้ผู้เรียนได้แสดงออกถึงพฤติกรรมในการแก้โจทย์ปัญหาของสถานการณ์นั้น ๆ ได้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น จนสามารถทำให้นักเรียนเกิดองค์ความรู้

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัย นำกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยามาใช้ในการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ โดยสอดคล้องกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยาในขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ ในขั้นตอนที่มีการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ สำหรับการสอนแบบปกติที่ผู้วิจัยใช้ในการจัดการเรียนการสอนในห้องเรียน คือ การสอนแบบสืบเสาะ 5 ขั้นตอน ประกอบด้วย ขั้นสร้างความสนใจ ขั้นสำรวจและค้นหา ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป ขั้นขยายความรู้ และขั้นประเมินผล โดยกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยาจะถูกนำมาแทรก ในขั้นตอนอธิบายและลงข้อสรุป และขั้นขยายความรู้ โดยขั้นตอนอธิบายและลงข้อสรุปจะเป็นขั้นที่ครูผู้สอนทำการนำเสนอสถานการณ์โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ โดยร่วมกันอภิปรายและทำโจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ไปพร้อมกับผู้เรียนเพื่อชี้แนะรูปแบบการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาตามกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยาที่ถูกนำมาใช้ในการระบุข้อความที่กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ โดยขั้นตอนของกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา เป็นดังนี้

ขั้นการทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา คือ ขั้นตอนให้ผู้เรียนทำความเข้าใจองค์ประกอบของโจทย์ปัญหา หาสิ่งที่โจทย์ปัญหาต้องการทราบ มุ่งเน้นให้ผู้เรียนวิเคราะห์โจทย์ปัญหา โดยสามารถเขียนแสดงแผนภาพ พร้อมทั้งระบุขนาดและทิศทางของปริมาณทางฟิสิกส์ตามสถานการณ์ที่โจทย์กำหนดได้ เพื่อใช้ในการประกอบการแก้โจทย์ปัญหา

ขั้นการหาวิธีการแก้โจทย์ปัญหา คือ ขั้นตอนให้ผู้เรียนนำองค์ประกอบของโจทย์ปัญหามาเขียนเป็นตัวแทนทางฟิสิกส์ โดยเขียนให้อยู่ในรูปสมการความสัมพันธ์ของตัวแทนทางฟิสิกส์ได้

ขั้นการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา คือ ขั้นตอนที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนนำสมการความสัมพันธ์ของตัวแทนทางฟิสิกส์มาดำเนินการทางคณิตศาสตร์ จนได้มาซึ่งคำตอบของโจทย์ปัญหา

ขั้นการดำเนินการสรุปและตรวจสอบคำตอบ คือ ขั้นตอนที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนเขียนสรุปคำตอบ และตรวจสอบความสมเหตุสมผลตามรูปแบบของแต่ละสถานการณ์โจทย์

ปัญหาทางฟิสิกส์ ได้แก่ การสรุปความสมเหตุสมผลจากการคิดค่าย้อนกลับเพื่อดูความเท่ากันของสมการทางคณิตศาสตร์ การหาปริมาณที่โจทย์ต้องการทราบจากการทำอีกวิธีหนึ่งเพื่อตรวจสอบคำตอบ หรือการระบุถึงความสมเหตุสมผลของการเกิดขึ้นในสถานการณ์โจทย์ปัญหานั้น ๆ

4. การวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน

4.1 ความหมายการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน

จากการทบทวนวรรณกรรม พบว่า การวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน คือ การดำเนินการสังเกต และสำรวจปัญหาในชั้นเรียนอย่างเป็นระบบ ซึ่งมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อนำผลที่ได้จากการวิจัยไปใช้ในการปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ ดังนั้นการเลือกปัญหาในการวิจัยจึงเป็นการนำปัญหาที่เกิดจากการจัดการเรียนรู้จริงในห้องเรียน กลุ่มเป้าหมายเป็นกลุ่มผู้เรียนที่เกิดปัญหาในการเรียนรู้และพร้อมให้ความร่วมมือที่จะได้รับการแก้ไขปัญหาการเรียนรู้เรื่องนั้น ๆ (จิตติพร ทรัพย์เขียว, 2555: 35) และเมื่อทำการวิจัยในแต่ละครั้งจะสามารถนำผลของการวิจัยมาทำการสะท้อนการปฏิบัติการสอนของครูและสามารถนำไปแลกเปลี่ยนกับเพื่อนร่วมประกอบวิชาชีพได้ (Brydon-Miller, Greenwood, & Maguire, 2003: 11; ส่งสุข ไผละอ, 2547: 8) เพื่อสร้างความเข้าใจในการจัดการเรียนรู้ให้กับกลุ่มผู้เรียนนั้น จนเกิดประสิทธิภาพสูงสุดในการจัดการเรียนการสอน (Kemmis, 2006: 273)

จากการทบทวนวรรณกรรม พบว่า การวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน คือ การดำเนินการวิจัยที่ดำเนินการโดยครูผู้สอน โดยสำรวจปัญหาในชั้นเรียนอย่างมีขั้นตอนที่ชัดเจน เลือกปัญหา และกลุ่มเป้าหมายที่มีปัญหาในการเรียนรู้จากชั้นเรียนจริง พร้อมสะท้อนผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้หลังการจัดการเรียนรู้ และสะท้อนกับเพื่อนร่วมประกอบวิชาชีพ เพื่อการพัฒนาการจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ของครูผู้สอนให้มีประสิทธิภาพและเหมาะสมกับผู้เรียนมากที่สุด

4.2 ขั้นตอนในการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน

จากการศึกษาทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยทางการศึกษา ในเรื่องของขั้นตอนในการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน พบว่า ขั้นตอนในการดำเนินการวิจัยมีทั้งหมด 4 ขั้นตอน โดยมีขั้นตอนการดำเนินการวิจัยดังต่อไปนี้

ซูเบอร์และสเคอริท (Zuber & Skerrett, 1992: 130) ได้กล่าวถึงการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน ว่าเป็นส่วนหนึ่งของการวิจัยเพื่อสำรวจ โดยสำรวจถึงปัญหาในชั้นเรียนรวมถึงการหาสิ่งที่ส่งเสริมต่อการจัดการเรียนรู้ที่ส่งผลต่อปัญหาในชั้นเรียน และประเมินการแก้ปัญหาในชั้นเรียน เพื่อบอกถึงประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้ และการสะท้อนเพื่อพัฒนา

และหาวิธีการจัดการเรียนการสอนที่เหมาะสมกับความต้องการของผู้เรียนซึ่งมีขั้นตอนในการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน 4 ขั้นตอน ได้แก่

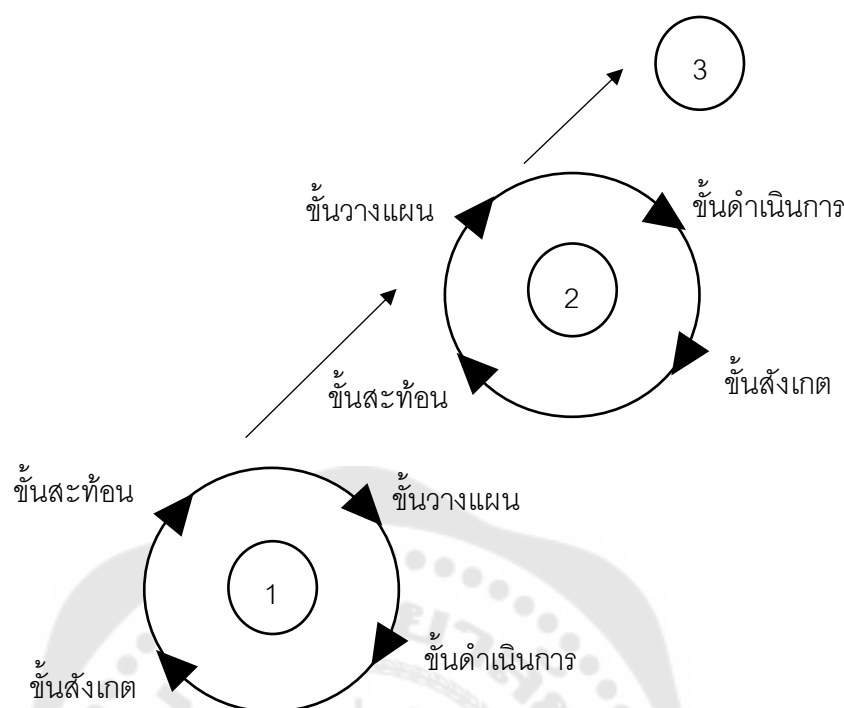
1) ขั้นวางแผน เป็นขั้นตอนของการสำรวจถึงปัญหาในการจัดการเรียนการสอน โดยในขั้นตอนนี้อาจมีเพื่อนร่วมงาน ผู้เรียน หรือบุคคลอื่น ๆ ที่มาช่วยในการวางแผนแนวทางในการแก้ปัญหาในชั้นเรียน

2) ขั้นปฏิบัติการ เป็นขั้นตอนในการปฏิบัติการวิจัย โดยอาจมีการใช้ข้อมูลจากการทดสอบ หรือจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิคต่าง ๆ ที่ส่งผลต่อการจัดการเรียนรู้

3) ขั้นสังเกต เป็นขั้นตอนในการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยการสังเกต โดยดูสิ่งที่ส่งผลต่อการจัดการเรียนรู้ จากการใช้แบบสังเกต แบบสัมภาษณ์ แบบสำรวจ รวมไปถึงการใช้แบบทดสอบในการเก็บรวบรวมข้อมูล

4) ขั้นสะท้อน เป็นขั้นตอนการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ย้อนกลับโดยมีการสะท้อนผลและตรวจสอบการปฏิบัติการวิจัย โดยมีผู้ที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย มาร่วมกันอภิปรายเพื่อหาแนวทางในการปรับปรุง และทำการวางแผนเพื่อดำเนินการแก้ไขต่อไป

โดยการดำเนินกิจกรรมตามขั้นตอนทั้ง 4 นี้ จะมีการปรับปรุงลักษณะการดำเนินการวิจัยในแต่ละขั้นไปเรื่อย ๆ ในระหว่างดำเนินการ เพื่อให้เกิดความเหมาะสมตามแผนภาพในการปฏิบัติการวิจัย ตามแนวคิดของ ซูเบอร์และสเคอริท (Zuber & Skeritt, 1992: 130) ที่ระบุไว้ในงานวิจัยของ สมิท และลี โบลลีโด (Smith & Rebolledo, 2018: 25) ดังภาพประกอบ 9



ภาพประกอบ 9 ขั้นตอนการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน
เสนอโดยซูเบอร์และสเคอริท (Zuber & Skerritt, 1992: 130)

ซึ่งงานวิจัยของ นงนุช อสัมภินวงศ์ (2554: 31) ได้นำขั้นตอนของการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน 4 ขั้นตอน ของซูเบอร์และสเคอริท (Zuber & Skerritt, 1992: 130) มาใช้ในการเสริมสร้างพฤติกรรมการอนุรักษ์พลังงานในโรงเรียนให้กับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ซึ่ง 4 ขั้นตอนของการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน ได้แก่ ขั้นวางแผน ขั้นปฏิบัติ ขั้นสังเกต ขั้นสะท้อน โดยขั้นวางแผนผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์สภาพปัญหาของผู้เรียน โดยทำการสังเกต และสัมภาษณ์ผู้เรียน พบว่า ผู้เรียนไม่แสดงออกถึงพฤติกรรมการอนุรักษ์พลังงานในโรงเรียนให้เห็นแบบเป็นรูปธรรม ผู้วิจัยได้ทำการทำการร่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และในขั้นปฏิบัติ ผู้วิจัยได้ทำการนำกิจกรรมการจัดการเรียนรู้รูปแบบที่ผู้วิจัยได้เลือกเพื่อนำมาพัฒนาพฤติกรรมการอนุรักษ์ของผู้เรียน และในขั้นสะท้อน ผู้วิจัยได้ทำการสะท้อนผลของการดำเนินการจัดการเรียนรู้ ซึ่งไม่เพียงแต่สะท้อนผลการแสดงออกถึงพฤติกรรมการอนุรักษ์พลังงานในโรงเรียนภายหลังการจัดการเรียนรู้ แต่มีการสะท้อนผลการเรียนรู้ในระหว่างการจัดการเรียนรู้เพื่อปรับแก้ไขให้เหมาะสมกับการจัดการเรียนรู้ให้กับผู้เรียน ซึ่งการทำตามขั้นตอนการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนทั้ง 4 ขั้นตอน จะทำให้ได้มาซึ่งแนวทางในการจัดการเรียนการสอนที่เหมาะสมกับการส่งเสริมการแสดงออกถึงพฤติกรรมการอนุรักษ์พลังงานในโรงเรียนของผู้เรียนมากที่สุด (สงสุข ไผะอ้อ, 2547: 11)

ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ญัฐดนัย บุตรพลับ (2555: 72) ได้นำขั้นตอนการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน ของซูเบอร์และสเคอริท (Zuber & Skeritt, 1992: 130) ไปใช้ในการลดพฤติกรรมที่ไม่พึงประสงค์ในชั้นเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น โดยทำการใช้แบบสังเกตและแบบสัมภาษณ์ในการเก็บข้อมูลพฤติกรรมที่ไม่พึงประสงค์ในชั้นเรียนก่อนการดำเนินการปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วมเพื่อลดพฤติกรรมที่ไม่พึงประสงค์เหล่านั้นโดยทำการปรับปรุงการปฏิบัติการเป็นระยะ เพื่อหาวิธีการปฏิบัติการที่เหมาะสมมากที่สุดโดยหาการปฏิบัติการ ระยะที่ 1 แล้วทำการสังเกต เพื่อนำมาสะท้อนผลปัญหาที่เกิดขึ้น ปัญหานี้จะถูกนำไปปรับปรุงแก้ไขในการปฏิบัติการระยะที่ 2 ต่อไป โดยขั้นตอนในการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนเป็นไปตามขั้นตอนทั้ง 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นวางแผน ขั้นปฏิบัติ ขั้นสังเกต และขั้นสะท้อน โดยการดำเนินการตามขั้นตอนทั้ง 4 จะทำให้ได้มาซึ่งแนวทางหลากหลายในการจัดการเรียนการสอนที่เหมาะสมและส่งเสริมการลดพฤติกรรมที่ไม่พึงประสงค์ในชั้นเรียนของผู้เรียนมากที่สุด โดยงานวิจัยของ บุลลอค (Bullock, Rebollo, & Smith, 2016: 21) ได้ทำการใช้ขั้นตอนการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นวางแผน ขั้นดำเนินการ ขั้นสังเกต ขั้นสะท้อน ตามรูปแบบของซูเบอร์และสเคอริท (Zuber & Skeritt, 1992: 130) เพื่อส่งเสริมผู้เรียนให้มีการคิดรวบยอดจนเกิดองค์ความรู้ที่คงทน ซึ่งการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนถือเป็นการวิจัยที่มีลักษณะเด่นคือ มีการสำรวจสภาพปัญหาที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน ก่อนที่จะพยายามแก้ปัญหาในชั้นเรียนซึ่งจากการสำรวจสภาพปัญหาในชั้นเรียน พบว่า ผู้เรียนไม่สามารถทำการสรุปองค์ความรู้หลังจากการได้รับการจัดการเรียนรู้ได้ และสามารถทราบได้ยากกว่าผู้เรียนได้องค์ความรู้ที่บรรลุตามวัตถุประสงค์ตามที่ครูผู้สอนกำหนดไว้หรือไม่ เนื่องจากผู้เรียนไม่ได้เข้ามามีส่วนร่วมในการจัดการเรียนการสอนเท่าที่ควร โดยหลังจากที่ทราบถึงปัญหาจึงได้ทำการดำเนินการตามขั้นตอนการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน ขั้นแรกคือขั้นวางแผน ในการเลือกรูปแบบการสอนที่จะส่งเสริมการแก้ปัญหาในชั้นเรียน โดยขั้นดำเนินการ ได้มีการนำการจัดกิจกรรมการสอนแบบมีส่วนร่วมเข้าใช้ในการแก้ปัญหาในชั้นเรียน พร้อมทั้งทำการสังเกตชั้นเรียนระหว่างการจัดกิจกรรมการสอน โดยการนำกิจกรรมการให้ผู้เรียนเข้ามามีส่วนร่วมในการจัดการเรียนการสอน ได้แก่ การใช้คำถามปลายเปิดให้ผู้เรียนได้แสดงความคิดเห็น โดยขั้นสะท้อน เป็นการสะท้อนผลของการเปรียบเทียบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบเดิมที่เน้นครูผู้สอนมีบทบาทในการสอนเพียงผู้เดียว กับการจัดการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ว่าได้ผลการเรียนรู้รูปแบบใดทำให้ผู้เรียนบรรลุวัตถุประสงค์ของการจัดการเรียนรู้นี้มากกว่า ซึ่งในขั้นตอนสะท้อนนี้หากการจัดการเรียนรู้อย่างไม่สามารถแก้ปัญหาในชั้นเรียนได้ก็สามารถทำการปรับปรุงวิธีการจัดการเรียนรู้เพื่อทำการจัดการเรียนรู้ในครั้งต่อไปได้ จนได้มาซึ่ง

แนวทางที่ตรงตามความต้องการของผู้เรียนและส่งเสริมการคิดรวบยอดให้ผู้เรียนมีความรู้ที่คงทนได้มากที่สุด (จูติพร กรัยวิเชียร, 2555: 3)

จากการทบทวนวรรณกรรมเกี่ยวกับขั้นตอนในการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนสามารถสรุปได้ว่า ขั้นตอนในการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนมี 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นวางแผนขั้นปฏิบัติการ ขั้นสังเกต ขั้นสะท้อน โดยการดำเนินการจะเป็นการสะท้อนถึงปัญหา ในการวิจัยในแต่ละครั้ง เพื่อการแก้ไขในการวิจัยครั้งต่อไป ซึ่งเป็นไปตามแนวคิดของซูเบอร์และสเคอริท (Zuber & Skerritt, 1992: 130) ที่ได้เสนอไว้ซึ่งรูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนนี้ ที่มีครูผู้สอนเป็นผู้กระทำการวิจัยตามขั้นตอนที่ทำการสังเกตการเรียนรู้ของผู้เรียนในระหว่างการจัดการเรียนรู้ และทำการสะท้อนผลในหลังการจัดการเรียนรู้เพื่อทำการปรับปรุงลักษณะของกิจกรรมในการจัดการเรียนการสอนให้เหมาะสมและพัฒนาให้นักเรียนในด้านต่าง ๆ ได้ตรงกับลักษณะและความต้องการของผู้เรียนมากที่สุด โดยสามารถนำไปใช้กับการจัดการเรียนรู้เนื้อหาถัดไปได้สมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

5. ความพึงพอใจ

5.1 ความหมายของความพึงพอใจ

จากการศึกษาทบทวนวรรณกรรม พบว่า ความพึงพอใจ คือ ความคิดเห็น ความรู้สึกชอบ ความรู้สึกในทางบวกและทัศนคติของบุคคล (Kayastha & Kayastha, 2012: 41; Song & Mustafa, 2015: 362; จารุวรรณ เทวกุล, 2555: 18; มาริษา ไกรงู, 2552: 7) โดยต้องมีสาเหตุและปัจจัยมาเป็นตัวกำหนดความพึงพอใจและอาจมีการใช้ประสบการณ์มากำหนดการแสดงออกซึ่งความพึงพอใจนั้น ๆ (จันทิมา เมยประโคน, 2555: 37) อีกทั้ง โรเจอร์ (Rogers, 2019: 2) ได้กล่าวไว้ว่า การแสดงออกถึงระดับความพึงพอใจนั้น ขึ้นอยู่กับประสบการณ์และแรงขับที่เป็นตัวกระตุ้นและส่งเสริมให้แสดงออกซึ่งความพึงพอใจในระดับที่แตกต่างกัน เพราะหากบุคคลนั้นมีประสบการณ์กับสิ่งที่เราสนใจมากก็มักจะเกิดความคาดหวังต่อสิ่งนั้นมาก แต่เมื่อสัมผัสกับสิ่งที่สนใจแล้วไม่เป็นไปตามที่คาดหวัง ก็จะส่งผลต่อความพึงพอใจให้อยู่ในระดับน้อย แต่ถ้าเป็นไปตามที่คาดหวังหรือมากกว่าที่คาดหวังไว้ ก็จะส่งผลต่อความพึงพอใจให้อยู่ในระดับที่มากตามไปด้วย โดยบุคคลที่ได้รับความพึงพอใจกับสิ่งนั้น ๆ แล้วก็มักจะมี ความพึงพอใจกับสิ่งอื่น ๆ ต่อไปได้อีก (Maslow, 1954: 21) ซึ่งถ้ามีความพึงพอใจกับสิ่งนั้น ก็จะมีการแสดงออกของพฤติกรรมที่ตอบสนองต่อสิ่งกระตุ้นอย่างมีประสิทธิภาพ จนนำไปสู่ความสำเร็จได้ (พิมพ์สรณ์ ตุ๊กเตียน, 2552: 65)

จากความหมายของความพึงพอใจข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า ความพึงพอใจ คือ ความรู้สึกทางบวก ความรู้สึกชอบ หรือความคิดเห็นตามทัศนคติของบุคคลที่ได้รับปัจจัยภายนอก รวมไปถึงการนำประสบการณ์ของบุคคลนั้นมาใช้เป็นตัวกระตุ้น และกำหนดระดับความพึงพอใจ โดยแนวโน้มของความพึงพอใจกับสิ่งไหนอยู่ในระดับมาก ๆ ก็จะสามารถทำงานสิ่งนั้นออกมาได้อย่างมีประสิทธิภาพได้

5.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจ

จากการศึกษาทบทวนวรรณกรรมในส่วนของทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจซึ่งเป็นการแสดงออกถึงความรู้สึก หรือความคิดเห็นของบุคคล พบว่า มนุษย์จะสามารถเกิด ความพึงพอใจกับสิ่งใด ๆ ได้ก็ต่อเมื่อมนุษย์มีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งที่อยู่รอบตัว ทำให้เกิดเป็น ประสบการณ์ และคาดหวังกับสิ่งที่จะได้รับจากสิ่งแวดล้อมที่มนุษย์สนใจแตกต่างกันไป หากความคาดหวังได้รับการตอบสนองจนเกิดเป็นความพึงพอใจ แต่ถ้าความคาดหวังไม่ได้รับการตอบสนองก็จะเกิดเป็นความไม่พึงพอใจในที่สุด ซึ่งมีนักการศึกษาได้กล่าวถึงทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่เสริมสร้างให้บุคคลเกิดความพึงพอใจไว้ 2 ทฤษฎี ได้แก่ ทฤษฎีการเสริมสร้างแรงขับ หรือแรงผลักดันของบุคคล และทฤษฎีความต้องการตามลำดับขั้นของมาสโลว์ (Maslow, 1954: 35) ซึ่ง สมเกียรติ วิสุทธิ (2560: 175) ได้กล่าวไว้ว่า ทฤษฎีการเสริมสร้างแรงขับ เป็นสิ่งที่สามารถกระตุ้นให้บุคคลนั้นเกิดความพึงพอใจต่อกิจกรรม ๆ ได้ โดยการที่จะทำให้มนุษย์เกิดความพึงพอใจได้นั้นต้องมีสิ่งที่เรียกว่าแรงขับภายนอกมาใช้ในการเป็นสิ่งเร้า หรือสิ่งกระตุ้นที่ทำให้เกิดพฤติกรรมความพึงพอใจ โดยแรงขับภายนอก ได้แก่ การถูกชมเชย ได้รางวัล และได้รับการยกย่อง ซึ่งสิ่งเร้าเหล่านี้จะส่งผลให้ต่อการกำหนดพฤติกรรมความพึงพอใจที่แสดงออกมาซึ่งเป็นไปตามแนวคิดของ โรเจอร์ (Rogers, 2019: 114) ที่กล่าวไว้ว่า บุคคลจะถูกกระตุ้นด้วยความต้องการการยอมรับนับถือทางบวก ซึ่งสิ่งนี้เองทำให้บุคคลมีการปรับตัวไปในทางบวก และปรับตัวตามประสบการณ์และวิธีการดำรงชีวิตของตนเอง โดยความพึงพอใจเป็นผลสืบเนื่องมาจากการเกิดความต้องการของบุคคล ซึ่งเป็นไปตามทฤษฎีความต้องการตามลำดับขั้นของมาสโลว์ (Maslow, 1954: 35) ซึ่งมีการลำดับขั้นไว้ตามระดับความต้องการตั้งแต่ขั้นต้นจนถึงลำดับความต้องการถัดไป ดังนี้

1) ความต้องการด้านร่างกาย เป็นความต้องการสิ่งที่เป็นตัวช่วยในการดำรงชีวิตของมนุษย์ ซึ่งความต้องการด้านนี้เป็นหัวใจสำคัญในการกำหนดพฤติกรรมมนุษย์ อีกทั้งส่งผลให้เกิดแรงขับเกี่ยวกับความต้องการด้านร่างกายก่อนที่จะเกิดความต้องการอื่น ๆ

2) ความต้องการด้านความปลอดภัย หมายความว่าถึงกรณีที่มนุษย์สามารถมีหลักการ หรือสิ่งที่ตั้งไว้เพื่อให้เชื่อถือ ยึดถือ ทำให้เกิดการจัดระบบระเบียบให้ตนเองอย่างมีเหตุผล ก็จะทำให้บุคคลนั้นมีความรู้สึกปลอดภัย และมั่นคง

3) ความต้องการความรักและความเป็นเจ้าของ เป็นขั้นความต้องการที่อธิบายในลักษณะของการสร้างความสัมพันธ์กับผู้อื่น ซึ่งหากบุคคลนั้นได้รับการยอมรับจากผู้อื่นก็จะเกิดความรู้สึกว่าตนเองมีคุณค่า

4) ความต้องการได้รับการนับถือยกย่อง มนุษย์ส่วนใหญ่มีความต้องการเป็นที่นับถือยกย่องจากผู้อื่นเสมอ ซึ่งลักษณะของการได้รับการนับถือ ยกย่องมี 2 ลักษณะ คือ ความต้องการในการนับถือในตนเอง และการได้รับการนับถือจากผู้อื่น โดยการนับถือในตนเองนั้นจะทำให้มีความเชื่อมั่นในตนเอง มีความมั่นใจว่าสามารถทำงานต่าง ๆ ให้เกิดความสำเร็จได้ด้วยตนเอง ส่วนการได้รับการนับถือจากผู้อื่น มักเป็นความต้องการที่จะได้รับความสนใจ คำชมเชยในความสามารถของตนเอง ซึ่งความต้องการจากผู้อื่นมีมากเกินไปก็อาจส่งผลเสียทำให้บุคคลนั้นทำสิ่งที่เกินตัวและไม่ยอมรับความจริงที่เกิดขึ้นกับตนเองก็เป็นได้

5) ความต้องการที่จะเข้าใจตนเองอย่างแท้จริง เป็นความต้องการของมนุษย์ที่เป็นความปรารถนาแบบสมเหตุสมผลตามศักยภาพของตนเอง ซึ่งหมายความว่า มนุษย์นั้นจะมีความพร้อมต่อการเผชิญกับเหตุการณ์ต่าง ๆ อย่างท้าทาย และทำการปรับปรุงแก้ไขตนเอง ให้เป็นไปตามศักยภาพของตนเอง ซึ่งอาจกล่าวได้ว่าความต้องการเหล่านี้เป็นความต้องการที่มีลักษณะเข้าใจในตนเองอย่างแท้จริง

จากการศึกษาทบทวนวรรณกรรมสามารถสรุปได้ว่า ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจมี 2 ทฤษฎี ได้แก่ ทฤษฎีการเสริมสร้างแรงขับ หรือแรงผลักดันของบุคคล และทฤษฎีความต้องการตามลำดับขั้นของมาสโลว์ โดยทฤษฎีการเสริมสร้างแรงขับหรือแรงผลักดันของบุคคล เริ่มต้นจากการส่งเสริมให้บุคคลได้มีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งต่าง ๆ รอบตัวจนเกิดเป็นประสบการณ์และความคาดหวังต่อสิ่งนั้น ทำให้บุคคลเหล่านี้มีการตอบสนองต่อสิ่งนั้น ในรูปแบบของความรู้สึกหรือความคิดเห็น ซึ่งสิ่งเร้าภายนอกถือเป็นแรงกระตุ้นการตอบสนองและสิ่งเร้าภายในทำให้เกิดแรงขับและผลักดันในการแสดงออกซึ่งพฤติกรรมเพื่อตอบสนองความต้องการส่งผลโดยตรงต่อความรู้สึกของบุคคลที่มีต่อสิ่งนั้น ๆ ต่างกันไปและเมื่อความต้องการถูกตอบสนองจะส่งผลต่อความพึงพอใจของบุคคลตามทฤษฎีความต้องการตามลำดับขั้นของมาสโลว์ โดยหากความต้องการเหล่านี้ได้รับการตอบสนองจะเสริมสร้างให้บุคคลเกิดความพึงพอใจได้

5.3 การวัดและประเมินความพึงพอใจ

จากการศึกษาในเรื่องของการวัดและประเมินความพึงพอใจ พบว่า มีนักการศึกษาหลายท่านกล่าวถึงรายละเอียดของการวัดและประเมินผลความพึงพอใจไว้ ดังนี้

1) ลักษณะสำคัญของการวัดและประเมินความพึงพอใจ การวัดและประเมินความพึงพอใจนั้นถือเป็นการวัดในด้านจิตพิสัย ที่จะสามารถนำมาใช้เพื่อสะท้อนความรู้สึกทัศนคติและความคิดเห็นที่ตอบสนองต่อสิ่งเร้าที่กระตุ้นผู้ถูกวัด และเป็นสิ่งที่ไม่สามารถสังเกตเห็นได้โดยตรง (โชติ เพชรชื่น, 2546: 10) ซึ่งหลักของการประเมินเป็น ดังที่ อุมพร เทียมทัต (2556: 18) กล่าวไว้ว่า ลักษณะของแบบวัดควรสร้างให้ครอบคลุมพฤติกรรม และคุณลักษณะที่ต้องการวัด ซึ่งข้อคำถามที่ไม่แสดงถึงพฤติกรรมที่บุคคลจะแสดงออกมาเหมือนกันทุกคนจึงจะสามารถนำมาวัดระดับของความพึงพอใจได้ อีกทั้งผลของการวัดจะไม่สามารถนำไปใช้ในการตัดสินว่าผ่านหรือไม่ผ่าน ถูกหรือผิด เนื่องจากไม่ใช่การวัดเพื่อตัดสิน แต่เป็นเพียงข้อมูลที่นำมาใช้ในการพัฒนาเท่านั้น

2) เครื่องมือในการประเมินความพึงพอใจ โดยถือว่าลักษณะของเครื่องมือจะถูกใช้ในการวัดและประเมินผลด้านจิตพิสัย (บัวขาว พนมชัยสว่าง, 2558: 34) มีลักษณะเป็นแบบสอบถามที่นิยมใช้ 2 รูปแบบได้แก่

2.1) แบบสอบถามมาตราส่วนประมาณค่าของลิเคิร์ท (Likert Rating Scale) ซึ่งประกอบด้วยชุดคำถามเป็นข้อความเพื่อใช้ในการตรวจสอบความรู้สึก ความชอบและความสนใจต่าง ๆ โดยข้อความอาจแสดงถึงข้อความทางบวกหรือทางลบก็ได้ ผู้ตอบแบบสอบถามจะเป็นผู้ประเมินค่าของคุณลักษณะที่ต้องการวัดออกมาเป็นระดับต่าง ๆ ตามความรู้สึกของผู้ตอบ มีการแบ่งระดับความพึงพอใจเป็น 5 ระดับ ตั้งแต่ระดับเห็นด้วยไปจนถึงระดับไม่เห็นด้วย (กรองได อุณหสูต, 2555: 8) โดยรูปแบบของแบบสอบถามมาตราส่วนประมาณค่าของลิเคิร์ท ดังแสดงในตาราง 2

ตาราง 2 การวัดระดับความพึงพอใจโดยอาศัยการสังเกตคุณภาพการทำงานตามแบบมาตราส่วนประมาณค่าของลิเคิร์ท ของ กรองไต่ อุณหสูต (2555: 8)

รายการที่วัด	ระดับความพึงพอใจ				
	น้อย	น้อยที่สุด	ปานกลาง	มาก	มากที่สุด
ความตั้งใจทำงาน					
ความรับผิดชอบในงานที่ได้รับมอบหมาย					
การรับฟังความคิดเห็นของผู้ร่วมงาน					
การช่วยเหลือเพื่อนร่วมงาน					
การร่วมมือและประสานงานกับผู้อื่น					

2.2) มาตราส่วนประมาณค่าแบบซีแมนติก ดิฟเฟอเรนเชียล (Semantic Differential Rating Scale) ประกอบด้วยข้อความ หรือข้อความที่แสดงถึงพฤติกรรมที่ต้อง การวัด และค่าที่แสดงถึงความพึงพอใจ หรือความเห็นที่เป็นระดับต่ำสุดและสูงสุด ซึ่งเป็นค่าที่มีความหมายตรงข้ามกัน (กาญจนา วัธนสุนทร, 2550: 33) อีกทั้งมีตัวเลขหรือข้อความที่แสดงระดับ 7 ระดับ หากแสดงเป็นตัวเลขให้ตัวเลข 0 ไว้กลางเพื่อแสดงถึงการไม่สามารถตัดสินการ แสดงออกพฤติกรรมนั้นได้ โดยมีการแสดงตัวเลือกที่เป็นเลข 1-3 จะถูกระบุด้านขวาเมื่อต้องการ แสดงระดับความเห็นทางบวก หากระบุด้านซ้ายเมื่อต้องการแสดงระดับความเห็นทางลบ (บัวบาบ พนมชัยสว่าง, 2558: 81) โดยรูปแบบของแบบสอบถามแบบมาตราส่วนประมาณค่าแบบซีแมนติก ดิฟเฟอเรนเชียล ดังแสดงในตาราง 3 และตาราง 4

ตาราง 3 การวัดระดับความพึงพอใจในการเรียนวิชาพระพุทธศาสนา (ส 0113) รูปแบบมาตราส่วนประมาณค่าแบบซีแมนติก ดิฟเฟอเรนเชียลแบบมีการใช้ตัวเลขแทนการบอกระดับพฤติกรรมของ บัวขาว พนมชัยสว่าง (2558: 88)

ข้อคำถาม: นักเรียนคิดว่าวิชาพระพุทธศาสนา (ส 0113) ที่นักเรียนกำลังเรียนอยู่มีเนื้อหาเป็นไปดังข้อความต่าง ๆ ต่อไปนี้เพียงใด

คำคุณศัพท์	ระดับพฤติกรรม							คำคุณศัพท์
	มาก	ปานกลาง	น้อย	ตัดสินไม่ได้	น้อย	ปานกลาง	มาก	
	3	2	1	0	1	2	3	
ยาก								ง่าย

โดยมีลักษณะเช่นเดียวกันกับการวัดระดับความพึงพอใจในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ E-Learning รูปแบบมาตราส่วนประมาณค่าแบบซีแมนติก ดิฟเฟอเรนเชียลแบบใช้ตัวเลขแทนการบอกระดับพฤติกรรมของ คลีเมนต์ (Klement, 2015: 6) ดังตาราง 4

ตาราง 4 การวัดระดับความพึงพอใจในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ E-Learning รูปแบบมาตราส่วนประมาณค่าแบบซีแมนติก ดิฟเฟอเรนเชียลแบบใช้ตัวเลขแทนการบอกระดับพฤติกรรมของ คลีเมนต์ (Klement, 2015: 6)

คำชี้แจง : ให้นักเรียนพิจารณาข้อความแต่ละข้อความเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยทำเครื่องหมาย × ตรงช่องที่ตรงกับความรู้สึกนึกคิดของตนเองมากที่สุด

คำคุณศัพท์	3	2	1	0	1	2	3	คำคุณศัพท์
ช้า								รวดเร็ว

3) หลักในการวัดและประเมินความพึงพอใจ หลักที่สำคัญสำหรับการวัด คือ การได้รับความร่วมมือจากผู้ถูกวัด (สุทธีวรรณ ตันติธนาวงศ์, 2554: 4) เพราะจะทำให้มั่นใจได้ว่าข้อมูลที่ได้มาเป็นจริงและสามารถนำไปพัฒนาต่อยอดต่อไปได้ (นภา หลิมธรัตน์, 2544: 8) อีกทั้งการวัดที่ดีควรต้องมีการวัดหลาย ๆ ครั้ง ด้วยเวลาที่ต่างกันเพื่อให้การวัดและประเมินในครั้งนั้นเกิดความน่าเชื่อถือ (ภณิดา ชัยปัญญา, 2541: 11)

ซึ่งในงานวิจัยของ จารุวรรณ เทวกุล (2555: 6) ได้มีการทดสอบหาความพึงพอใจของผู้เรียนต่อกระบวนการเรียนการสอน โดยมีการเลือกใช้แบบวัดความพึงพอใจรูปแบบมาตราส่วนประเมินค่า (Rating Scale) 5 ระดับ ได้แก่ พึงพอใจระดับมากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด ซึ่งวัดความพึงพอใจทั้งความพึงพอใจ ระดับสถานศึกษา และความพึงพอใจระดับครูผู้สอน 6 ด้าน ได้แก่ ด้านเนื้อหาหลักสูตร เป็นความพึงพอใจในเรื่องของการจัดวิชาให้เรียนตรงตามความต้องการของผู้เรียน ด้านการจัดการเรียนการสอน เป็นความพึงพอใจที่ผู้เรียนมีต่อการดำเนินการจัดการเรียนรู้ ด้านบุคลิกภาพของผู้สอน เป็นความพึงพอใจเกี่ยวกับความรู้และการถ่ายทอดความรู้ของครูผู้สอน ด้านสภาพแวดล้อมในการเรียน เป็นความพึงพอใจในการจัดสภาพห้องเรียนที่เอื้อต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน ด้านการจัดบริการของสถานศึกษา เป็นความพึงพอใจที่เกี่ยวกับการจัดสิ่งอำนวยความสะดวกการบริการให้คำปรึกษาในด้านการเรียนให้กับผู้เรียน และด้านการวัดผลและประเมินผล เป็นความพึงพอใจต่อการวัดและประเมินผลตลอดการจัดการเรียนรู้ของครูผู้สอน

โดย จันทิมา เมยประโคน (2555: 7) ได้ทำการวัดระดับความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีผลต่อการจัดการเรียนรู้ ซึ่งได้นำแบบวัดความพึงพอใจรูปแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับของลิเคิร์ทมาใช้ในการวัดระดับความพึงพอใจในด้านที่เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียน มี 4 ด้าน ดังนี้ ด้านกระบวนการจัดการเรียนรู้ ด้านบรรยากาศการเรียนการสอน ด้านการใช้สื่อการเรียนการสอน และด้านการวัดผลและประเมินผล

เช่นเดียวกับมูฮำมัด เต๊ะยอ (2558: 123) ได้ทำการสำรวจความพึงพอใจของนักศึกษาต่อการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์วิศวกรรม 2 โดยใช้รูปแบบของแบบสำรวจความพึงพอใจรูปแบบมาตราส่วนประเมินค่า 5 ระดับ ได้แก่ พึงพอใจมากที่สุด พึงพอใจมาก พึงพอใจปานกลาง พึงพอใจน้อย และพึงพอใจน้อยที่สุด ตามลำดับ ซึ่งทำการวัดระดับความพึงพอใจ 4 ด้าน ได้แก่ ด้านกระบวนการจัดการเรียนการสอน เป็นความพึงพอใจที่มีต่อพฤติกรรมการจัดการเรียนรู้ของครูผู้สอน การสื่อสารเนื้อหาในบทเรียนที่ส่งผลต่อการจัดการเรียนรู้ โดยจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ด้านบรรยากาศในห้องเรียน เป็นความพึงพอใจต่อการจัดสภาพของห้องเรียน และบรรยากาศในชั้นเรียนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความผ่อนคลายในการเรียน ไม่เครียดทำให้เกิดการเรียนรู้ได้ดีมากยิ่งขึ้น ด้านสื่อและโสตทัศนูปกรณ์เป็นความพึงพอใจต่อการสร้างสื่อเพื่อเสริมสร้างหรือพัฒนาการจัดการเรียนรู้ให้สามารถปฏิบัติหรือเข้าใจในเนื้อหามากยิ่งขึ้น และด้านการวัดและประเมินผล เป็นความพึงพอใจต่อการวัดและประเมินผลของครูผู้สอน ทั้งก่อนการ

จัดการเรียนรู้ ระหว่างและหลังการจัดการเรียนรู้รวมไปถึงการกำหนดเกณฑ์ในการประเมินที่ชัดเจน

นอกจากนี้ เซลคูก และ ซีเรพ (Selçuk & Serap, 2010: 98) ได้ทำการสอบถามนักเรียนเพื่อคาดคะเนความพึงพอใจของนักเรียนในวิชาฟิสิกส์ โดยใช้แบบสอบถามความพึงพอใจรูปแบบมาตราส่วนประมาณค่าของลิเคิร์ต 5 ระดับ ได้แก่ เห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วย ไม่แน่ใจ ไม่เห็นด้วย และไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง โดยแบ่งด้านของการประเมินความพึงพอใจเป็น 3 ด้าน ได้แก่ ด้านความรู้สึกรู้สึกในการเรียน ด้านคุณภาพการสอน ด้านวิธีการสอนและกิจกรรมการเรียนรู้ โดยข้อคำถามในการสอบถามความพึงพอใจมีทั้งรูปแบบคำถามในทางบวกและทางลบ ซึ่งจัดทำแบบสำรวจความพึงเพื่อสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนในการเรียนรายวิชาฟิสิกส์ โดยพบว่าความพึงพอใจของนักเรียนนี้เป็นตัวทำนายการรับรู้ในการเรียนของนักเรียนและบ่งบอกถึงความสามารถในการเรียนรายวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนอีกด้วย

งานวิจัยของ ฟินน์ (Finn, 2017: 37) ที่ทำการศึกษาความพึงพอใจที่มีต่อการเรียนฟิสิกส์รูปแบบการเรียนรู้ในห้องปฏิบัติการ โดยทำการสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจในรูปแบบมาตราส่วนประมาณค่าของลิเคิร์ต 5 ระดับ ได้แก่ เห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วยปานกลาง ไม่เห็นด้วย และไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง โดยทำการสอบถามความพึงพอใจ 4 ด้าน ได้แก่ ด้านความรู้สึกรู้สึกในการจัดการเรียนการสอนรายวิชาฟิสิกส์ในห้องปฏิบัติการ ด้านการจัดการเรียนรู้ของครูผู้สอนด้านการดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และด้านสภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการเรียนรู้ เพื่อศึกษาการสอบรูปแบบการเรียนรู้ในห้องปฏิบัติการที่ส่งผลต่อการเรียนรู้ของนักเรียนในรายวิชาฟิสิกส์

จากการศึกษาพบว่างานวิจัยส่วนใหญ่ เลือกใช้แบบสอบถามรูปแบบมาตราส่วนประมาณค่าของลิเคิร์ต ในการวัดระดับความพึงพอใจของผู้เรียนหลังจากได้รับการสอนด้วยเทคนิคหรือวิธีการต่าง ๆ ดังนั้นงานวิจัยฉบับนี้จึงได้เลือกใช้แบบสอบถามวัดระดับความพึงพอใจของการใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยาในรูปแบบมาตราส่วนประมาณค่าของลิเคิร์ต โดยแบ่งระดับความพึงพอใจเป็น 5 ระดับ ได้แก่ ระดับความพึงพอใจระดับมากที่สุด ระดับมาก ระดับปานกลาง ระดับน้อย และระดับน้อยที่สุด เนื่องจากแบบสอบถามรูปแบบมาตราส่วนประมาณค่าของลิเคิร์ต มีการระบุความพึงพอใจเป็นระดับที่ระบุค่าน้ำหนักของระดับความพึงพอใจ โดยคำตอบของระดับความพึงพอใจจะปรากฏระดับความพึงพอใจตั้งแต่ระดับมากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด โดยเป็นแบบสอบถามที่ไม่ซับซ้อน ง่ายต่อการเข้าใจโดยอาจเป็นข้อคำถามทางบวกหรือทางลบก็ได้ ซึ่งต่างจากแบบสอบถามรูปแบบมาตราส่วนประมาณค่าแบบซีแมนติก ดิฟเฟอเรนเชียล ที่มีระดับความพึงพอใจที่เป็นระดับ 0 หรือ ตัดสินไม่ได้

ไม่แน่ใจ ดังนั้นข้อคำถามที่ใช้จะต้องเป็นข้อคำถามที่ผู้ตอบมีความคุ้นเคย เพราะหากข้อคำถามไม่คุ้นเคยอาจทำให้ผู้ตอบแบบสอบถามจะตอบในลักษณะที่ตัดสินใจไม่ได้ หรือไม่แน่ใจ (บัวขาว พนมชัยสว่าง, 2558: 20) ดังนั้นในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยจึงเลือกใช้แบบสอบถามรูปแบบมาตราส่วนประมาณค่าของลิเคิร์ท โดยแบบสอบถามความพึงพอใจในงานวิจัยนี้ จัดทำขึ้นเพื่อวัดระดับความพึงพอใจของการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา โดยให้ผู้เรียนแสดงถึงระดับความพึงพอใจหลังจากการได้รับการจัดการเรียนรู้ในครั้งนั้น โดยแสดงระดับความพึงพอใจกับในแต่ละด้านของปัจจัยที่ส่งผลต่อการจัดการเรียนรู้ได้ ซึ่งแบบสอบถามประกอบด้วยข้อคำถามที่แบ่งตามองค์ประกอบของการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 4 ด้าน ได้แก่ ด้านกระบวนการจัดการเรียนรู้ ด้านบรรยากาศการเรียนรู้ ด้านการใช้สื่อการเรียนรู้ และด้านการวัดและประเมินผล ซึ่งแต่ละด้านล้วนแล้วแต่เป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อการจัดการเรียนรู้ โดย จารูวรรณ เทวกุล (2555: 6) จันทิมา เมยประโคน (2555: 7) มูหามัด เต๊ะยอ (2558: 123) เซลคูก และซีเรพ (Selçuk & Serap, 2010: 98) ฟินน์ (Finn, 2017: 37) รวมพร มินานนท์ (2556: 131) และสุเมธ เนารุ่งโรจน์ (2560: 143) ได้กล่าวถึงปัจจัยแต่ละด้านที่มีความสำคัญต่อการจัดการเรียนรู้ดังนี้

1) ด้านกระบวนการจัดการเรียนรู้ โดยในด้านนี้จะกล่าวถึงพฤติกรรมของครูผู้สอนที่จะส่งผลกระทบต่อกระบวนการจัดการเรียนรู้ โดยครูผู้สอนจะต้องเป็นผู้ที่มีความสามารถในการถ่ายทอดเนื้อหาให้กับผู้เรียน และให้ความสำคัญกับผู้เรียนเป็นศูนย์กลางในการจัดการเรียนการสอน

2) ด้านบรรยากาศการเรียนรู้ แบ่งออกเป็น 2 องค์ประกอบ ได้แก่ บรรยากาศด้านกายภาพ ได้แก่ สภาพห้องเรียน อุปกรณ์ที่ประกอบการเรียนในห้องเรียน และบรรยากาศด้านสังคม ได้แก่ สภาพของอารมณ์ความรู้สึกของผู้เรียนในการเรียน การไม่ถูกกดดันจากผู้สอน เป็นต้น

3) ด้านการใช้สื่อการเรียนรู้ มักจะเป็นสื่อที่ใช้ประกอบการจัดการเรียนรู้ เพื่อการอธิบายเนื้อหา หรือเป็นสื่อที่เสริมสร้างให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในเนื้อหามากยิ่งขึ้น

4) ด้านการวัดและประเมินผล ครูผู้สอนมีการวัด และมีเกณฑ์ในการประเมินที่ชัดเจน

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยประกอบด้วยขั้นตอนดังนี้

1. การศึกษาข้อมูลพื้นฐานและบริบทชั้นเรียน
2. การกำหนดกลุ่มที่ศึกษาและเนื้อหาที่ใช้ในงานวิจัย
3. การพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. การศึกษานำร่อง
5. การเก็บรวบรวมข้อมูลวิจัย
6. การวิเคราะห์และจัดกระทำข้อมูล

1. การศึกษาข้อมูลพื้นฐานและบริบทชั้นเรียน

ขั้นตอนนี้เป็นการรวบรวมข้อมูล วางแผนและหาแนวคิดที่เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้รายวิชาฟิสิกส์ให้กับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยมีขั้นตอนในการดำเนินการ ดังนี้

1.1 การศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับบริบทและปัญหาในชั้นเรียน

ผู้วิจัยทำการศึกษาเกี่ยวกับบริบทและปัญหาของการเรียนรู้รายวิชาฟิสิกส์ของนักเรียน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยสังเกตจากกลุ่มนักเรียนในชั้นเรียนที่ผู้วิจัยจัดการเรียนรู้ด้วยตนเอง จากการให้นักเรียนทำ แบบทดสอบย่อย แบบทดสอบกลางภาคเรียนและแบบทดสอบปลายภาคเรียน ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 100 คน จำนวน 3 ห้องเรียน ได้แก่ ห้อง 4/1, 4/2 และ 4/3 ซึ่งเป็นนักเรียนในแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ และจัดชั้นเรียนแบบคละความสามารถ ซึ่งพื้นฐานของนักเรียนมีความสามารถในการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน โดยนักเรียนในช่วงเวลาที่สังเกตนั้น กำลังศึกษาเนื้อหาในรายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม 1 ซึ่งพบว่า หากเป็นนักเรียน 1 ห้องเรียน จำนวน 30 คน จะมีนักเรียนจำนวน 20 คน ที่มีปัญหาในเรื่องของการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ จากการสัมภาษณ์นักเรียนจำนวน 20 คนเกี่ยวกับปัญหาที่เกิดขึ้นและสาเหตุที่ทำให้นักเรียนไม่สามารถแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ได้ พบว่านักเรียนมีความคิดเห็นว่ารายวิชาฟิสิกส์เป็นวิชาที่ยาก โดยพฤติกรรมที่เกิดขึ้นระหว่างการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาที่ค้นพบจากการทดสอบของนักเรียนจำนวน 50 คน เป็นเวลา 1 ภาคเรียน รวม 3 ครั้ง ประกอบด้วย การตรวจจากการทำแบบทดสอบย่อยในเรื่อง การเคลื่อนที่แนวตรง การทดสอบกลางภาคและการทดสอบปลายภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 มีดังต่อไปนี้

- 1) นักเรียนขาดการอ่านโจทย์ปัญหาให้ครบ
- 2) นักเรียนไม่สามารถนำข้อมูลที่ได้จากการอ่านมาวิเคราะห์ถึงสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้
- 3) นักเรียนมองภาพของสถานการณ์ในโจทย์ปัญหาไม่ออก
- 4) นักเรียนไม่สามารถระบุสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้
- 5) นักเรียนขาดทักษะในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์
- 6) นักเรียนมีกระบวนการคิดแก้โจทย์ปัญหาที่ไม่เป็นระบบ
- 7) นักเรียนไม่สามารถนำหลักการที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์โจทย์ปัญหา มาเชื่อมโยงเพื่อวางแผนดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา จนได้มาซึ่งคำตอบได้
- 8) นักเรียนเกิดความย่อท้อในการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา
- 9) นักเรียนขาดความใส่ใจในการแก้โจทย์ปัญหาให้ได้มาซึ่งคำตอบ

1.2. การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องการดำเนินงานวิจัยเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา

ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการสอนที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ จาก โอเกล (Ogle, 1986: 565) สุจิตรา ศรีสละ (2554: 4-6) กัญญาพร สีนินทิน (2558: 36-37) สุภาพร ปิ่นทอง (2554: 6) ศิริพิมล หงษ์เหม (2557: 13) ศศิวิมล สนิทบุญ (2559: 8) พฤกษ์ โปร่งสำโรง (2549: 69) เอกวิทย์ ดวงแก้ว (2549: 8) จุไรรัตน์ สอนสีดา (2560: 26) สิริเกศ หมดเจริญ (2554: 95) ธิตินันท์ นาจาน (2556: 7) เบย์บี (Bybee, 2014: 16) แม็คคอร์มิค (McCormick, 2013: 79) นิวเวลล์ และไซมอน (Newell & Simon, 1961: 9) และโรฆาส (Rojas, 2011: 27) และพฤติกรรมที่แสดงออกถึงความสามารถดังกล่าว จาก รพีพรรณ เพียรเสมอ (2550: 17) ดำรงค์ศักดิ์ มีวรรณ (2552: 12-13) ธันยากร ช่วยทุกข์เพื่อน (2559: 18-19) เฮลเลอร์ และเฮลเลอร์ (Heller & Heller, 2010: 20) และโพลยา (Polya, 1945: 17) รวมไปถึงรูปแบบการวัดและประเมินผลความสามารถ จาก สุภาพร ปิ่นทอง (2554: 200) วิชชุตา อ้วนศรีเมือง (2554: 39) ธันยากร ช่วยทุกข์เพื่อน (2559: 69) และพิชานันท์ รักทรัพย์ (2555: 151) โดยนำมาทำการรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ผลของการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ต่าง ๆ ในการส่งเสริมความสามารถนี้เพื่อนำมาสรุปเป็นขั้นตอนและโครงสร้างในการจัดทำเครื่องมือเพื่อการส่งเสริมความสามารถ

โดยจากการศึกษาทำให้ได้มาซึ่งขั้นตอนในการจัดทำเครื่องมือเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ ประกอบด้วย

- 1) ขั้นตอนเตรียมการก่อนการสร้างเครื่องมือ เป็นขั้นตอนที่ผู้วิจัยทำศึกษาทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องนำมาใช้ในการสร้างเครื่องมือ

2) ขั้นตอนการสร้างสรรค์เครื่องมือ โดยผู้วิจัยสร้างเครื่องมือตามข้อมูลและองค์ประกอบที่ได้มาจากศึกษาทบทวนวรรณกรรม

3) ขั้นตอนตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ เป็นขั้นตอนนำเครื่องมือที่สร้างขึ้นไปทำการหาคุณภาพในด้านต่าง ๆ จัดกระทำและวิเคราะห์ผลที่ได้จากการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือเพื่อบอกถึงคุณภาพของเครื่องมือที่สร้างขึ้น

2. การกำหนดกลุ่มที่ศึกษาและเนื้อหาที่ใช้ในงานวิจัย

2.1 กลุ่มที่ศึกษาที่ใช้ในงานวิจัย

กลุ่มที่ศึกษาในงานวิจัยนี้ คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 เป็นโรงเรียนชายล้วน ที่มีนักเรียนตั้งแต่ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นถึงระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวนนักเรียน 1,500 คน โดยถูกเลือกมาแบบเจาะจง (Purposive Sampling) จากห้องเรียนที่ผู้วิจัยทำการสอนด้วยตนเอง และเป็นกลุ่มที่มีปัญหาในการแสดงออกซึ่งความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ จำนวน 50 คน เป็นห้องเรียนที่จัดนักเรียนแบบลดความสามารถแบ่งเป็น 2 ห้องเรียน คือ ห้อง 4/2 และ 4/3 ห้องละ 25 คน ถูกเลือกมาจากนักเรียนแผนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ จำนวน 100 คน จากโรงเรียนเดียวกัน

2.2 เนื้อหาที่ใช้ในงานวิจัย

การวิจัยนี้ใช้เนื้อหาเรื่อง กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน ซึ่งเป็นเนื้อหาที่ต้องจัดการเรียนการสอนให้กับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (แผนการเรียนเน้นวิทยาศาสตร์) ตามหลักสูตรแกนกลางฯ

3. การพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยมีขั้นตอนในการดำเนินการ ดังต่อไปนี้

3.1 การจัดทำเครื่องมือในการดำเนินงานวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ประกอบด้วย

3.1.1 แผนการจัดการเรียนรู้

3.1.2 แบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์

3.1.3 แบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ไขโจทย์ปัญหาของโพลยา

โดยแต่ละเครื่องมือมีการดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

3.1.1 แผนการจัดการเรียนรู้

การดำเนินการสร้างแผน แบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอน ได้แก่การเตรียมการก่อนการสร้างเครื่องมือ การดำเนินการสร้าง การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือการจัดกระทำและวิเคราะห์ข้อมูลการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ รายละเอียดดังนี้

การเตรียมการก่อนการสร้างเครื่องมือ

1. ศึกษาหลักสูตร และคำอธิบายรายวิชาฟิสิกส์ เพิ่มเติม 1 เพื่อศึกษาเกี่ยวกับรายละเอียดของเนื้อหาและผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง นำมาทำการคัดเลือกเรื่องที่มีผลการเรียนรู้ที่สามารถระบุงถึงการแสดงออกถึงพฤติกรรมในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ได้อย่างครบถ้วนมากที่สุด และใช้ในการนำมาจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ ซึ่งหลักสูตรและคำอธิบายรายวิชาจัดทำขึ้นโดยอิงตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) ซึ่งในคำอธิบายรายวิชาจะบุงถึงตัวชี้วัดที่จะเกิดกับนักเรียนดังนี้

1) สืบค้นและอธิบายการค้นหาคำความรู้ทางฟิสิกส์ ประวัติความเป็นมา รวมทั้งพัฒนาการของหลักการและแสวงหาคำรู้ใหม่และการพัฒนาเทคโนโลยี

2) วัดและรายงานผลการวัดปริมาณทางฟิสิกส์ได้อย่างถูกต้องเหมาะสม โดยนำความคลาดเคลื่อนในการวัดมาพิจารณาในการนำเสนอผล รวมทั้งแสดงผลการทดลองในรูปของกราฟ วิเคราะห์และแปลความหมายจากกราฟเส้นตรง

3) ทดลองและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่ง การกระจัด ความเร็ว และความเร่งของการเคลื่อนที่ของวัตถุในแนวตรงที่มีความเร่งคงตัวจากกราฟและสมการ รวมทั้งทดลองหาค่าความเร่งโน้มถ่วงของโลก และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

4) อธิบายแรงและผลของแรงลัพธ์ที่มีต่อการเคลื่อนที่ของวัตถุรวมทั้งทดลองหาแรงลัพธ์ของแรงสองแรงที่ทำมุมต่อกัน

5) เขียนแผนภาพของแรงที่กระทำต่อวัตถุอิสระ และอธิบายกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันและการใช้กฎการเคลื่อนที่ของนิวตันกับสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุ รวมทั้งทดลองและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแรง มวล และความเร่งตามกฎข้อที่สองของนิวตัน

6) อธิบายกฎความโน้มถ่วงสากลและผลของสนามโน้มถ่วงที่ทำให้วัตถุมีน้ำหนัก รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

7) วิเคราะห์และอธิบายแรงเสียดทานระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุคู่หนึ่ง ๆ ในกรณีที่วัตถุหยุดนิ่งและวัตถุเคลื่อนที่ รวมทั้งทดลองหาสัมประสิทธิ์ความเสียดทานระหว่างผิวสัมผัสของคู่หนึ่ง ๆ และนำความรู้เรื่องแรงเสียดทานไปใช้ในชีวิตประจำวัน

ทั้งนี้ ผู้วิจัยต้องการที่จะพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ของนักเรียน ในเรื่อง กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน จากผลการเรียนรู้ที่คาดหวังที่ระบุไว้ในหลักสูตรแกนกลางฯ ในการศึกษาเรื่องกฎของนิวตันนี้ นักเรียนจะสามารถเขียนแผนภาพที่แสดงถึงสถานการณ์ของปรากฏการณ์เกี่ยวกับเรื่องกฎของนิวตัน รวมไปถึงการเขียนความสัมพันธ์ของปริมาณที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์นั้น ๆ และสร้างเป็นสมการเพื่อนำมาทำนายปริมาณอื่น ๆ ต่อไปได้ สะท้อนให้เห็นว่านักเรียนจะต้องสามารถแสดงออกถึงพฤติกรรมที่ครบถ้วนในการแก้โจทย์ปัญหาในเรื่องนี้ได้

2. ศึกษาเอกสารงานวิจัยและทบทวนวรรณกรรม เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียน และเทคนิคที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ ที่จะนำมาใช้กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติในชั้นเรียน ซึ่งงานวิจัยนี้ใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้นตอนเป็นการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียน โดยมีการแทรกกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยาที่ผู้วิจัยได้ทำการแทรกเข้าไปในชั้นอธิบายและลงข้อสรุป และชั้นขยายความรู้ของการจัดการเรียนรู้ โดยแทรกเข้าไปในขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ที่เป็นขั้นตอนนำเสนอสถานการณ์โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ ซึ่งในขั้นตอนนี้จะส่งผลนักเรียนเกิดการค้นพบองค์ความรู้ใหม่ หรือขยายความรู้เดิมให้เกิดความเข้าใจที่ดีมากยิ่งขึ้น โดยเทคนิคที่ผู้วิจัยเลือกใช้นี้จะสามารถนำไปใช้กับการจัดการเรียนรู้ในรูปแบบใดก็ได้ เพื่อการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ของนักเรียน

การดำเนินการสร้าง

1. สร้างแผน เรื่อง กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน ที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนโดยใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา โดยแบ่งเนื้อหาในการจัดการเรียนการสอนออกเป็น 2 หัวข้อหลัก ได้แก่ กฎการเคลื่อนที่ของนิวตันและการประยุกต์ใช้กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน ดังนี้

- 1) กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน
- 2) การประยุกต์ใช้กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน
 - 2.1) การชั่งน้ำหนักในลิฟต์และเครื่องชั่งสปริง

2.2) การออกแรงลากหรือดันวัตถุบนพื้นราบ

2.3) การออกแรงลากหรือดันวัตถุบนพื้นเอียง

2.4) การลากหรือดันวัตถุที่อยู่ติดกัน

2.5) การลากหรือดันวัตถุที่อยู่ติดกัน กรณีมีเชือกผูกระหว่างวัตถุ

จากนั้น ออกแบบการสร้างแผน จำนวน 6 แผนพร้อมกำหนดจำนวนคาบ

เรียนในการจัดการเรียนการสอน คาบเรียนละ 50 นาที ดังตาราง 5

ตาราง 5 เนื้อหาที่ใช้ในแผนการจัดการเรียนรู้ ระยะเวลาและจำนวนคาบเรียน

ลำดับ	เรื่อง	จำนวนคาบเรียน
1	กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน	2
2	การชั่งน้ำหนักในลิฟต์และเครื่องชั่งสปริง	2
3	การออกแรงลากหรือดันวัตถุบนพื้นราบ	2
4	การออกแรงลากหรือดันวัตถุบนพื้นเอียง	2
5	การลากหรือดันวัตถุที่อยู่ติดกัน	2
6	การลากหรือดันวัตถุที่อยู่ติดกัน กรณีมีเชือกผูกระหว่างวัตถุ	2
รวม		12

2. กำหนดจุดประสงค์และตัวชี้วัดของเนื้อหาการสอนในแต่ละแผน

3. ออกแบบและพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ โดยมีขั้นตอนในการจัดการเรียนการสอนที่ประกอบด้วยขั้นตอนดังนี้

ขั้นสร้างความสนใจ เป็นขั้นตอนของการนำเข้าสู่บทเรียนสร้างความสนใจให้กับนักเรียน

ขั้นสำรวจและค้นหา เป็นขั้นตอนของการศึกษาบทเรียน ผ่านการทดลอง สาธิตโดยนักเรียน รวมไปถึงดูสื่อวีดิทัศน์ เพื่อสรุปองค์ความรู้ในบทเรียนนั้น

ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป เป็นขั้นตอนการหาวิธีการดำเนินการจนได้คำตอบ และศึกษาสถานการณ์ที่ถูกตั้งคำถามและนำเสนอข้อมูลที่สนับสนุนคำตอบในรูปแบบของการบรรยายข้อสรุป หรือแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลนั้น ๆ โดยมีการแทรกกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา โดยขั้นที่ 1 ของกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา เป็นขั้นการทำความเข้าใจโจทย์ปัญหาเป็นองค์ประกอบที่มุ่งเน้นให้นักเรียนวิเคราะห์โจทย์ปัญหา โดยสามารถเขียน

แสดงแผนภาพพร้อมทั้งระบุขนาดและทิศทางของปริมาณต่าง ๆ ตามสถานการณ์ที่โจทย์กำหนดได้ เพื่อใช้ในการประกอบการแก้โจทย์ปัญหา ขั้นที่ 2 ของกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยาเป็นการดำเนินการหาวิธีการแก้โจทย์ปัญหา และทำการวางแผนการดำเนินการแก้โจทย์ เป็นขั้นที่มุ่งเน้นให้นักเรียนหาสิ่งที่โจทย์ปัญหาต้องการทราบ และทำการเปลี่ยนจากภาษาเขียนในโจทย์ปัญหาเป็นสัญลักษณ์เพื่อเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของสัญลักษณ์ของปริมาณให้อยู่ในรูปแบบของสมการได้ ขั้นที่ 3 ของกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา การดำเนินการตามแผน ซึ่งเป็นขั้นการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาเป็นองค์ประกอบที่มุ่งเน้นให้นักเรียนนำสมการความสัมพันธ์ของตัวแปรทางพีลิกส์มาดำเนินการทางคณิตศาสตร์ จนได้มาซึ่งคำตอบของโจทย์ปัญหา ขั้นที่ 4 ของกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา เป็นการตรวจสอบผลลัพธ์ เป็นขั้นตอนในการดำเนินการสรุปและตรวจสอบคำตอบตามรูปแบบของแต่ละสถานการณ์โจทย์ปัญหาทางพีลิกส์ ได้แก่ การสรุปความสมเหตุสมผลจากการคำนวณค่าย้อนกลับเพื่อดูความเท่ากันของสมการทางคณิตศาสตร์ การหาปริมาณที่โจทย์ต้องการทราบจากการดำเนินการอีกวิธีหนึ่งเพื่อตรวจสอบคำตอบ หรือการวิเคราะห์และระบุถึงความสมเหตุสมผลของการเกิดขึ้นในสถานการณ์โจทย์ปัญหานั้น ๆ

ขั้นขยายความรู้ เป็นขั้นที่นำสถานการณ์รูปแบบใหม่ ๆ ให้นักเรียนมีการนำเสนอโจทย์ปัญหาทางพีลิกส์ ที่มีการแทรกกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา

ขั้นประเมินผล เป็นขั้นที่ทำการประเมินการเรียนรู้ของนักเรียนว่าได้รับความรู้มากน้อยเพียงใด

การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

1. นำแผน ที่ใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยาให้อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโทตรวจสอบความถูกต้องในด้านเนื้อหาและความเหมาะสมในการใช้ภาษาและการนำไปใช้จัดการเรียนรู้

2. นำแผนมาปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโท โดยได้ทำการปรับปรุงกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ ตรวจสอบแก้ไขความเหมาะสมของข้อความคำถามและแนวทางในการตอบคำถามระหว่างการจัดการเรียนรู้ รวมไปถึงการตรวจสอบความต่อเนื่องในการดำเนินการจัดการเรียนรู้ที่ระบุในแผนก่อนนำไปเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ

3. นำแผน ที่ใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยาเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา และด้านวัดและประเมินผล จำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความสอดคล้อง

ของจุดประสงค์การจัดการเรียนรู้กับกิจกรรมการจัดการเรียนรู้และการวัดและประเมินผลกับกิจกรรมการจัดการเรียนรู้และความเหมาะสมด้านการใช้ภาษาและการนำไปใช้

การจัดกระทำและวิเคราะห์ข้อมูลการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

1. แบบประเมินความสอดคล้องของจุดประสงค์การเรียนรู้กับกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ และการวัดและประเมินผลกับกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ ที่ระบุใน วิเคราะห์โดย ใช้การหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Consistency: IOC) จากค่าน้ำหนักคะแนนที่ผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนทำการประเมิน ดังนี้

ระดับคะแนน	ความสอดคล้อง
+1	แน่ใจว่า ประเด็นที่พิจารณามีความสอดคล้องกัน
0	ไม่แน่ใจว่า ประเด็นที่พิจารณามีความสอดคล้องกัน
-1	แน่ใจว่า ประเด็นที่พิจารณาไม่มีความสอดคล้องกัน

พิจารณาค่าความสอดคล้อง 0.50 ขึ้นไป (สุพจน์ อิงอาจ, 2555: 115)

จึงจะถือว่าเป็นกิจกรรมการเรียนรู้ และการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ที่มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยพบว่าค่าความสอดคล้อง IOC ที่ได้รับการประเมินแผนจากผู้เชี่ยวชาญ มีค่าความสอดคล้องของกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ กับมาตรฐานการเรียนรู้สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ เวลาที่ใช้ในการสอน สื่อ/แหล่งการเรียนรู้ รวมไปถึงการวัดและประเมินผลกับกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ และเกณฑ์ในการประเมินผลที่มีความชัดเจน มีค่าเฉลี่ยเป็น 1.00 ทุกข้อ ส่วนค่าความสอดคล้องของกิจกรรมการเรียนรู้ และสื่อการเรียนรู้กับความสามารถของนักเรียน รวมไปถึงความสามารถของผู้เรียนมีค่าเฉลี่ยเป็น 0.33 ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการปรับกิจกรรมการเรียนรู้ให้เน้นไปที่ตัวนักเรียน และส่งเสริมการแสดงออกซึ่งพฤติกรรมและการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนมากขึ้นจึงนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความสอดคล้องอีกครั้ง จนได้ค่าเฉลี่ยของความสอดคล้องเป็น 1.00 และค่าเฉลี่ยความสอดคล้องของสื่อการเรียนรู้ และความสามารถนักเรียนเป็น 0.67 จึงทำให้แผน ทั้ง 6 แผน มีค่าความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.67-1.00 ซึ่งถือว่าแผนมีความสอดคล้องของจุดประสงค์การเรียนรู้กับกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ และการวัดและประเมินผลกับกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ สามารถนำไปจัดการเรียนรู้กับกลุ่มที่ศึกษาได้

2. แบบประเมินความเหมาะสมของจุดประสงค์การเรียนรู้กับกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ และการวัดและประเมินผลกับกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ ด้านการใช้ภาษา

และการนำไปใช้ หาค่าเฉลี่ยของค่าความเหมาะสมในด้านภาษาและการนำไปใช้จากค่าคะแนนที่ผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนทำการประเมิน ดังนี้

ระดับคะแนน	ความเหมาะสมด้านภาษาและการนำไปใช้
5	มีความเหมาะสม อยู่ในระดับมากที่สุด
4	มีความเหมาะสม อยู่ในระดับมาก
3	มีความเหมาะสม อยู่ในระดับปานกลาง
2	มีความเหมาะสม อยู่ในระดับน้อย
1	มีความเหมาะสม อยู่ในระดับน้อยที่สุด

พิจารณาความเหมาะสมโดยนำค่าคะแนนเฉลี่ย (Mean) มาเทียบกับเกณฑ์การแปลความหมายค่าคะแนนเฉลี่ยความเหมาะสมของแผน โดยทำการหาความกว้างของอันตรภาคชั้นระดับความเหมาะสมของแผน (สุพจน์ อิงอาจ, 2555: 114) ดังนี้

- 4.21-5.00 หมายความว่า แผนมีความเหมาะสมระดับมากที่สุด
- 3.41-4.20 หมายความว่า แผนมีความเหมาะสมระดับมาก
- 2.61-3.40 หมายความว่า แผนมีความเหมาะสมระดับปานกลาง
- 1.81-2.60 หมายความว่า แผนมีความเหมาะสมระดับน้อย
- 1.00-1.80 หมายความว่า แผนมีความเหมาะสมระดับน้อยที่สุด

โดยเลือกกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ และการวัดและประเมินผลกิจกรรมที่มีระดับความเหมาะสมที่อยู่ในระดับปานกลางขึ้นไป หรือกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ และการวัดและประเมินผลกิจกรรมที่มีค่าคะแนนเฉลี่ยตั้งแต่ 3.41 ขึ้นไป(สุพจน์ อิงอาจ, 2555: 115) ซึ่งพบว่า ค่าความเหมาะสมของภาษาและการนำไปใช้ของแผน ด้านมาตรฐานการเรียนรู้สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ สื่อที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินผลการเรียนรู้ และเกณฑ์ในการประเมินผลการเรียนรู้ มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 3.67-4.67 จึงสามารถนำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนได้ ส่วนด้านกิจกรรมการเรียนรู้ มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 3.00-3.33 ซึ่งมีค่าต่ำกว่า 3.41 โดยผู้เชี่ยวชาญมีข้อเสนอแนะซึ่งสรุปได้ 3 ประเด็น ได้แก่ การปรับกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ และการปรับใบความรู้ให้เกิดความสมบูรณ์และเหมาะสมซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. ผู้วิจัยทำการปรับปรุงความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ในกิจกรรมการเรียนรู้ เช่น แผนที่ 1 ปรับคำที่ใช้ให้มีความเหมือนกันทั้งแผน คือ ปรับจากแรงคู่ปฏิกิริยา เป็น แรงกิริยา-แรงปฏิกิริยา เพื่อไม่ให้นักเรียนเกิดความสับสน

2. ผู้วิจัยทำการปรับกิจกรรมศึกษาจากใบความรู้เพียงอย่างเดียวให้มีการศึกษาจากกิจกรรมที่หลากหลาย เช่น แผนที่ 1 ปรับจากการศึกษาใบความรู้เป็นกิจกรรม แรงที่กระทำต่อถุงทราย โดยทำการปรับจากใบความรู้เป็นการทำกิจกรรม ในแผนที่ 1 ถึง 4 และแผนที่ 6 ส่วนแผนที่ 5 ปรับจากการศึกษาใบความรู้เป็นการสาธิตโดยตัวแทนนักเรียน เรื่อง การดันกล่อง 2 กล่องที่วางติดกันบนพื้นลื่น และใช้คำถามกระตุ้นผู้เรียนให้ร่วมกันอภิปรายเพื่อหาสรุปความสัมพันธ์ของปริมาณต่าง ๆ การสาธิต

3. ผู้วิจัยทำการเพิ่มเติมและแก้ไขการเขียนทิศทางและตัวแปรทางฟิสิกส์ที่ระบุในการเขียนแผนภาพ แสดงสถานการณ์ของเนื้อหา นั้น ๆ ในใบความรู้ เช่น ใบความรู้ เรื่อง การออกแรงลากหรือดันวัตถุบนพื้นราบ ปรับเติมสัญลักษณ์ทางฟิสิกส์ ได้แก่ N (แรงปฏิกิริยาดังฉาก) และ mg (น้ำหนัก) และทิศทางของแรงในภาพประกอบทุกภาพให้ครบ

3.1.2 แบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์

แบบวัดเพื่อใช้ในการวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ของนักเรียนก่อนและหลังเรียน มีการดำเนินการแบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอน ได้แก่ การเตรียมการก่อนการสร้างเครื่องมือ การดำเนินการสร้าง การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ การจัดกระทำและวิเคราะห์ข้อมูลการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือรายละเอียด ดังนี้

การเตรียมการก่อนการสร้างเครื่องมือ

1. ศึกษาทบทวนวรรณกรรมและปัญหาจากการจัดการเรียนรู้รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบวัด เพื่อใช้เป็นแนวทางในการสร้างข้อคำถาม

2. เขียนนิยามศัพท์เฉพาะของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ ที่แสดงถึงพฤติกรรมที่บ่งบอกถึงความสามารถดังกล่าวนี้ เพื่อใช้เป็นขอบเขตในการสร้างแบบวัด

3. ศึกษาหัวข้อแนวคิดในรายวิชาฟิสิกส์ที่เกิดข้อบกพร่องในการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา จนส่งผลต่อความเข้าใจในแนวคิด หลักการและเนื่อหารายวิชาและเป็นเนื้อหาที่สามารถแสดงออกซึ่งพฤติกรรมที่บ่งบอกถึงความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ได้ ซึ่งผู้วิจัยพบว่าเรื่องกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน มีเนื้อหาที่เน้นไปในเรื่องของการวิเคราะห์ลักษณะของการออกแรง และการเคลื่อนที่ของวัตถุหลังจากถูกแรงกระทำ ซึ่งมีการนำกฎการเคลื่อนที่นี้ไปประยุกต์ใช้กับการอธิบายลักษณะการออกแรงในลักษณะต่าง ๆ โดยเป็นเนื้อหาที่ค่อนข้างมีความซับซ้อนและต้องใช้ทักษะที่หลากหลายในการดำเนินการแก้สถานการณ์ในโจทย์

ปัญหา ซึ่งนักเรียนมีไม่สามารถแปลสถานการณ์ในโจทย์ปัญหาออกมาให้อยู่ในรูปแบบของแผนภาพและมองความสัมพันธ์ของปริมาณต่าง ๆ ให้อยู่ในรูปแบบของสมการความสัมพันธ์ตามกฎของนิวตันได้ อีกทั้งผลการเรียนรู้ที่คาดหวังของเรื่องนี้มุ่งเน้นไปที่กระบวนการแสดงออกซึ่งความสามารถดังกล่าวนี้ ผู้วิจัยจึงเลือกเรื่อง กฎการเคลื่อนที่ของนิวตันมาใช้ในการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาในงานวิจัยนี้

4. เลือกรูปแบบของเครื่องมือวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ ซึ่งผู้วิจัยได้มีการเลือกใช้แบบวัดอัตราที่เน้นให้นักเรียนอธิบายลักษณะของสถานการณ์ในโจทย์ปัญหาในรูปแบบของแผนภาพ ตัวแปรทางฟิสิกส์ สมการความสัมพันธ์ของปริมาณทางฟิสิกส์ และการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาจนได้คำตอบที่สมบูรณ์

การดำเนินการสร้าง

1. สร้างแบบวัด โดยยึดตามแนวทางกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา ซึ่งนำมาพัฒนาและสร้างข้อคำถามที่กระตุ้นให้ผู้ทดสอบสะท้อนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาออกมา โดยข้อสอบที่สร้างขึ้นเป็นข้อสอบแบบอัตนัย มีเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับเรื่อง กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน ซึ่งต้องใช้หลักการในการแก้สมการทางคณิตศาสตร์ การหาค่าประกอบที่โจทย์กำหนด และการเปลี่ยนโจทย์ให้อยู่ในรูปแบบของแผนภาพ ที่มีแสดงถึงภาพ และสัญลักษณ์ทางฟิสิกส์ จำนวน 6 ข้อ เป็นแบบวัดอัตราสำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ โดยแบบวัดทั้ง 6 ข้อ ครอบคลุมเนื้อหา เรื่อง กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน ดังนี้

1) กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน

2) การประยุกต์ใช้กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน

2.1) การชั่งน้ำหนักในลิฟต์และเครื่องชั่งสปริง

2.2) การออกแรงลากหรือดันวัตถุบนพื้นราบ

2.3) การออกแรงลากหรือดันวัตถุบนพื้นเอียง

2.4) การลากหรือดันวัตถุที่อยู่ติดกัน

2.5) การลากหรือดันวัตถุที่อยู่ติดกัน กรณีมีเชือกผูกระหว่างวัตถุ

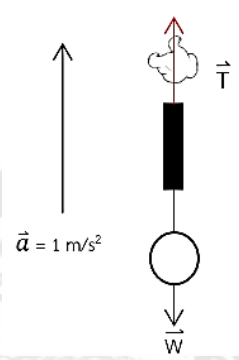
2. สร้างเกณฑ์การให้คะแนนแบบวัด โดยแบบวัดความสามารถนี้เน้นให้ผู้ทำแบบวัดนี้แสดงออกซึ่งพฤติกรรมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอน จนได้คำตอบที่สมบูรณ์โดยเกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์พัฒนามาจากแนวคิดของ ดอคเตอร์ (Docktor, 2015: 25) เป็นเกณฑ์ที่ประเมินจากพฤติกรรมที่

แสดงออกถึงความสามารถของนักเรียน ซึ่งแบบวัด เป็นแบบวัดอัตนัย พฤติกรรมที่แสดงออกถึง ความสามารถดังกล่าวนี้ ของสถานการณ์โจทย์ปัญหาในแต่ละข้อแตกต่างกันไปจึงได้จัดทำเกณฑ์ ในการให้คะแนนแบบวัดแต่ละข้อเพื่อให้ครอบคลุมพฤติกรรมที่ต้องแสดงออกถึงความสามารถใน แต่ละข้อให้ได้มากที่สุด โดยมีรูปแบบของเกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดเป็น ดังตาราง 6

ตาราง 6 ตัวอย่างเกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ ที่พัฒนามาจากแนวคิดของ ดอคค์เตอร์ (Docktor, 2015: 25)

สิ่งที่ประเมิน	ระดับ คะแนน	เกณฑ์คะแนน
1.การทำความเข้าใจ โจทย์ปัญหา โดยผ่านการ วิเคราะห์โจทย์ปัญหา เขียนสิ่งที่ เป็นเงื่อนไขใน โจทย์ปัญหา โดยแปล ข้อความในโจทย์ปัญหา เป็นสัญลักษณ์ทางฟิสิกส์	4	เขียนแปลข้อความสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และระบุสิ่งที่โจทย์ ต้องการทราบเป็นสัญลักษณ์ทางฟิสิกส์ พร้อมระบุหน่วย ได้ ถูกต้องและครบถ้วน โดยสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ ให้ระบุปริมาณ ต่อไปนี้ 1) มวลลูกเหล็ก เท่ากับ 10 กิโลกรัม ($m_{\text{ลูกเหล็ก}} = 10 \text{ kg}$) 2) ความเร่งเครื่องซึ่งสปริงที่มีลูกเหล็ก เท่ากับ 1 เมตรต่อวินาที ² ($\ddot{a}_{\text{เครื่องซึ่งสปริงที่มีลูกเหล็ก}} = 1 \text{ m/s}^2$) และสิ่ง ที่โจทย์ต้องการทราบ คือ ค่าที่อ่านได้จากเครื่องซึ่งสปริงมีค่า เท่าใด ($\vec{T} = ?$)
	3	เขียนแปลข้อความสิ่งที่โจทย์กำหนดให้หรือสิ่งที่โจทย์ต้องการ ทราบ เป็นสัญลักษณ์ทางฟิสิกส์ พร้อมระบุหน่วย ผิดหรือไม่ ครบ 1 จุด
	2	เขียนแปลข้อความสิ่งที่โจทย์กำหนดให้หรือสิ่งที่โจทย์ต้องการ ทราบ เป็นสัญลักษณ์ทางฟิสิกส์ พร้อมระบุหน่วย ผิดหรือไม่ ครบ 2 จุด
	1	เขียนแปลข้อความสิ่งที่โจทย์กำหนดให้หรือสิ่งที่โจทย์ต้องการ ทราบ เป็นสัญลักษณ์ทางฟิสิกส์ พร้อมระบุหน่วย ผิดหรือไม่ ครบมากกว่า 2 จุดขึ้นไป
	0	ไม่เขียนแปลข้อความสิ่งที่โจทย์กำหนดให้หรือสิ่งที่โจทย์ ต้องการทราบ เป็นสัญลักษณ์ทางฟิสิกส์และไม่เขียนระบุหน่วย

ตาราง 6 (ต่อ)

สิ่งที่ประเมิน	ระดับ คะแนน	เกณฑ์คะแนน
2.การเขียนแสดงแผนภาพ พร้อมทั้งระบุขนาดและ ทิศทางของปริมาณทาง ฟิสิกส์ตามสถานการณ์ที่ โจทย์กำหนดได้ เพื่อใช้ในการ ประกอบการแก้โจทย์ ปัญหา	4	วาดแผนภาพแสดงสถานการณ์โจทย์ปัญหาถูกต้อง ได้แก่  1) เครื่องซึ่งสปริงห้อยในแนวดิ่ง 2) ปลายเครื่องซึ่งสปริงมีลูกเหล็ก ห้อยอยู่ 3) เครื่องซึ่งเคลื่อนที่ขึ้น ด้วยความเร่ง พร้อมทั้งเขียนแสดง ทิศทางและขนาดของปริมาณนั้น ได้ถูกต้องครบถ้วน ซึ่งได้แก่ 1) $\vec{a} = 1 \text{ m/s}^2$ 2) ทิศทางของความเร่ง ↑ 3) $\vec{W}$ 4) ทิศทางของน้ำหนัก ↓ 5) $\vec{T}$ 6) ทิศทางของแรง ดึงเชือก ↑
	3	วาดแผนภาพแสดงสถานการณ์โจทย์ปัญหาถูกต้อง พร้อมทั้ง ทั้งเขียนแสดงทิศทางหรือขนาดของปริมาณนั้น ผิดหรือไม่ ครบ 1-2 จุด
	2	วาดแผนภาพแสดงสถานการณ์โจทย์ปัญหา ผิดหรือไม่ ครบ 1 จุด พร้อมทั้งเขียนแสดงทิศทางและขนาดของ ปริมาณนั้น ผิดหรือไม่ครบ 3-4 จุด
	1	วาดแผนภาพแสดงสถานการณ์โจทย์ปัญหา ผิดหรือไม่ ครบ 2 จุด พร้อมทั้งเขียนแสดงทิศทางและขนาดของ ปริมาณนั้น ผิดหรือไม่ครบมากกว่า 4 จุด
	0	ไม่วาดแผนภาพแสดงสถานการณ์โจทย์ปัญหา พร้อมทั้ง ไม่เขียนแสดงทิศทางและขนาดของปริมาณนั้น

ตาราง 6 (ต่อ)

สิ่งที่ประเมิน	ระดับ คะแนน	เกณฑ์คะแนน
3.การหาวิธีการแก้โจทย์ ปัญหา โดยหาหลักการที่ เกี่ยวข้องมาเขียนให้อยู่ใน รูปสมการความสัมพันธ์ของ ตัวแปรทางฟิสิกส์ได้	4	เขียนหลักการที่เกี่ยวข้องและความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล ที่กำหนดให้เป็นสมการได้ถูกต้อง โดยหลักการและสมการ ที่เกี่ยวข้องมีดังนี้ 1) น้ำหนัก 2) สมการ $\vec{W} = m\vec{g}$ 3) กฎข้อ ที่สองของนิวตัน 4) สมการ $\Sigma \vec{F} = m\vec{a}$
	3	เขียนหลักการที่เกี่ยวข้องหรือเขียนความสัมพันธ์ระหว่าง ข้อมูลที่กำหนดให้เป็นสมการ ผิดหรือไม่ครบ 1 จุด
	2	เขียนหลักการที่เกี่ยวข้องหรือเขียนความสัมพันธ์ระหว่าง ข้อมูลที่กำหนดให้เป็นสมการ ผิดหรือไม่ครบ 2 จุด
	1	เขียนหลักการที่เกี่ยวข้องหรือเขียนความสัมพันธ์ระหว่าง ข้อมูลที่กำหนดให้เป็นสมการ ผิดหรือไม่ครบ มากกว่า 2 จุดขึ้นไป
	0	ไม่เขียนหลักการที่เกี่ยวข้อง และไม่เขียนความสัมพันธ์ ระหว่างข้อมูลที่กำหนดให้เป็นสมการ
4.การดำเนินการแก้โจทย์ ปัญหา โดยนำสมการ ความสัมพันธ์ของตัวแปร ทางฟิสิกส์มาดำเนินการ ทางคณิตศาสตร์ จนได้มา ซึ่งคำตอบ	4	เขียนค่าตัวเลขลงตำแหน่งของตัวแปรในสมการได้ถูกต้อง และครบถ้วน ดังนี้ 1) $\vec{W} = m\vec{g}$ แทนค่าตัวเลขจะได้ $\vec{W} = 10(10)$ 2) $\Sigma \vec{F} = m\vec{a}$ แทนค่าสมการและตัวเลขจะ ได้ $\vec{T} - m\vec{g} = m\vec{a}$ และ $\vec{T} - 10(10) = 10(1)$ พร้อมทั้ง ดำเนินการทางคณิตศาสตร์จนได้มาซึ่งคำตอบที่ถูกต้อง
	3	เขียนค่าตัวเลขลงตำแหน่งของตัวแปรในสมการได้ถูกต้อง และครบถ้วน แต่ดำเนินการทางคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง หรือไม่ครบถ้วน จนได้มาซึ่งคำตอบที่ผิด
	2	เขียนค่าตัวเลขลงตำแหน่งของตัวแปรในสมการผิด ตำแหน่งหรือไม่ครบถ้วน 1 จุด พร้อมทั้งดำเนินการทาง คณิตศาสตร์ไม่ถูกต้องหรือไม่ครบถ้วน จนได้มาซึ่งคำตอบ ที่ผิด

ตาราง 6 (ต่อ)

สิ่งที่ประเมิน	ระดับ คะแนน	เกณฑ์คะแนน
	1	เขียนค่าตัวเลขลงตำแหน่งของตัวแปรในสมการผิดตำแหน่งหรือไม่ครบถ้วน 2 จุดขึ้นไป พร้อมทั้งดำเนินการทางคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้องหรือไม่ครบถ้วน จนได้มาซึ่งคำตอบที่ผิด
	0	ไม่เขียนตัวเลขลงตำแหน่งของตัวแปรในสมการ จนไม่สามารถดำเนินการทางคณิตศาสตร์และได้มาซึ่งคำตอบได้
5.การสรุปและตรวจสอบคำตอบ โดยการเขียนสรุปคำตอบพร้อมระบุหน่วยและตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบตามรูปแบบของแต่ละสถานการณ์โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ ได้แก่ การสรุปความสมเหตุสมผลจากการคำนวณค่าย้อนกลับเพื่อดูความเท่ากันของสมการทางคณิตศาสตร์ การหาปริมาณที่โจทย์ต้องการทราบจากการดำเนินการอีกวิธีหนึ่งเพื่อตรวจสอบคำตอบ หรือการวิเคราะห์	4	เขียนสรุปคำตอบและระบุหน่วยได้ถูกต้องและครบถ้วน ได้แก่ ค่าที่อ่านได้จากเครื่องซึ่งสปริงมีค่าเป็น 110 นิวตัน พร้อมทั้งตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบโดยใช้การระบุถึงหลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ในโจทย์ปัญหาและทำการวิเคราะห์ออกมาเพื่อสรุปถึงความสมเหตุสมผลของการได้มาซึ่งคำตอบนั้นๆ ได้ถูกต้องและสมบูรณ์ ดังนี้ เนื่องจากวัตถุเคลื่อนที่ขึ้นเพราะฉะนั้นค่าของแรงดึงในเส้นเชือกต้องมีค่ามากกว่าค่าของน้ำหนักลูกเหล็ก ซึ่งค่าแรงดึงในเส้นเชือกเท่ากับ 110 N และน้ำหนักเท่ากับ 100 N คำตอบมีความสมเหตุสมผลกัน

ตาราง 6 (ต่อ)

สิ่งที่ประเมิน	ระดับ คะแนน	เกณฑ์คะแนน
และระบุถึงความ สมเหตุสมผลของการ เกิดขึ้นในสถานการณ์โจทย์ ปัญหานั้น ๆ	3	เขียนสรุปคำตอบและระบุหน่วยได้ถูกต้อง พร้อมทั้ง ตรวจสอบความสมเหตุสมผลนั้น ๆ ได้ถูกต้องแต่ไม่ สมบูรณ์
	2	เขียนสรุปคำตอบและระบุหน่วยได้ถูกต้อง พร้อมทั้งไม่ ตรวจสอบความสมเหตุสมผล หรือตรวจสอบความ สมเหตุสมผลผิด
	1	เขียนสรุปคำตอบได้ถูกต้องแต่ไม่ระบุหน่วยหรือระบุหน่วย ผิด พร้อมทั้งไม่ตรวจสอบความสมเหตุสมผล หรือ ตรวจสอบความสมเหตุสมผลผิด
	0	ไม่เขียนหรือเขียนสรุปคำตอบและไม่ระบุหน่วย พร้อมทั้ง ไม่ตรวจสอบความสมเหตุสมผล

การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

1. นำแบบวัดให้อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโท ตรวจสอบความ
เหมาะสมของแบบวัดและเกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดและความถูกต้องในการใช้ภาษาของการ
ชี้แจงวิธีการและขั้นตอนในการทำแบบวัดและเกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดโดยอาจารย์ที่ปรึกษา
ปริญญาโท

2. ปรับแก้ไขแบบวัดและเกณฑ์การให้คะแนนตามข้อเสนอแนะของ
อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโทโดยสามารถสรุปข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญา
โทได้ 2 ประเด็น ได้แก่ ข้อคำถามในแบบวัดและความครบถ้วนของเกณฑ์และค่าสัดส่วน
คะแนนของเกณฑ์ในการตรวจแบบวัดซึ่งผู้วิจัยได้ทำการปรับปรุงข้อคำถามของแบบวัดให้เป็น
คำถามที่ส่งเสริมให้นักเรียนแสดงออกซึ่งความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา เช่น ปรับข้อคำถาม
จากคำว่าเขียนหลักการทางฟิสิกส์ที่เกี่ยวข้อง เป็นเขียนหลักการและสมการทางฟิสิกส์ที่เกี่ยวข้อง
และปรับจากข้อคำถามเขียนสมการความสัมพันธ์ของตัวแปรและการคำนวณ โดยปรับข้อคำถาม
ของแบบวัดทั้ง 6 ข้อ ให้มีรูปแบบเดียวกัน และปรับปรุงสัดส่วนคะแนนในการตรวจแบบวัดให้ค่า

คะแนนของการแสดงออกซึ่งความสามารถดังกล่าวนี้ แต่ละด้านให้มีค่าคะแนนที่เท่ากันคือ มีคะแนนเต็ม 4 ในทุกข้อคำถาม รวมไปถึงการปรับข้อคำถามการเขียนตอบแต่ละระดับคะแนนที่นักเรียนจะได้รับเมื่อตอบได้อย่างครอบคลุมข้อความเหล่านั้นให้ครบถ้วนและสมบูรณ์มากที่สุดเช่น ในแบบวัดข้อที่ 1 ข้อคำถามเรื่องการเขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ นักเรียนต้องระบุนายละเอียดดังนี้

- 1) มวลลูกเหล็ก เท่ากับ 10 กิโลกรัม ($m_{\text{ลูกเหล็ก}} = 10 \text{ kg}$)
- 2) ความเร่งเครื่องชั่งสปริงที่มีลูกเหล็ก เท่ากับ 1 เมตรต่อวินาที² ($\vec{a}_{\text{เครื่องชั่งสปริงที่มีลูกเหล็ก}} = 1 \text{ m/s}^2$) และสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบคือ ค่าที่อ่านได้จากเครื่องชั่งสปริงมีค่าเท่าใด ($\vec{T} = ?$)

นักเรียนจะได้รับคะแนนเต็ม 4 คะแนน แต่เมื่อนักเรียนตอบไม่ครบ จะมีคะแนนลดลงไปเหลือ 3 คะแนน หากนักเรียนตอบผิดหรือไม่ครบ 1 จุด โดยคะแนนที่ลดลงมา ขึ้นอยู่กับข้อมูลรายละเอียดที่ต้องระบุให้ถูกต้อง จนได้คะแนนเต็ม 4 คะแนน เช่น โจทย์ปัญหาข้อที่ 6 นักเรียนต้องระบุนายละเอียดดังนี้

- 1) แรงกระทำ เท่ากับ 120 นิวตัน ($\vec{F} = 20 \text{ N}$)
- 2) มวลวัตถุ เท่ากับ 5 กิโลกรัม ($m = 5 \text{ kg}$)
- 3) มวลวัตถุ เท่ากับ 10 กิโลกรัม ($m = 10 \text{ kg}$)
- 4) สัมประสิทธิ์ของความเสียดทานจลน์ เท่ากับ 0.10 ($\mu_k = 0.1$)

และสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ คือ

- 1) ความเร่งของวัตถุ มีค่าเท่ากับเท่าใด ($\vec{a} = ?$)
- 2) แรงตึงในเส้นเชือกมีค่าเท่ากับเท่าใด ($\vec{T} = ?$)

จะมีคะแนนลดลงไปเหลือ 3 คะแนน หากนักเรียนตอบผิดหรือไม่ครบ 1-2 จุด และเมื่อปรับข้อคำถามของการเขียนตอบแต่ละข้อคำถามตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโทจึงนำแบบวัดและเกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดไปตรวจสอบความสอดคล้องกับนิยามศัพท์เฉพาะและความเหมาะสมของรูปแบบการสร้างแบบวัดและเกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดโดยผู้เชี่ยวชาญ

3 ตรวจสอบความสอดคล้องและความเหมาะสมของแบบวัดและเกณฑ์การให้คะแนนแบบวัด โดยนำแบบวัดและเกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดมาสร้างเป็นแบบประเมินความสอดคล้องกับนิยามศัพท์เฉพาะของแบบวัด โดยให้ผู้เชี่ยวชาญที่เป็นผู้ที่มีความเชี่ยวชาญในด้านที่เกี่ยวข้องกับการสอนทางฟิสิกส์ ด้านวิทยาศาสตร์ศึกษาและด้านการวัดและประเมินผล จำนวน 3 ท่าน

4. นำผลจากการตรวจสอบความสอดคล้องมาทำการปรับปรุงข้อคำถามตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ และนำแบบวัดไปทำการทดลองใช้กับนักเรียนจำนวน 40 คน ซึ่งเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เพื่อหาค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดจากการทดสอบด้วยวิธีหาสัมประสิทธิ์แอลฟา (α -Coefficient) โดยใช้สูตรการหาค่าความเชื่อมั่นของครอนบาค (Cronbach) (Thompson, 2016: 6) และทำการหาค่าดัชนีอำนาจจำแนก (Index of Discrimination) ค่าดัชนีความยาก (Index of Difficulty) ใช้เทคนิคร้อยละ 25 ของคะแนนในกลุ่มสูงสุดและกลุ่มต่ำสุด ตามสูตรของวิทนีและซาเบอร์ (Whitney & Sabers, 1970: 199-201)

การจัดกระทำและวิเคราะห์ข้อมูลการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

1. แบบประเมินความสอดคล้องของข้อคำถามกับนิยามศัพท์เฉพาะของงานวิจัย วิเคราะห์โดยใช้การหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Consistency: IOC) จากค่าน้ำหนักคะแนนที่ผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนทำการประเมิน ดังนี้

ระดับคะแนน	ความสอดคล้อง
+1	แน่ใจว่า ข้อคำถามมีความสอดคล้องกับนิยามศัพท์เฉพาะ
0	ไม่แน่ใจว่า ข้อคำถามมีความสอดคล้องกับนิยามศัพท์เฉพาะ
-1	แน่ใจว่า ข้อคำถามไม่มีความสอดคล้องกับนิยามศัพท์เฉพาะ

โดยความสอดคล้อง 0.50 ขึ้นไป (สุพจน์ อิงอาจ, 2555: 115) จึงจะถือว่าข้อคำถามและเกณฑ์การให้คะแนนมีความสอดคล้องกับนิยามศัพท์เฉพาะ โดยพบว่าค่าความสอดคล้อง IOC ที่ได้รับการประเมินแบบวัด จากผู้เชี่ยวชาญมีค่าความสอดคล้องกับนิยามศัพท์เฉพาะเป็น 1.00 ทุกข้อ

2. แบบประเมินความเหมาะสมข้อคำถามของแบบวัดและเกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดกับนิยามศัพท์เฉพาะหาค่าเฉลี่ยของค่าความเหมาะสมในด้านภาษาและการนำไปใช้ จากคะแนนที่ผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนทำการประเมิน ดังนี้

ระดับคะแนน	ความเหมาะสมด้านภาษาและการนำไปใช้
5	มีความเหมาะสม อยู่ในระดับมากที่สุด
4	มีความเหมาะสม อยู่ในระดับมาก
3	มีความเหมาะสม อยู่ในระดับปานกลาง
2	มีความเหมาะสม อยู่ในระดับน้อย
1	มีความเหมาะสม อยู่ในระดับน้อยที่สุด

การพิจารณาความเหมาะสมโดยนำค่าคะแนนเฉลี่ย (Mean) มาเทียบกับเกณฑ์การแปลความความหมายค่าคะแนนเฉลี่ยความเหมาะสมของแบบวัด โดยทำการหาความกว้างของอันตรภาคชั้นแต่ละระดับความเหมาะสมของข้อคำถาม (สุพจน์ อิงอาจ, 2555: 114) ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ดังนี้

มากที่สุด

4.21-5.00 หมายความว่า ข้อคำถามมีความเหมาะสมระดับ

ปานกลาง

3.41-4.20 หมายความว่า ข้อคำถามมีความเหมาะสมระดับมาก

2.61-3.40 หมายความว่า ข้อคำถามมีความเหมาะสมระดับ

น้อยที่สุด

1.81-2.60 หมายความว่า ข้อคำถามมีความเหมาะสมระดับน้อย

1.00-1.80 หมายความว่า ข้อคำถามมีความเหมาะสมระดับ

เลือกข้อคำถามที่มีระดับความเหมาะสมที่อยู่ในระดับปานกลางขึ้นไป หรือข้อคำถามที่มีค่าคะแนนเฉลี่ยตั้งแต่ 3.41 ขึ้นไป (สุพจน์ อิงอาจ, 2555: 115) นำมาใช้ในแบบวัดความสามารถ หากข้อคำถามที่มีคะแนนต่ำกว่า 3.41 หรืออยู่ในระดับปานกลางจนถึงน้อยที่สุด ก็นำไปปรับปรุงในด้านความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ รวมไปถึงการปรับปรุงเกณฑ์การให้คะแนนที่มีค่าความเหมาะสมที่อยู่ในระดับน้อยลงไปถึงน้อยที่สุด โดยแบบวัดมีค่าเฉลี่ยความเหมาะสมด้านภาษาและการนำไปใช้ระหว่าง 4.00 - 4.67 โดยผู้เชี่ยวชาญมีข้อเสนอแนะให้ปรับค่าที่จะทำให้เกิดความสับสนของนักเรียน เช่น ปรับจากคำว่าแรงดัน เป็นแรงผลัก เป็นต้น ส่วนเกณฑ์การให้คะแนนของแบบวัด มีค่าเฉลี่ยความเหมาะสมระหว่าง 4.20 - 4.50 ซึ่งอยู่ในระดับมากถึงมากที่สุด ซึ่งผู้เชี่ยวชาญเสนอแนะให้เพิ่มเติมการเขียนภาพและการใส่สัญลักษณ์ทางฟิสิกส์ให้ถูกต้องและครบถ้วน จากนั้นผู้วิจัยทำการปรับปรุงข้อคำถามของแบบวัด และเกณฑ์การให้คะแนนตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

3. การแปลผลค่าความเชื่อมั่นที่ได้จากการใช้สูตรการหาค่าความเชื่อมั่นของครอนบัค (Cronbach) (Thompson, 2016: 6) โดยการแปลผลค่าความเชื่อมั่นเป็นไปตามเกณฑ์ดังนี้ (Denoël, 2007: 6)

0.00-0.20 ความเชื่อมั่นของแบบวัดต่ำมาก/ไม่มีเลย

0.21-0.40 ความเชื่อมั่นของแบบวัดต่ำ

0.41-0.70 ความเชื่อมั่นของแบบวัดปานกลาง

0.71-1.00 ความเชื่อมั่นของแบบวัดสูง

โดยพบว่าค่าความเชื่อมั่นของแบบวัด มีค่าเท่ากับ 0.83 ซึ่งเป็นความเชื่อมั่นของแบบวัดระดับสูง

4. การแปลผลค่าดัชนีอำนาจจำแนก (Index of Discrimination) และค่าดัชนีความยาก (Index of Difficulty) ใช้เทคนิคร้อยละ 25 ของคะแนนในกลุ่มสูงสุดและกลุ่มต่ำสุด ตามสูตรของวิทนีและซาเบอร์ (Whitney & Sabers, 1970: 199-201) โดยการแปลผลค่าความเชื่อมั่นเป็นไปตามเกณฑ์ดังนี้ (McLachlan, 2004: 37)

- 1) ค่าอำนาจจำแนก (r) จะมีค่ามากกว่า 0.2 ขึ้นไป
- 2) การแปลความหมายค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบกรณีตัวถูกมีเกณฑ์ดังนี้

ค่า r .40 ขึ้นไป หมายความว่า ข้อคำถามจำแนกได้ดีมาก
 .20 - .39 หมายความว่า ข้อคำถามจำแนกพอใช้ แต่ควรปรับปรุงข้อคำถาม

.00 - .19 หมายความว่า จำแนกไม่ดี ไม่ควรใช้ข้อคำถามนี้
 โดยพบว่าค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดรายข้อ อยู่ระหว่าง 0.25-0.63 ซึ่งถือว่าข้อคำถามมีค่าอำนาจจำแนกผู้เรียนอยู่ในระดับพอใช้ถึงดีมาก

ส่วนค่าดัชนีความยาก (Index of Difficulty) ใช้เทคนิคร้อยละ 25 ของคะแนนในกลุ่มสูงสุดและกลุ่มต่ำสุด ตามสูตรของวิทนีและซาเบอร์ (Whitney & Sabers, 1970) มีเกณฑ์ในการแปลผลดัชนีความยาก ดังนี้

ค่าดัชนีความยากอยู่ระหว่าง .20-.80 เป็นข้อคำถามที่ควรเลือกใช้
 ค่าดัชนีความยากน้อยกว่า .20 หมายถึงข้อคำถามยากเกินไป
 ค่าดัชนีความยากมีค่ามากกว่า .80 หมายถึงข้อคำถามง่ายเกินไป
 โดยพบว่าค่าดัชนีความยากของแบบวัดรายข้อ อยู่ระหว่าง 0.23-0.35 ซึ่งถือว่าข้อคำถามของแบบวัดฯ ทั้งฉบับสามารถนำไปใช้กับกลุ่มที่ศึกษาได้ โดยข้อคำถามของแบบวัดทั้ง 6 ข้อนี้ มีแนวโน้มค่อนข้างยาก

3.1.3 แบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

แบบสอบถามความพึงพอใจฯ นี้ จัดทำขึ้นเพื่อสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยาของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยมีขั้นตอนในการสร้าง ดังนี้

การเตรียมการก่อนการสร้างเครื่องมือ

1. ศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ในเรื่องแนวคิด ทฤษฎีและผลการวิจัยและปัจจัยที่ส่งผลต่อการจัดการเรียนรู้ เพื่อทำการ

กำหนดรูปแบบของแบบสอบถาม ข้อคำถาม และด้านในการสอบถามความพึงพอใจ ซึ่งในงานวิจัยนี้เลือกใช้แบบสอบถามรูปแบบมาตราส่วนประมาณค่าของลิเคิร์ท โดยกำหนดด้านในการประเมินดังนี้ ด้านกระบวนการจัดการเรียนรู้ ด้านบรรยากาศการเรียนการสอน ด้านการใช้สื่อการเรียนการสอน และด้านการวัดและประเมินผล

การดำเนินการสร้าง

2. สร้างแบบสอบถามเกี่ยวกับความพึงพอใจในการจัดการเรียนรู้โดยมีรูปแบบของแบบสอบถามเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่าของลิเคิร์ท (Likert Rating Scale) 5 ระดับมี 4 ด้าน ประกอบไปด้วย ด้านกระบวนการจัดการเรียนรู้ ด้านบรรยากาศการเรียนการสอน ด้านการใช้สื่อการเรียนการสอน และด้านการวัดและประเมินผลโดยแต่ละด้านมีข้อคำถามด้านละ 5 ข้อคำถาม รวม 20 ข้อคำถาม

การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

1. นำแบบสอบถามให้อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโททำการตรวจสอบความสอดคล้องของข้อความกับนิยามศัพท์เฉพาะของความพึงพอใจ และความเหมาะสมในด้านภาษาที่ใช้ในแต่ละข้อคำถามและรูปแบบของตารางในการสร้างแบบสอบถาม โดยอาจารย์ปรึกษาปริญญาโทได้ให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการปรับคำที่กำกวม และคำที่ใช้ต่างกันไปควรปรับให้เป็นไปในแนวทางเดียวกัน เช่น ปรับข้อคำถามการจัดการเรียนรู้ที่ครูใช้ทำให้นักเรียนเข้าใจ เนื้อหามากยิ่งขึ้น เป็นการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยาที่ครูใช้ทำให้นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาได้มากยิ่งขึ้น จากนั้นผู้วิจัยทำการปรับปรุงข้อคำถามตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโท

2. ตรวจสอบความสอดคล้องของข้อความกับนิยามศัพท์เฉพาะของความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา และความเหมาะสมในด้านภาษาและการนำไปใช้ โดยผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา และด้านวัดและประเมินผล จำนวน 3 ท่าน

การจัดกระทำและวิเคราะห์ข้อมูลการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

1. แบบประเมินความสอดคล้องของข้อคำถามกับนิยามศัพท์เฉพาะของงานวิจัย วิเคราะห์โดยใช้การหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Consistency: IOC) จากค่าน้ำหนักคะแนนที่ผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนทำการประเมิน ดังนี้

	ระดับคะแนน	ความสอดคล้อง
ศัพท์เฉพาะ	+1	แน่ใจว่า ข้อคำถามมีความสอดคล้องกับนิยาม
	0	ไม่แน่ใจว่า ข้อคำถามมีความสอดคล้องกับนิยาม
	-1	แน่ใจว่า ข้อคำถามไม่มีความสอดคล้องกับนิยาม

โดยความสอดคล้อง 0.50 ขึ้นไป (สุพจน์ อิงอาจ, 2555: 115) จึงจะถือว่าข้อคำถามมีความสอดคล้องกับนิยามศัพท์เฉพาะ โดยพบว่าค่าความสอดคล้อง IOC ที่ได้รับการประเมินแบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา จากผู้เชี่ยวชาญ โดยพบว่าค่าเฉลี่ยความสอดคล้องของแบบสอบถามความพึงพอใจเป็น 1.00 ทุกข้อ

2. แบบประเมินความเหมาะสมข้อคำถามแบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยากับนิยามศัพท์เฉพาะหาค่าเฉลี่ยของค่าความเหมาะสมในด้านภาษาและการนำไปใช้ จากค่าคะแนนที่ผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนทำการประเมิน ดังนี้

ระดับคะแนน	ความเหมาะสมด้านภาษาและการนำไปใช้
5	มีความเหมาะสม อยู่ในระดับมากที่สุด
4	มีความเหมาะสม อยู่ในระดับมาก
3	มีความเหมาะสม อยู่ในระดับปานกลาง
2	มีความเหมาะสม อยู่ในระดับน้อย
1	มีความเหมาะสม อยู่ในระดับน้อยที่สุด

โดยการพิจารณาความเหมาะสมโดยนำค่าคะแนนเฉลี่ย (Mean) มาเทียบกับเกณฑ์การแปลความความหมายค่าคะแนนเฉลี่ยความเหมาะสมของแบบสอบถาม โดยทำการคำนวณหาความกว้างของอันตรภาคชั้นแต่ละระดับความเหมาะสมของข้อคำถาม (สุพจน์ อิงอาจ, 2555: 114) ดังนี้

4.21-5.00 หมายความว่า ข้อคำถามมีความเหมาะสมระดับมากที่สุด

3.41-4.20 หมายความว่า ข้อคำถามมีความเหมาะสมระดับมาก

2.61-3.40 หมายความว่า ข้อคำถามมีความเหมาะสมระดับปานกลาง

1.81-2.60 หมายความว่า ข้อคำถามมีความเหมาะสมระดับน้อย

1.00-1.80 หมายความว่า ข้อคำถามมีความเหมาะสมระดับน้อยที่สุด

โดยเลือกข้อคำถามที่มีระดับความเหมาะสมที่อยู่ในระดับปานกลางขึ้นไป หรือข้อคำถามที่มีค่าคะแนนเฉลี่ยตั้งแต่ 3.41 ขึ้นไป (สุพจน์ อิงอาจ, 2555: 115) นำมาใช้ในแบบสอบถาม หากข้อคำถามที่มีคะแนนต่ำกว่า 3.41 หรืออยู่ในระดับปานกลางลงไปถึงน้อยที่สุดก็นำไปปรับปรุงในด้านความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ โดยผลจากการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญพบว่าแบบสอบถามมีค่าความเหมาะสมอยู่ที่ 5.00 ทุกข้อคำถาม ซึ่งหมายความว่าความเหมาะสมของข้อคำถามอยู่ในระดับมากที่สุดทุกข้อ ดังนั้นแบบสอบถามที่ผู้วิจัยได้สร้างไว้ประกอบด้วย 4 ด้าน ได้แก่ ด้านกระบวนการจัดการเรียนรู้ ด้านบรรยากาศการเรียนรู้ ด้านสื่อการเรียนรู้ และด้านการวัดและประเมินผล แต่ละด้านมีคำถามจำนวน 5 ข้อ รวม 20 ข้อ สามารถนำมาใช้ในแบบสอบถามได้ทุกข้อโดยไม่ได้ตัดข้อใดออก แต่ผู้เชี่ยวชาญมีข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเกี่ยวกับการปรับข้อคำถามให้เน้นเฉพาะเจาะจงไปที่งานวิจัยไม่ควรตั้งข้อคำถามที่กว้างเกินไป ผู้วิจัยจึงมีการเพิ่มเติมข้อคำถามที่ระบุถึงกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยมีความต้องการวัดความพึงพอใจในครั้งนี้ เพื่อให้ข้อคำถามครอบคลุมงานวิจัยของผู้วิจัยมากที่สุด

4. การศึกษานำร่อง

4.1 การศึกษานำร่องก่อนนำเครื่องมือไปใช้จริง

ทางผู้วิจัยนำเครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินวิจัย เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ ที่การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้นตอน โดยแทรกกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา จำนวน 6 แผน แบบวัดและแบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา ไปทดลองใช้กับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนคณิตศาสตร์-วิทยาศาสตร์ โรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดกรุงเทพมหานคร จำนวน 40 คน ที่ได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง โดยคัดเลือกตามลักษณะของกลุ่มที่ศึกษา คือ เป็นห้องเรียนที่ผลความสามารถของนักเรียนโดยในการศึกษานำร่องนี้ผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนรู้ด้วยตนเอง เพื่อทำการตรวจสอบขั้นตอนในการดำเนินการในการจัดการเรียนการสอนว่าเหมาะสมในด้านของเวลา กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อที่ใช้ในการจัดการเรียน การสอนกับกลุ่มทดลอง อีกทั้งศึกษาอุปสรรคในการจัดการเรียนรู้โดยในการศึกษานำร่อง ผู้วิจัยทำการ

ชี้แจงขั้นตอนการดำเนินการแก้ไขปัญหานักเรียนเกิดความเข้าใจก่อนดำเนินการจัดการเรียนรู้ และหลังจากการจัดการเรียนรู้ทำการนำเสนอหน้าชั้นเรียนแบบเป็นกลุ่มเพื่ออภิปรายในเรื่องความเหมาะสมของการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ซึ่งให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นเพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไข โดยปัญหาที่พบในการจัดการเรียนรู้สามารถสรุปได้ 2 ประเด็น ดังนี้

1. เวลาในการจัดการเรียนรู้ ซึ่งแบ่งปัญหาออกเป็น 2 ส่วน คือส่วนของกิจกรรมการเรียนรู้ ที่มีลักษณะเป็นกิจกรรมการทดลอง การสาธิต และกิจกรรมที่ต้องมีการใช้อุปกรณ์ในการทำกิจกรรม จึงต้องใช้เวลานานในการจัดเตรียมอุปกรณ์ และแจกอุปกรณ์กับนักเรียนแต่ละกลุ่ม และส่วนของสถานการณ์โจทย์ปัญหาที่มีความซับซ้อนตามเนื้อหาที่แตกต่างกัน

2. คำถามระหว่างการจัดการเรียนรู้บางคำถามไม่สามารถกระตุ้นให้นักเรียนตอบคำถามและได้คำตอบที่ผู้วิจัยต้องการได้

ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการแก้ไขปัญหาในการจัดการเรียนรู้ มีแนวทางดังนี้

1. ด้านเวลาในการทำกิจกรรมการทดลอง และการสาธิต ผู้วิจัยได้ทำการจัดโต๊ะเรียนเป็นกลุ่มการทดลอง และทำการจัดอุปกรณ์ที่จะต้องใช้ในการทำกิจกรรมวางไว้บนโต๊ะแต่ละกลุ่ม โดยเมื่อถึงขั้นทำกิจกรรมจะให้นักเรียนทำการหยิบอุปกรณ์ออกมาใช้โดยไม่เสียเวลาในการจัดชุดกิจกรรม และการเดินมารับอุปกรณ์จากผู้วิจัยหน้าชั้นเรียน และในส่วนของเวลาในการทำใบงานในแผนที่มีเนื้อหาซับซ้อนจะไม่สามารถใช้เวลาในการทำใบงานได้เท่ากันทุกแผน จึงต้องปรับเวลาให้เหมาะสมกับความซับซ้อนของเนื้อหาในใบงาน

2. ด้านข้อคำถามระหว่างการจัดการเรียนรู้ มีการขยายความของข้อคำถามให้มีความชัดเจน และปรับข้อคำถามจากคำถามปลายเปิด ให้เป็นข้อคำถามที่เจาะจงมากขึ้น เช่น ข้อคำถามเดิม “ความเร่งของเครื่องบินส่งผลต่อค่าน้ำหนักของวัตถุบนเครื่องบินหรือไม่อย่างไร” จะได้คำตอบว่า “ความเร่งส่งผลต่อค่าน้ำหนักของวัตถุบนเครื่องบิน แต่ไม่ได้คำตอบถึงลักษณะที่ความเร่งส่งผลต่อค่าน้ำหนักของวัตถุว่าเป็นอย่างไร” ผู้วิจัยจึงปรับข้อคำถามเป็น “ความเร่งของเครื่องบินส่งผลต่อค่าน้ำหนักของวัตถุบนเครื่องบินหรือไม่ อย่างไร หากพิจารณา 3 กรณี คือ ความเร่งของเครื่องบินเป็นศูนย์ เครื่องบินเคลื่อนที่ขึ้นด้วยความเร่ง และเครื่องบินเคลื่อนที่ลงด้วยความเร่ง” โดยข้อคำถามที่ปรับสามารถส่งเสริมให้นักเรียนตอบคำถามผู้วิจัยได้ตรงตามคำตอบที่ผู้วิจัยตั้งไว้

5. การเก็บรวบรวมข้อมูลวิจัย

5.1 แบบแผนการวิจัย

งานวิจัยในครั้งนี้เป็นงานวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน (Classroom Action Research) 4 ขั้นตอน ตามแนวคิดของ ซูเบอร์และสเคอริท (Zuber & Skeritt, 1992: 130) ได้แก่

ขั้นที่ 1 ขั้นวางแผน

ขั้นที่ 2 ขั้นปฏิบัติการ

ขั้นที่ 3 ขั้นการสังเกต

ขั้นที่ 4 ขั้นการสะท้อน

มีการเก็บข้อมูลทั้งเชิงปริมาณและคุณภาพ ดังนี้

ข้อมูลเชิงปริมาณ มีการวัดและเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางพีสิกส์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ โดยใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา ซึ่งผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนด้วยตนเอง โดยนำแผนไปดำเนินการจัดการเรียนรู้กับกลุ่มนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 เป็นนักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ จำนวน 50 คน เวลาทั้งสิ้น 12 คาบ คาบละ 50 นาที และดำเนินการเก็บข้อมูล ความพึงพอใจ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา

ข้อมูลเชิงคุณภาพ ทำการเก็บข้อมูลจากการสังเกต การสะท้อนจากการทำใบงาน และการสัมภาษณ์กลุ่มที่ศึกษาในเชิงการสนทนา แล้วทำการจดบันทึกไว้ โดยมีการบรรยายจากสิ่งที่ค้นพบ จากการปรับปรุงและพัฒนากิจกรรมการจัดการเรียนรู้ในแต่ละแผน เพื่อให้ได้มาซึ่งแนวปฏิบัติในการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา

โดยนำผลที่ได้จากการวิจัยทั้งสองส่วนมาทำการวิเคราะห์ถึงผลการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางพีสิกส์ของนักเรียน และแนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความสามารถดังกล่าวนี้ และนำมาอภิปรายผลร่วมกันทั้งสองแนวทาง

5.2 ขั้นตอนการดำเนินการนำไปใช้กับกลุ่มที่ศึกษา

ในขั้นตอนนี้เป็นการนำการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยาที่ได้รับการตรวจสอบคุณภาพไปใช้กับกลุ่มที่ศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางพีสิกส์ ซึ่งผู้วิจัยทำการใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยากับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 50 คน ใช้เวลาในการจัดการเรียนการสอน จำนวน 12 คาบ โดยผู้วิจัยทำการจัดการเรียนรู้พร้อมทำการประเมินผลระดับความสามารถด้วยตนเอง โดยมีการเก็บข้อมูลก่อนทำการทดลองใช้กับกลุ่มที่ศึกษา (Pretest) ด้วยแบบวัด

รูปแบบอัตรานัย จำนวน 6 ข้อ เพื่อวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของกลุ่มที่ศึกษา ก่อนทำการใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา ในการส่งเสริมความสามารถของกลุ่มที่ศึกษา จากนั้นทำการดำเนินการตามขั้นตอนของงานวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 ขั้นวางแผน ขั้นที่ 2 ขั้นปฏิบัติการ ขั้นที่ 3 ขั้นการสังเกต ขั้นที่ 4 ขั้นการสะท้อน เพื่อการปรับปรุงและพัฒนากิจกรรมการจัดการเรียนรู้เพื่อให้ได้มาซึ่งแนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับการพัฒนาความสามารถของกลุ่มที่ศึกษา ทั้งหมด 5 ช่วง ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่มีจำนวน 6 แผน ได้แก่ แผนที่ 1 เรื่อง กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน แผนที่ 2 เรื่อง การชั่งน้ำหนักในลิฟต์และเครื่องชั่งสปริง แผนที่ 3 เรื่อง การออกแรงลากหรือดันวัตถุบนพื้นราบ แผนที่ 4 การออกแรงลากหรือดันวัตถุบนพื้นเอียง แผนที่ 5 เรื่อง การลากหรือดันวัตถุที่อยู่ติดกัน แผนที่ 6 เรื่อง การลากหรือดันวัตถุที่อยู่ติดกัน กรณีมีสื่ออุปกรณ์ระหว่างวัตถุมีรายละเอียดในการทดลอง ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นวางแผน เป็นขั้นของการวางแผน ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน และนำปัญหาและอุปสรรคจากการศึกษานำร่องที่ศึกษาเกี่ยวกับปัญหาที่ทำให้นักเรียนไม่สามารถดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์จนได้มาซึ่งคำตอบที่สมบูรณ์ได้ มาทำการวางแผนเพื่อนำมาใช้ในการดำเนินการจัดการเรียนรู้ให้กับกลุ่มนักเรียนที่ต้องการศึกษาผลของการพัฒนาระดับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา

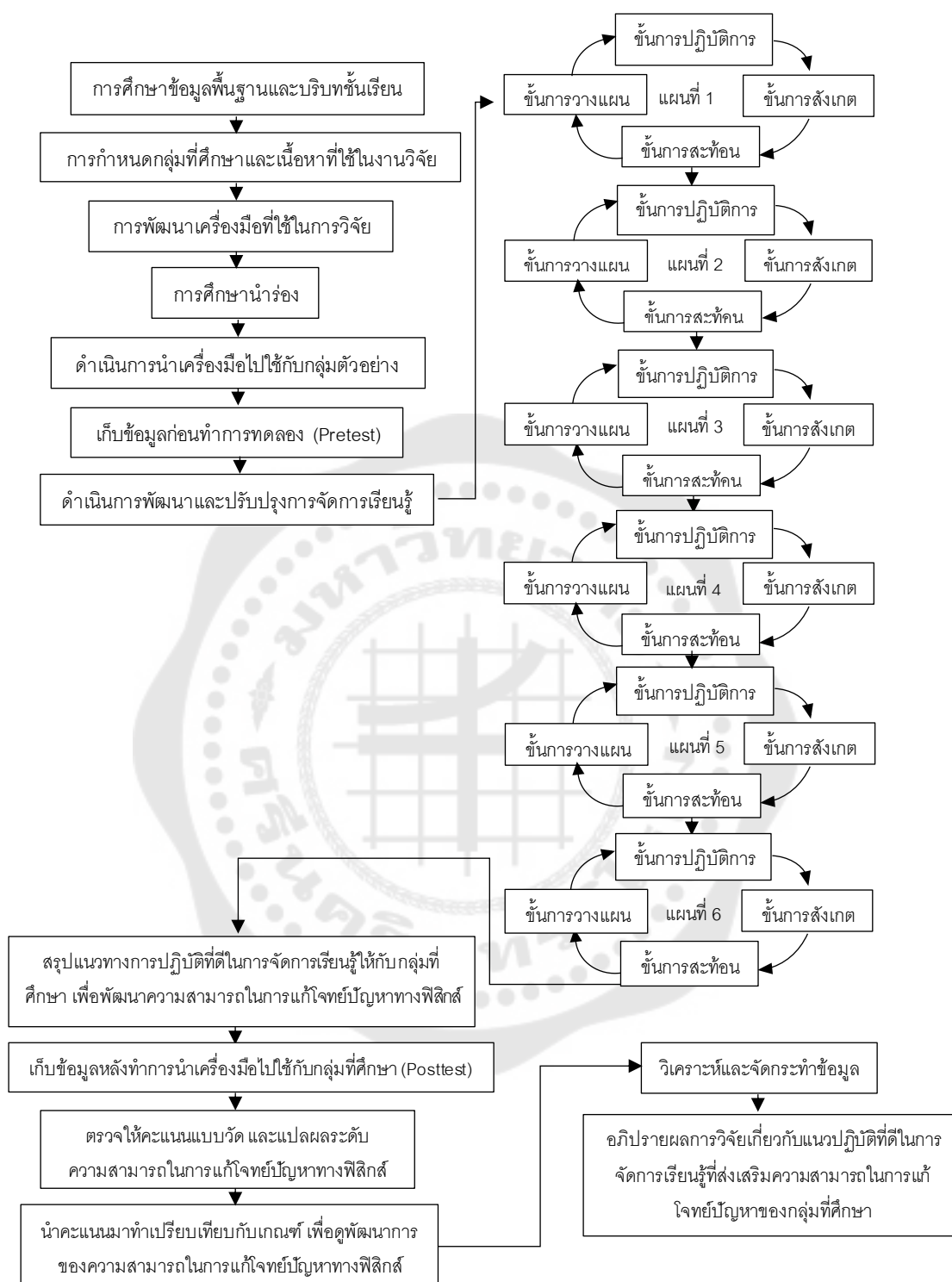
ขั้นที่ 2 ขั้นปฏิบัติการ เป็นขั้นที่นำแผนที่ 1 เรื่อง กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน มาใช้กับกลุ่มนักเรียนที่ต้องการศึกษาผลของการพัฒนาระดับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา โดยผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามที่ได้ออกแบบไว้ในขั้นที่ 1 มีการจัดการเรียนรู้แผนที่ 1 เรื่อง กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน โดยทำการแทรกกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยาในขั้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป และขั้นขยายความรู้ ซึ่งเป็นขั้นที่มีการนำเสนอสถานการณ์โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ โดยจัดการเรียนรู้เป็นเวลา 2 คาบ คาบละ 50 นาที รวม 100 นาที

ขั้นที่ 3 ขั้นการสังเกต ผู้วิจัยทำการสังเกตพฤติกรรมที่นักเรียนแสดงออกถึงการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์โดยใช้แบบสังเกตมาใช้ในการสังเกตพฤติกรรมในการแก้โจทย์ปัญหาที่นักเรียนแสดงออกระหว่างการจัดการเรียนรู้

ขั้นที่ 4 ขั้นการสะท้อน เป็นขั้นของการสะท้อนผลจากการบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ถึงปัญหาและอุปสรรคหลังการจัดการเรียนรู้ของผู้สอน สะท้อนจากใบงาน และสะท้อนผลจากการสัมภาษณ์นักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้เกี่ยวกับปัญหาที่ส่งผลกระทบต่อ การแสดงออกถึงพฤติกรรมในการแก้โจทย์ปัญหา ในส่วนของปัญหาและอุปสรรคในการดำเนินกิจกรรม

การเรียนรู้และผลการสัมภาษณ์นักเรียนเกี่ยวกับปัญหาที่ส่งผลต่อการแสดงออกถึงพฤติกรรม การแก้ไขปัญหาก็จะได้นำผลที่ได้ไปทำการวางแผนเพื่อทำการปรับปรุงกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ ในแผนที่ 2 เรื่อง การชั่งน้ำหนักในลิฟต์และเครื่องชั่งสปริง และดำเนินการขั้นปฏิบัติการ และขั้น สังเกต แล้วจึงนำมาทำการสะท้อนผลอีกครั้งในส่วนที่ได้ทำการแก้ไขและปรับปรุงปัญหาที่เกิดขึ้น จากการจัดการเรียนรู้แผนที่ 1 และสะท้อนปัญหาที่เกิดขึ้นจากการจัดการเรียนรู้แผนที่ 2 เพื่อนำสิ่งที่ได้รับการปรับปรุงแล้วรวมถึงปัญหาที่เกิดขึ้นใหม่ที่จะต้องทำการหาวิธีการดำเนินการแก้ไขเพื่อ ปรับปรุงอีกครั้ง ไปขึ้นแผนในลำดับถัดไป โดยการดำเนินกิจกรรมตามขั้นตอนทั้ง 4 ขั้น ได้แก่ ขั้น วางแผน ขั้นปฏิบัติการ ขั้นสังเกต และขั้นสะท้อนผล ซึ่งจะมีการปรับปรุงลักษณะการดำเนินการ วิจัยในแต่ละแผนไปเรื่อย ๆ จนครบ 6 แผน ในระหว่างดำเนินการทดลองใช้กับกลุ่มที่ศึกษา เพื่อให้ เกิดความเหมาะสมและสามารถพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนได้มี ประสิทธิภาพมากที่สุด ซึ่งสามารถเขียนแผนภาพในการดำเนินการวิจัยได้ดังภาพประกอบ 10





ภาพประกอบ 10 แผนภาพแสดงการดำเนินการวิจัย

โดยหลังจากดำเนินการทดลองใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยาในการจัดการเรียนรู้ เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ของกลุ่มที่ศึกษาผู้วิจัย

ได้ใช้แบบวัดดำเนินการทดสอบหลังการเรียนรู้ (Posttest) กับกลุ่มที่ศึกษาซึ่งใช้แบบวัดที่ฉบับเดียวกับที่วัดก่อนเรียน โดยตรวจโดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยนำคะแนนเฉลี่ยไปแปลระดับความสามารถของนักเรียน เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปทำการวิเคราะห์และอภิปรายผลผลการพัฒนาความสามารถดังกล่าวของกลุ่มที่ศึกษาต่อไป

6. การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล

6.1 การจัดกระทำข้อมูล

ผู้วิจัยได้นำแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ มาตรวจด้วยเกณฑ์ในการให้คะแนนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น พร้อมทั้งทำการรวบรวมแบบสอบถามความพึงพอใจที่ประเมินโดยนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา แบบสังเกตพฤติกรรมในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ใบงาน และบทสัมภาษณ์กลุ่มที่ศึกษาในเชิงการสนทนา แล้วนำคะแนนที่ได้จากแบบวัดฯ ข้อมูลจากแบบสอบถาม แบบสังเกต ใบงาน และบทสัมภาษณ์ไปใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลต่อไป

6.2 การวิเคราะห์ข้อมูล

งานวิจัยนี้มีการวิเคราะห์ข้อมูลทั้งเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพตามความมุ่งหมายของการวิจัย ดังนี้

1. ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา ได้มาจากการตรวจแบบวัดด้วยเกณฑ์การให้คะแนนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น แล้วนำคะแนนมาทำการวิเคราะห์โดยใช้ค่าเฉลี่ยเลขคณิตและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน พร้อมกับนำค่าคะแนนเฉลี่ยมาแปลผลระดับความสามารถตามเกณฑ์ที่ผู้วิจัยพัฒนามาจากแนวคิดของ ดอคเตอร์ (Docktor, 2015: 25) เกริก ศักดิ์สุภาพ (2556: 38) สุจิตรา ศรีสละ (2554: 133) และกัลยา วานิชย์บัญชา (2552: 56)

2. เปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา โดยใช้การทดสอบค่าทีของกลุ่มที่ศึกษาที่ไม่เป็นอิสระกัน (t-test for Dependent Samples) ในการทดสอบสมมติฐานที่เป็นการเปรียบเทียบความสามารถ ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา โดยนำคะแนนก่อนเรียนมาทำการเปรียบเทียบกับคะแนนหลังเรียน และใช้การทดสอบค่าทีแบบทางเดียว (One Sample t-test

แบบ One-Tailed test) ในการทดสอบสมมติฐานในการเปรียบเทียบความสามารถดังกล่าว เมื่อเทียบกับเกณฑ์โดยนำคะแนนหลังเรียนมาทำการเปรียบเทียบกับเกณฑ์

3. แนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของ โพลยาที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ใช้วิธีการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา (Content Analysis) ผ่านการกำหนดรูปแบบของเอกสารหรือหลักฐานที่จะนำมาทำการวิเคราะห์ในงานวิจัย ซึ่งได้แก่ บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้แต่ละแผน แบบสังเกตพฤติกรรมกรรมการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ในชั้นเรียน ใบงาน บันทึกการสัมภาษณ์กลุ่มที่ศึกษาในเชิงการสนทนา โดยจัดระบบการจำแนกคำหรือข้อความเนื้อหาสาระในเอกสารที่เกี่ยวกับการอุปสรรคหรือแนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้ และทำการวิเคราะห์เชื่อมโยงข้อมูลที่ได้จากการปรับปรุงและพัฒนากิจกรรมการจัดการเรียนรู้ในแต่ละแผน พร้อมทำการสรุปบรรยายแนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้ที่จะสามารถเสริมความสามารถดังกล่าวของนักเรียน (เอื้อมพร หลินเจริญ, 2554: 27)

4. ความพึงพอใจของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา ใช้การวิเคราะห์ข้อมูลจากการหาค่าเฉลี่ยของคะแนน และวัดการกระจายค่าคะแนนจากส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระดับความพึงพอใจโดยนำคะแนนเฉลี่ย และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานไปแปลความหมายระดับความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยาในการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์

6.3 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

สถิติที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ ได้แก่

สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพของเครื่องมือ

1. ค่าความสอดคล้อง (Index of Item-Objective Congruence: IOC) ของแบบวัดความสามารถระหว่างข้อคำถามแต่ละข้อกับเนื้อหาเรื่อง กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน และแบบสอบถามความพึงพอใจระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์รายด้านทั้ง 4 ด้าน ได้แก่ ด้านกระบวนการจัดการเรียนรู้ ด้านบรรยากาศการเรียนการสอน ด้านการใช้สื่อการเรียนการสอน และด้านการวัดและประเมินผล (Rovinelli & Hambleton, 1976: 37) สามารถหาได้จากสมการดังนี้

$$IOC = \frac{\sum R}{N} \text{ เมื่อ } \sum R \text{ แทนผลรวมของคะแนนการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ}$$

N แทนจำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2. ค่าดัชนีอำนาจจำแนก (Index of Discrimination) ค่าดัชนีความยาก (Index of Difficulty) ใช้เทคนิคร้อยละ 25 ของคะแนนในกลุ่มสูงสุดและกลุ่มต่ำสุด ตามสูตรของวิทนี และซาเบอร์ (Whitney & Sabers, 1970: 199-201) สามารถหาได้จากสมการ ดังนี้

$$D = \frac{S_U + S_L}{n(X_{\max} - X_{\min})}$$

เมื่อ D แทนดัชนีอำนาจจำแนก

S_U แทนผลรวมของคะแนนกลุ่มเก่ง

S_L แทนผลรวมของคะแนนกลุ่มอ่อน

n แทนจำนวนผู้เข้าสอบของกลุ่มเก่งหรือกลุ่มอ่อน

$X_{\max}$ แทนคะแนนที่นักเรียนทำได้สูงสุด

$X_{\min}$ แทนคะแนนที่นักเรียนทำได้ต่ำสุด

$$P_E = \frac{S_U + S_L - (2nX_{\min})}{2n(X_{\max} - X_{\min})}$$

เมื่อ P_E แทนดัชนีความยาก

S_U แทนผลรวมของคะแนนกลุ่มเก่ง

S_L แทนผลรวมของคะแนนกลุ่มอ่อน

n แทนจำนวนผู้เข้าสอบของกลุ่มเก่งหรือกลุ่มอ่อน

$X_{\max}$ แทนคะแนนที่นักเรียนทำได้สูงสุด

$X_{\min}$ แทนคะแนนที่นักเรียนทำได้ต่ำสุด

3. ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดทั้งฉบับใช้วิธีสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบัค (Cronbach) (Thompson, 2016: 6) สามารถหาได้จากสมการ ดังนี้

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

เมื่อ α แทนความเชื่อมั่นของแบบวัด

K แทนจำนวนข้อคำถามทั้งหมด

$\sum S_i^2$ แทนผลรวมของความแปรปรวนของค่าคะแนนแต่ละข้อ

S^2 แทนความแปรปรวนของคะแนนรวม

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (ล้วน สายยศ, 2522: 170) สามารถหาได้จากสมการ ดังนี้

ค่าเฉลี่ยเลขคณิต

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

เมื่อ $\bar{X}$ แทนค่าเฉลี่ยเลขคณิต

$\sum X$ แทนผลรวมของคะแนนเฉลี่ย

n แทนจำนวนของกลุ่มที่ศึกษา

ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

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

เมื่อ S แทนค่าเฉลี่ยเลขคณิต

$\sum X$ แทนผลรวมของคะแนนเฉลี่ย

$\sum X^2$ แทนผลบวกกำลังสองของคะแนนในกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด

n จำนวนผู้ตอบแบบทดสอบ

2. สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

การทดสอบค่าที สำหรับกลุ่มที่ศึกษาที่ไม่เป็นอิสระกัน (t-test for Dependent Samples) ในการทดสอบสมมติฐานที่เป็นการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา (Ali & Bhaskar, 2016: 666) สามารถหาได้จากสมการ ดังนี้

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

เมื่อ t แทน การทดสอบค่าที

D แทน คะแนนความแตกต่างของการทดสอบก่อนและหลังเรียน
ของแต่ละคู่

n แทน จำนวนกลุ่มที่ศึกษา

df แทน ความเป็นอิสระมีค่าเท่ากับ $n-1$

การทดสอบค่าทีแบบทางเดียว (One Sample t-test แบบ One-Tailed test) ในการทดสอบสมมติฐาน ในการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ เมื่อเทียบกับเกณฑ์ (Ali & Bhaskar, 2016: 664) สามารถหาได้จากสมการ ดังนี้

$$t = \frac{\bar{X} - \mu}{s / \sqrt{n}} ; df = n-1$$

เมื่อ t แทน การทดสอบค่าที

$\bar{X}$ แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนนการทดสอบหลังเรียน

μ แทน คะแนนการทดสอบหลังเรียน

S แทน ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนทดสอบหลังเรียน

n แทน จำนวนกลุ่มที่ศึกษา

df แทน ความเป็นอิสระมีค่าเท่ากับ n-1

7. การดำเนินการด้านจริยธรรมวิจัยในมนุษย์

งานวิจัยเรื่องนี้เป็นงานวิจัยในสาขาวิชา วิทยาศาสตร์ศึกษา ซึ่งต้องมีการดำเนินการศึกษาวิจัยในมนุษย์ จึงมีความจำเป็นต้องระมัดระวังและวางแผนงานวิจัยอย่างละเอียดรอบคอบ โดยในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการเพื่อขอการรับรองโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์ จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ โดยได้รับการรับรองโครงการวิจัยจากคณะกรรมการจริยธรรม ตามหนังสือหมายเลข SWUEC/X/G-109/2562 เมื่อวันที่ 29 พฤษภาคม 2562 (โดยมีนายปิยชาติ บุญเพ็ง กรรมการและเลขานุการคณะกรรมการจริยธรรมสำหรับพิจารณาโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์ และแพทย์หญิงสุรีพร ภัทรสุวรรณ ประธานกรรมการจริยธรรมสำหรับพิจารณาโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์ เป็นผู้ลงนาม ภาคผนวก ข) ทั้งนี้ผู้วิจัยได้จัดทำหนังสือขอความอนุเคราะห์เก็บข้อมูลเพื่อการวิจัยไปยังผู้อำนวยการสถานศึกษาสำหรับการเข้าเก็บข้อมูลวิจัยกับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในระหว่างวันที่ 1 พฤศจิกายน 2562 – 30 เมษายน 2563 และทำการชี้แจงรายละเอียดของงานวิจัยกับผู้เข้าร่วมในงานวิจัยก่อนทำการเก็บข้อมูล พร้อมให้ผู้ปกครองลงนามในหนังสือให้ความยินยอมเข้าร่วมในโครงการวิจัยสำหรับผู้ยินยอมตนให้ทำวิจัยที่มีอายุต่ำกว่า 18 ปี ซึ่งข้อมูลวิจัยที่ได้ผู้วิจัยได้ทำการรักษาสิทธิของกลุ่มตัวอย่าง โดยมีการใช้หมายเลขเป็นตัวแทนของกลุ่มตัวอย่างแต่ละคน เพื่อเป็นการเก็บรักษาข้อมูลส่วนตัว และเปิดเผยเฉพาะผลสรุปการวิจัยเท่านั้น

บทที่ 4

ผลการดำเนินงานวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเพื่อศึกษาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางพีสิคส์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา โดยมีความมุ่งหมายของการวิจัยดังนี้ 1) เพื่อศึกษาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางพีสิคส์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา 2) เพื่อเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางพีสิคส์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา 3) เพื่อเสนอแนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยาที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางพีสิคส์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 และ 4) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา ผู้วิจัยนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล แบ่งออกเป็น 4 ตอน ได้แก่

ตอนที่ 1 ผลการศึกษาศักยภาพในการแก้โจทย์ปัญหาทางพีสิคส์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา

ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางพีสิคส์ของนักเรียน ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา

ตอนที่ 3 แนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยาที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางพีสิคส์ของนักเรียน

ตอนที่ 4 ผลการศึกษาศักยภาพของนักเรียน ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา

ตอนที่ 1 ผลการศึกษาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางพีสิกส์ของนักเรียน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา

ผู้วิจัยวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางพีสิกส์ของนักเรียนทั้งก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ เรื่อง กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน โดยใช้แบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางพีสิกส์ตามกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา โดยนำคะแนนเฉลี่ยที่ได้มาทำการแปลผลระดับความสามารถดังกล่าว ตามเกณฑ์การให้คะแนนพบว่า ก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ นักเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 25.70 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 8.22 ส่วนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ นักเรียนมีค่าเฉลี่ยความสามารถเท่ากับ 42.92 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 15.49 โดยทั้งก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ นักเรียนมีระดับความสามารถในระดับพอใช้ เป็นดังตาราง 7

ตาราง 7 ผลคะแนนและระดับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางพีสิกส์ของนักเรียนก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้

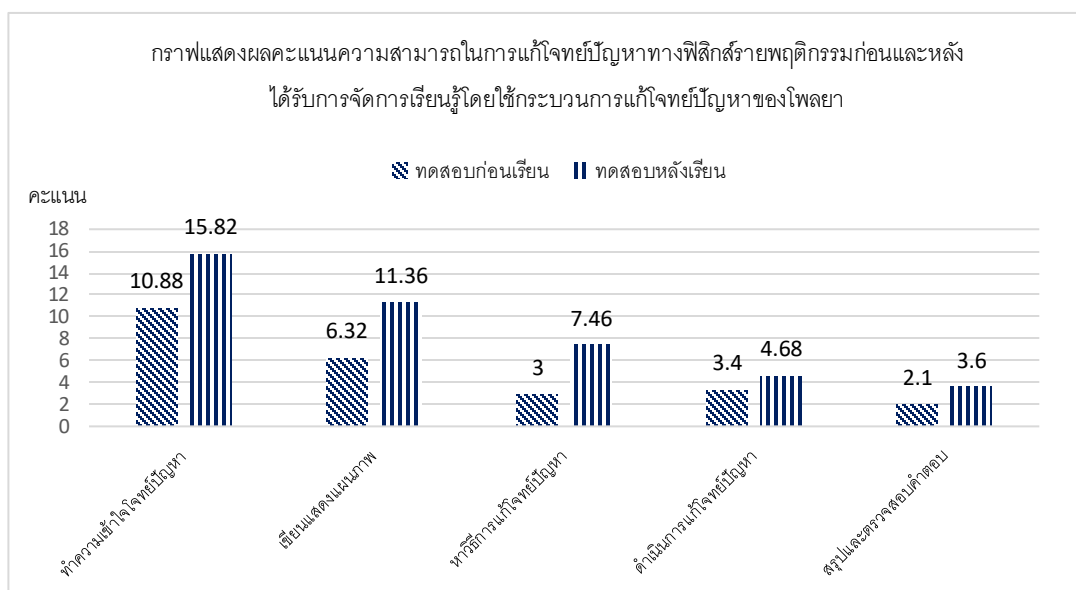
คะแนนความสามารถในการแก้ โจทย์ปัญหาทางพีสิกส์	N	คะแนน เต็ม	max	min	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความสามารถ ในการแก้โจทย์ปัญหา
ก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้	50	120	47	6	25.70	8.21	พอใช้
หลังได้รับการจัดการเรียนรู้	50	120	110	22	42.92	15.49	พอใช้

เมื่อพิจารณาผลคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางพีสิกส์รายพฤติกรรมทั้งก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ จากโจทย์ปัญหา 6 ข้อและแต่ละข้อประกอบด้วย 5 พฤติกรรม พฤติกรรมละ 4 คะแนน รวมคะแนนเต็มแต่ละพฤติกรรมของโจทย์ปัญหาทั้ง 6 ข้อ เป็น 24 คะแนน พบว่า ในองค์ประกอบที่ 1 การทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 15.82 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 4.21 องค์ประกอบที่ 2 การเขียนแสดงแผนภาพ พร้อมทั้งระบุขนาดและทิศทางของปริมาณทางพีสิกส์ตามสถานการณ์ที่กำหนด นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 11.36 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 5.08 องค์ประกอบที่ 3 การหาวิธีการแก้โจทย์ปัญหา นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 7.46 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.41 องค์ประกอบที่ 4 การดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.68 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.82 และองค์ประกอบที่ 5 การสรุปและตรวจสอบคำตอบ นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 3.60 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.76 ดังตาราง 8

ตาราง 8 คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ของผู้เรียนรายพฤติกรรม
ของนักเรียนก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้

พฤติกรรม	N	คะแนนเต็ม	ก่อนเรียน		หลังเรียน	
			$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.
การทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา	50	24	10.88	5.26	15.82	4.21
การเขียนแสดงแผนภาพพร้อมทั้งระบุ ขนาดและทิศทางของปริมาณทาง ฟิสิกส์ตามสถานการณ์ที่โจทย์กำหนด	50	24	6.32	3.41	11.36	5.08
การหาวิธีการแก้โจทย์ปัญหา	50	24	3.00	2.05	7.46	3.41
การดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา	50	24	3.40	1.44	4.68	3.82
การสรุปและตรวจสอบคำตอบ	50	24	2.10	1.84	3.60	3.76
รวม		120	25.70	8.22	42.92	15.49

คะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยาสูงกว่า ก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ทุกพฤติกรรม โดยกราฟแสดงผลคะแนนรายพฤติกรรมของความสามารถดังกล่าว ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา เป็นดังภาพประกอบ 11



ภาพประกอบ 11 กราฟแสดงผลคะแนนรายพฤติกรรมของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา

นอกจากนี้ จากผลคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ของนักเรียนแต่ละคน เมื่อนำมาเทียบกับเกณฑ์ 70% (84 คะแนน) (เอกวิทย์ ดวงแก้ว, 2559: 125) พบว่า ก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ นักเรียนมีคะแนนรวมไม่ผ่านเกณฑ์ทุกคน คิดเป็นร้อยละ 100 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้มีจำนวนนักเรียนที่มีคะแนนรวมผ่านเกณฑ์ จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 4 และมีจำนวนนักเรียนที่มีคะแนนรวมไม่ผ่านเกณฑ์ จำนวน 48 คน คิดเป็นร้อยละ 96 เป็นดังตาราง 9

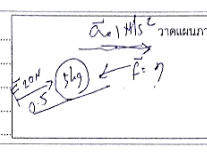
ตาราง 9 จำนวนนักเรียนที่ผ่านและไม่ผ่านเกณฑ์ในการประเมินผลความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา

การได้รับการจัดการเรียนรู้	จำนวนนักเรียน (ร้อยละ)	
	ไม่ผ่านเกณฑ์	ผ่านเกณฑ์
ก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้	50 (100.0)	0 (0)
หลังได้รับการจัดการเรียนรู้	48 (96.0)	2 (4.0)

โดยคำตอบของนักเรียนสะท้อนถึงความสามารถในแต่ละองค์ประกอบ เป็นดังนี้

1. การทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา ก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ นักเรียนส่วนใหญ่ (ร้อยละ 80) สามารถทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา โดยผ่านการวิเคราะห์โจทย์ปัญหา และเขียนสิ่งที่

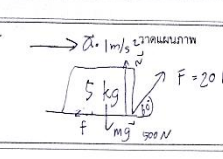
เป็นเงื่อนไขในโจทย์ปัญหาได้ แต่ยังไม่สามารถระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดได้ถูกต้องครบถ้วนแสดง
ตัวอย่างการตอบคำถามของนักเรียนคนที่ 10 ดังภาพประกอบ 12

<u>คำตอบที่นักเรียนตอบ</u> สิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้ วัตถุมวล 5 kg ความเร่ง 1 m/s^2 ถูกกระทำด้วยแรง 20 นิวตัน เบี่ยงทำมุม 60°	2. หากวัตถุมีมวล 5 กิโลกรัม เคลื่อนที่บนพื้นราบด้วยความเร่ง 1 เมตรต่อวินาที โดยวัตถุถูกกระทำด้วยแรง 20 นิวตัน ตั้งเบี่ยงทำมุม 60° องศา กับแนวระดับและพื้นมีแรงเสียดทาน จงหาสัมประสิทธิ์ของแรงเสียดทาน จงระบุคำตอบและข้อคำถามที่แสดงความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาโดยละเอียดที่สุด สิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้ มวลวัตถุ 5 kg ความเร่ง 1 m/s^2 มวลของวัตถุ 20 N เบี่ยงทำมุม 60° สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ นางสาว ศุภมาสิตา วิชาเรียนฟิสิกส์ 	<u>แนวการตอบที่ถูกต้อง</u> สิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้ 1. มวลวัตถุ 5 กิโลกรัม 2. ความเร่ง 1 เมตรต่อวินาที 3. แรงที่กระทำต่อวัตถุ 20 นิวตัน 4. มุมของแรงที่กระทำกับแนวราบ 60° องค์ สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ คือ สัมประสิทธิ์ของแรงเสียดทาน
---	---	---

ภาพประกอบ 12 ตัวอย่างการตอบคำถามของนักเรียนคนที่ 10

ในการแสดงความสามารถด้านการทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา (ก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้)

โดยคะแนนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ นักเรียนส่วนใหญ่ (ร้อยละ 90) สามารถอ่าน
และทำการวิเคราะห์โจทย์ปัญหาและระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้พร้อมกับระบุสิ่งที่โจทย์
ต้องการทราบได้อย่างครบถ้วนมากขึ้น แสดงตัวอย่างการตอบคำถามของนักเรียนคนที่ 13
ดังภาพประกอบ 13

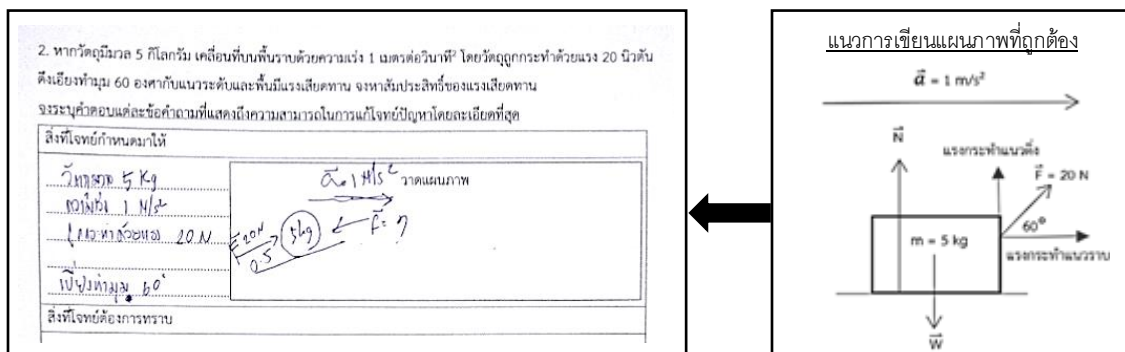
<u>คำตอบที่นักเรียนตอบ</u> สิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้ มวล 5 kg ความเร่ง 1 m/s^2 แรง 20 นิวตัน ทำมุม 60°	2. หากวัตถุมีมวล 5 กิโลกรัม เคลื่อนที่บนพื้นราบด้วยความเร่ง 1 เมตรต่อวินาที โดยวัตถุถูกกระทำด้วยแรง 20 นิวตัน ตั้งเบี่ยงทำมุม 60° องศา กับแนวระดับและพื้นมีแรงเสียดทาน จงหาสัมประสิทธิ์ของแรงเสียดทาน จงระบุคำตอบและข้อคำถามที่แสดงความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาโดยละเอียดที่สุด สิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้ มวล 5 kg ความเร่ง 1 m/s^2 แรง 20 N ทำมุม 60° สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ นางสาว ศุภมาสิตา วิชาเรียนฟิสิกส์ 	<u>แนวการตอบที่ถูกต้อง</u> สิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้ 1. มวลวัตถุ 5 กิโลกรัม 2. ความเร่ง 1 เมตรต่อวินาที 3. แรงที่กระทำต่อวัตถุ 20 นิวตัน 4. มุมของแรงที่กระทำกับแนวราบ 60° องค์ สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ คือ สัมประสิทธิ์ของแรงเสียดทาน
--	---	---

ภาพประกอบ 13 ตัวอย่างการตอบคำถามของนักเรียนคนที่ 13

ในการแสดงความสามารถด้านการทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา (หลังได้รับการจัดการเรียนรู้)

2. การเขียนแสดงแผนภาพ ก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ นักเรียนส่วนใหญ่ (ร้อยละ 88) ไม่สามารถเขียนแผนภาพที่มีการระบุขนาดและทิศทางของปริมาณทางฟิสิกส์ได้ถูกต้องตาม
สถานการณ์ที่โจทย์ปัญหากำหนดได้ รวมไปถึงการแปลข้อความในโจทย์ปัญหาเป็นสัญลักษณ์

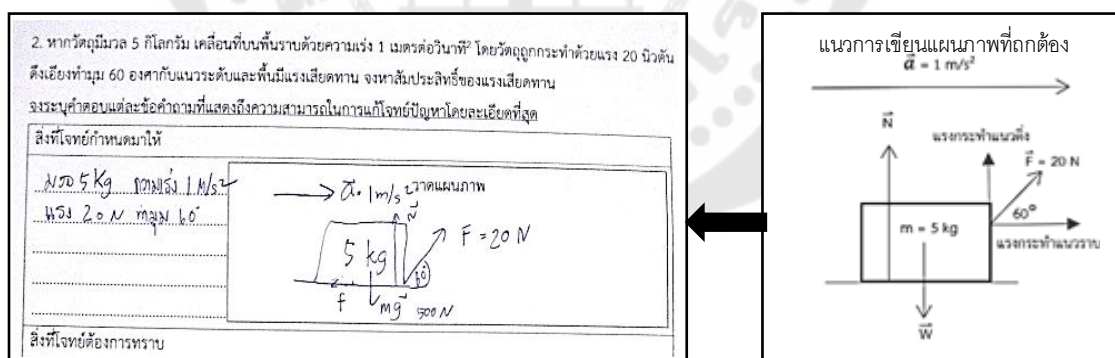
ทางฟิสิกส์เพื่อใช้ในการประกอบการแก้โจทย์ปัญหานักเรียนยังไม่สามารถระบุได้อย่างครบถ้วน แสดงตัวอย่างการตอบคำถามของนักเรียนคนที่ 10 ดังภาพประกอบ 14



ภาพประกอบ 14 ตัวอย่างการตอบคำถามของนักเรียนคนที่ 10

ในการแสดงความสามารถด้านการเขียนแสดงแผนภาพ (ก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้)

หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ นักเรียนมีพัฒนาการเป็นไปในทางที่ดีขึ้น นักเรียน (ร้อยละ 76) มีการเขียนแผนภาพที่มีรายละเอียดแทนสถานการณ์โจทย์ปัญหาได้ และสามารถระบุปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง กับสถานการณ์พร้อมระบุทิศทางได้อย่างถูกต้องเพิ่มมากขึ้น แสดงตัวอย่างการตอบคำถามของนักเรียนคนที่ 13 ดังภาพประกอบ 15



ภาพประกอบ 15 ตัวอย่างการตอบคำถามของนักเรียนคนที่ 13

ในการแสดงความสามารถด้านการเขียนแสดงแผนภาพ (หลังได้รับการจัดการเรียนรู้)

3. การหาวิธีการแก้โจทย์ ก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ นักเรียนส่วนใหญ่ (ร้อยละ 54) สามารถระบุหลักการที่เกี่ยวข้องได้ เช่น นักเรียนสามารถระบุได้ว่า เป็นหลักการกฎของนิวตัน ข้อที่ 2 สมการคือ $\Sigma F = ma$ โดยระบุได้เพียงหลักการที่เป็นหลักเท่านั้น หลักการย่อย ๆ เช่น น้ำหนัก

สมการ คือ $\vec{W} = m\vec{g}$ นักเรียนไม่สามารถระบุได้ แสดงตัวอย่างการตอบคำถามของนักเรียนคนที่ 12 ดังภาพประกอบ 16

คำตอบที่นักเรียนตอบ สิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้ กฎข้อที่ 2 ของนิวตัน $\Sigma \vec{F} = m\vec{a}$	หลักการและสมการทางฟิสิกส์ที่เกี่ยวข้อง กฎข้อที่ 2 ของนิวตัน $\Sigma \vec{F} = m\vec{a}$ แสดงวิธีทำ	แนวการตอบที่ถูกต้อง หลักการและสมการทางฟิสิกส์ที่เกี่ยวข้อง 1. น้ำหนัก 2. สมการ $\vec{W} = m\vec{g}$ 3. กฎข้อที่สองของนิวตัน 4. สมการ $\Sigma \vec{F} = m\vec{a}$
--	--	---

ภาพประกอบ 16 ตัวอย่างการตอบคำถามของนักเรียนคนที่ 12

ในการแสดงความสามารถด้านการหาวิธีการแก้โจทย์ปัญหา (ก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้)

นักเรียนบางส่วน (ร้อยละ 46) ระบุหลักการที่เกี่ยวข้องและเขียนสมการผิด หรือไม่สามารถระบุหลักการและสมการที่เกี่ยวข้องได้เลย แสดงตัวอย่างการตอบคำถามของนักเรียนคนที่ 41 ดังภาพประกอบ 17

คำตอบที่นักเรียนตอบ สิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้ กฎของนิวตัน ข้อที่ 1 $\Sigma \vec{F} = 0$	หลักการและสมการทางฟิสิกส์ที่เกี่ยวข้อง กฎข้อที่ 1 ของนิวตัน $\Sigma \vec{F} = 0$ แสดงวิธีทำ $\Sigma \vec{F} = 0$	แนวการตอบที่ถูกต้อง หลักการและสมการทางฟิสิกส์ที่เกี่ยวข้อง 1. น้ำหนัก 2. สมการ $\vec{W} = m\vec{g}$ 3. กฎข้อที่สองของนิวตัน 4. สมการ $\Sigma \vec{F} = m\vec{a}$
--	--	---

ภาพประกอบ 17 ตัวอย่างการตอบคำถามก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนคนที่ 41

ในการแสดงความสามารถด้านการหาวิธีการแก้โจทย์ปัญหา (ก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้)

นอกจากนี้ หลังได้รับการจัดการเรียนรู้มีนักเรียน (ร้อยละ 82) ที่สามารถระบุหลักการที่เกี่ยวข้องรวมถึงสามารถเขียนสมการได้ แต่อาจยังไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ โดยไม่ระบุหลักการย่อย ๆ เช่น น้ำหนัก เป็นต้น แสดงตัวอย่างการตอบคำถามของนักเรียนคนที่ 8 ดังภาพประกอบ 18

คำตอบที่นักเรียนตอบ หลักการและสมการทางฟิสิกส์ที่เกี่ยวข้อง กฎข้อ 2 นิวตัน $\Sigma \vec{F} = m\vec{a}$	หลักการและสมการทางฟิสิกส์ที่เกี่ยวข้อง กฎข้อ 2 นิวตัน $\Sigma \vec{F} = m\vec{a}$ แสดงวิธีทำ $\Sigma \vec{F} = 0$ $T = 10(1)$ $T = 10$	แนวการตอบที่ถูกต้อง หลักการและสมการทางฟิสิกส์ที่เกี่ยวข้อง - น้ำหนัก - สมการ $\vec{W} = m\vec{g}$ - กฎข้อที่สองของนิวตัน - สมการ $\Sigma \vec{F} = m\vec{a}$
---	--	---

ภาพประกอบ 18 ตัวอย่างการตอบคำถามของนักเรียนคนที่ 8

ในการแสดงความสามารถด้านการหาวิธีการแก้โจทย์ปัญหา (หลังได้รับการจัดการเรียนรู้)

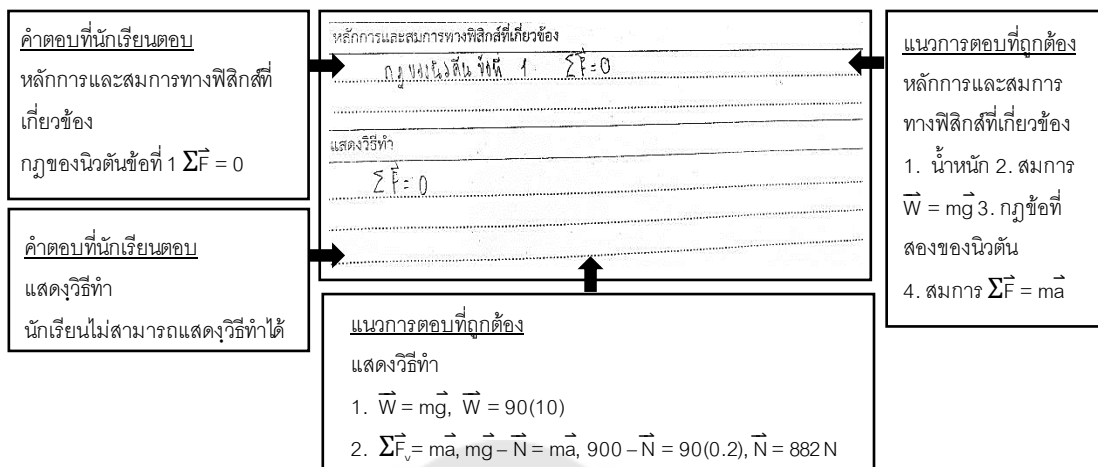
4. การดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา ก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้มีนักเรียน (ร้อยละ 36) ที่สามารถระบุหลักการและสมการที่เกี่ยวข้องได้แต่ไม่ครบถ้วน และไม่สามารถดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาได้ แสดงตัวอย่างการตอบคำถามของนักเรียนคนที่ 42 ดังภาพประกอบ 19

คำตอบที่นักเรียนตอบ หลักการและสมการทางฟิสิกส์ที่เกี่ยวข้อง กฎข้อที่ 2 ของนิวตัน $\Sigma \vec{F} = M\vec{a}$ สมการ แรงเสียดทาน $f = \mu_k N$	หลักการและสมการทางฟิสิกส์ที่เกี่ยวข้อง กฎข้อ 2 นิวตัน $\Sigma \vec{F} = M\vec{a}$ สมการ แรงเสียดทาน $f = \mu_k N$ แสดงวิธีทำ	แนวการตอบที่ถูกต้อง หลักการและสมการทางฟิสิกส์ที่เกี่ยวข้อง - น้ำหนัก - สมการ $\vec{W} = m\vec{g}$ - กฎข้อที่หนึ่งของนิวตัน - สมการ $\Sigma \vec{F} = 0$ - กฎข้อที่สองของนิวตัน - สมการ $\Sigma \vec{F} = m\vec{a}$ - แรงเสียดทาน - สมการ $f_k = \mu_k N$
คำตอบที่นักเรียนตอบ แสดงวิธีทำ นักเรียนไม่สามารถแสดงวิธีทำได้	แนวการตอบที่ถูกต้อง แสดงวิธีทำ $\vec{W} = m\vec{g}$, $\vec{W} = 5(10)$, $\vec{W} = 50 \text{ N}$ $\Sigma \vec{F}_y = 0$, $\vec{N} + \vec{F}\sin 60^\circ = m\vec{g}$, $\vec{N} + 20(1/2) = 5(10)$, $\vec{N} = 40 \text{ N}$ $\Sigma \vec{F}_x = m\vec{a}$, $\vec{F}\cos 60^\circ - f = m\vec{a}$, $20(\sqrt{3}/2) - \mu_k \vec{N} = 5(1)$, $20(\sqrt{3}/2) - \mu_k(40) = 5(1)$, $\mu_k = 0.308$	

ภาพประกอบ 19 ตัวอย่างการตอบคำถามของนักเรียนคนที่ 42

ในการแสดงความสามารถด้านการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา (ก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้)

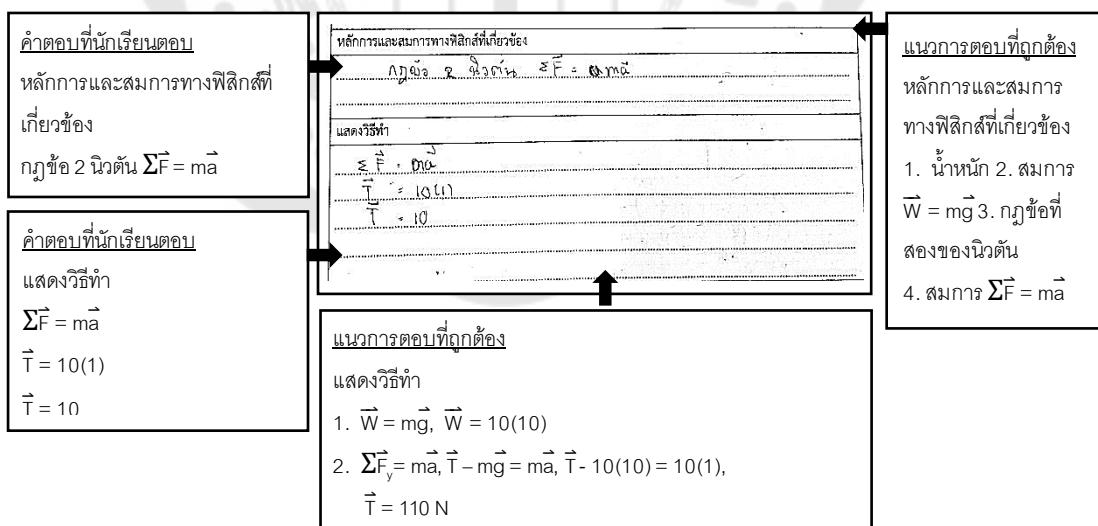
เช่นเดียวกับนักเรียน (ร้อยละ 46) ที่ไม่ได้ระบุหรือระบุถึงหลักการและสมการที่เกี่ยวข้องกับโจทย์ปัญหาไม่ถูกต้องจะไม่สามารถดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาได้ แสดงตัวอย่างการตอบคำถามของนักเรียนคนที่ 5 ดังภาพประกอบ 20



ภาพประกอบ 20 ตัวอย่างการตอบคำถามของนักเรียนคนที่ 5

ในการแสดงความสามารถด้านการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา (ก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้)

นอกจากนี้ จากการศึกษพบว่ามึนักเรียน (ร้อยละ 18) ในกลุ่มที่มีการระบุหลักการและสมการที่เกี่ยวข้องได้ถูกต้องบางส่วน เช่น สามารถระบุสมการที่ใช้ได้แต่ไม่สามารถเขียนเงื่อนไขของแรงลัพธ์ ($\Sigma \vec{F}$) ให้ถูกต้องได้ จะไม่สามารถดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาได้เช่นเดียวกัน แสดงตัวอย่างการตอบคำถามของนักเรียนคนที่ 8 ดังภาพประกอบ 21



ภาพประกอบ 21 ตัวอย่างการตอบคำถามของนักเรียนคนที่ 8

ในการแสดงความสามารถด้านการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา (ก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้)

ส่วนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบ่งนักเรียนเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่ 1 (ร้อยละ 40) เป็นนักเรียนที่สามารถระบุหลักการและสมการที่เกี่ยวข้องได้ถูกต้องเพียงบางส่วนแต่มีความเข้าใจ

ในเงื่อนไขของแรงลัพธ์ ($\Sigma \vec{F}$) จะสามารถดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาและได้คำตอบถูกต้อง แสดงตัวอย่างการตอบคำถามของนักเรียนคนที่ 24 ดังภาพประกอบ 22

คำตอบที่นักเรียนตอบ หลักการและสมการทางฟิสิกส์ที่เกี่ยวข้อง $\Sigma \vec{F}$ (กฎข้อที่ 2 ของนิวตัน)	หลักการและสมการทางฟิสิกส์ที่เกี่ยวข้อง $\Sigma \vec{F}$ (กฎข้อที่ 2 ของนิวตัน) แสดงวิธีทำ <table border="1"> <tr> <td>$T - W = ma$</td> <td>$T - mg = 10(1)$</td> </tr> <tr> <td>$T - 10(10) = 10(1)$</td> <td>$T = 10 + 100 = 110$</td> </tr> </table>	$T - W = ma$	$T - mg = 10(1)$	$T - 10(10) = 10(1)$	$T = 10 + 100 = 110$	แนวการตอบที่ถูกต้อง หลักการและสมการทางฟิสิกส์ที่เกี่ยวข้อง 1. น้ำหนัก 2. สมการ $\vec{W} = m\vec{g}$ 3. กฎข้อที่สองของนิวตัน 4. สมการ $\Sigma \vec{F} = m\vec{a}$
$T - W = ma$	$T - mg = 10(1)$					
$T - 10(10) = 10(1)$	$T = 10 + 100 = 110$					
คำตอบที่นักเรียนตอบ แสดงวิธีทำ $\Sigma \vec{F}$ $T - W = ma$ $T - mg = 10(1)$ $T - 10(10) = 10(1)$ $T = 10 + 100 = 110$	แนวการตอบที่ถูกต้อง แสดงวิธีทำ 1. $\vec{W} = m\vec{g}$, $\vec{W} = 10(10)$ 2. $\Sigma \vec{F}_y = m\vec{a}$, $T - m\vec{g} = m\vec{a}$, $T - 10(10) = 10(1)$, $T = 110 \text{ N}$					

ภาพประกอบ 22 ตัวอย่างการตอบคำถามของนักเรียนคนที่ 24

ในการแสดงความสามารถด้านการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา (หลังได้รับการจัดการเรียนรู้)

และกลุ่มที่ 2 (ร้อยละ 42) เป็นนักเรียนที่สามารถระบุหลักการและสมการที่เกี่ยวข้องได้ถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วนตามหลักการและสมการทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ของโจทย์ปัญหา และนักเรียนกลุ่มนี้ไม่เข้าใจในเงื่อนไขของแรงลัพธ์ ($\Sigma \vec{F}$) จะไม่สามารถดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาและได้คำตอบ แสดงตัวอย่างการตอบคำถามของนักเรียนคนที่ 29 ดังภาพประกอบ 23

คำตอบที่นักเรียนตอบ

หลักการและสมการทางฟิสิกส์ที่เกี่ยวข้อง

กฎของนิวตันข้อที่ 2 $\Sigma \vec{F} = m\vec{a}$

หลักการและสมการทางฟิสิกส์ที่เกี่ยวข้อง

กฎของนิวตันข้อที่ 2 $\Sigma \vec{F} = m\vec{a}$

แสดงวิธีทำ

$\Sigma \vec{F}$ = พลัง	คิดก่อน 1	คิดก่อน 2	คิดรวม	$\Sigma \vec{F} = m\vec{a}$
$\vec{F}_x = 10$	$10 = 3\vec{a}$	$10 = 5\vec{a}$	$10 = 5\vec{a}$	$\vec{F}_{32} = 6$
$\vec{F}_y = 0$	$0 = 0$	$0 = 0$	$0 = 0$	$\vec{F}_{32} = 6$
$\vec{F}_z = 0$	$0 = 0$	$0 = 0$	$0 = 0$	$\vec{F}_{32} = 6$

แนวการตอบที่ถูกต้อง

หลักการและสมการทางฟิสิกส์ที่เกี่ยวข้อง

- กฎข้อที่สองของนิวตัน
- สมการ $\Sigma \vec{F} = m\vec{a}$
- แรงเสียดทานจลน์
- สมการ $\vec{f}_k = \mu_k \vec{N}$

คำตอบที่นักเรียนตอบ

แสดงวิธีทำ

$\Sigma \vec{F} = m\vec{a}$ คิดก่อน 1 คิดก่อน 2 คิดรวม $\Sigma \vec{F} = m\vec{a}$

$10 = 2\vec{a}$ $10 = 3\vec{a}$ $10 = 5\vec{a}$ $\vec{F}_{m1m2} = 5(2)$

$\frac{10}{2} = \vec{a}$ $\frac{10}{3} = \vec{a}$ $\frac{10}{5} = \vec{a}$

$\vec{a} = 5 \text{ m/s}^2$ $\vec{a} = 3.3 \text{ m/s}^2$ $\vec{a} = 2 \text{ m/s}^2$

แนวการตอบที่ถูกต้อง

แสดงวิธีทำ

$\Sigma \vec{F}_x = m\vec{a}$ พิจารณามวล 2 กิโลกรัม

$\vec{F} - \vec{f}_k = m\vec{a}$ $\Sigma \vec{F}_x = m\vec{a}$

$10 - \mu_k \vec{N}_{รวม} = 5(\vec{a})$ $\vec{F} - \vec{F}_{32} - \vec{f}_k = m\vec{a}$

$10 - (0.1)(50) = 5(\vec{a})$ $10 - \vec{F}_{32} - 0.1(2)(10) = 2(1)$

$\vec{a} = 1 \text{ m/s}^2$ $\vec{F}_{32} = 6 \text{ N}$

แนวการตอบที่ถูกต้อง

แสดงวิธีทำ

- $\vec{W} = m\vec{g}$, $\vec{W} = 2(10)$, $\vec{W} = 20 \text{ N}$
- $\Sigma \vec{F}_y = 0$, $\vec{N} - m\vec{g}\cos 30^\circ = 0$
- $\vec{N} - 20(\sqrt{3}/2) = 0$, $\vec{N} = 17.32 \text{ N}$

ภาพประกอบ 23 ตัวอย่างการตอบคำถามของนักเรียนคนที่ 29 ในการแสดงความสามารถด้านการดำเนินการแก้ไขโจทย์ปัญหา (หลังได้รับการจัดการเรียนรู้)

5. การสรุปและตรวจสอบคำตอบ ก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ นักเรียนส่วนใหญ่ (ร้อยละ 82) ละเลยการเขียนสรุปคำตอบ แต่ยังคงมีนักเรียนเขียนคำตอบลงในขั้นตอนการแก้ไขโจทย์ปัญหาแต่ไม่เขียนลงช่องสรุปคำตอบ และนักเรียนส่วนมากจะไม่ดำเนินการตรวจสอบความเป็นเหตุเป็นผลของคำตอบ แสดงตัวอย่างการตอบคำถามของนักเรียนคนที่ 3 ดังภาพประกอบ 24

คำตอบที่นักเรียนตอบ

แสดงวิธีทำ

แรงในแนวราบ แรงในแนวตั้ง

$a\cos 60^\circ = f$ $N\sin 60^\circ = mg$

$(1)\cos 60^\circ = f$ $N\sin 60^\circ = (5)(10)$

$\cos 60^\circ = f$ $N\sin 60^\circ = 50$

แสดงวิธีทำ

แรงแนวราบ แรงแนวตั้ง

$(1)\cos 60^\circ = f$ $N\sin 60^\circ = mg$

$(1)\cos 60^\circ = f$ $N\sin 60^\circ = (5)(10)$

$\cos 60^\circ = f$ $N\sin 60^\circ = 50$

สรุปคำตอบ

ตรวจสอบคำตอบ

แนวการตอบที่ถูกต้อง

แสดงวิธีทำ

- $\vec{W} = m\vec{g}$, $\vec{W} = 2(10)$, $\vec{W} = 20 \text{ N}$
- $\Sigma \vec{F}_y = 0$, $\vec{N} - m\vec{g}\cos 30^\circ = 0$
- $\vec{N} - 20(\sqrt{3}/2) = 0$, $\vec{N} = 17.32 \text{ N}$

คำตอบที่นักเรียนตอบ

สรุปคำตอบ และตรวจสอบคำตอบ

นักเรียนไม่แสดงการเขียนสรุปคำตอบและตรวจสอบคำตอบ

แนวการตอบที่ถูกต้อง

ตรวจสอบคำตอบ คือ

เนื่องจากวัตถุไม่เคลื่อนที่ในแนวตั้งจากพื้นเอียง ทำให้ค่าแรงนี้มีค่าเท่ากับแรงของน้ำหนักที่ถูกแตกแรงในตั้งจากกับพื้นเอียงคือ 17.32 N คำตอบมีความสมเหตุสมผลกัน

แนวการตอบที่ถูกต้อง

สรุปคำตอบ คือ

แรงที่พื้นเอียงกระทำกับวัตถุมีค่าเป็น 17.32 นิวตัน

ภาพประกอบ 24 ตัวอย่างการตอบคำถามของนักเรียนคนที่ 3

ในการแสดงความสามารถด้านการดำเนินการแก้ไขโจทย์ปัญหา (ก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้)

หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ให้นักเรียนส่วนใหญ่ (ร้อยละ 86) สามารถแสดงความสามารถในการเขียนสรุปคำตอบรวมไปถึงการระบุหน่วยของปริมาณนั้น ๆ ได้ แต่เนื่องจากการดำเนินการแก้ไขปัญหามิถูกต้อง คำตอบที่ออกมาจึงไม่ถูกต้อง และส่งผลต่อการตรวจสอบคำตอบที่ได้คำตอบที่ไม่ถูกต้อง แสดงตัวอย่างการตอบคำถามของนักเรียนคนที่ 21 ดังภาพประกอบ 25

คำตอบที่นักเรียนตอบ
แสดงวิธีทำ
 $\Sigma F = ma$
 $T = 10(1) T = 10 \text{ N}$

คำตอบที่นักเรียนตอบ
สรุปคำตอบ
อ่านค่าได้ 10 N
ตรวจสอบคำตอบ
มวล 10 kg ซึ่งสปริงในแนวดิ่ง ด้วย
ความเร่ง 1 m/s^2 จะอ่านค่าได้ 10 N

แนวการตอบที่ถูกต้อง
แสดงวิธีทำ
1. $\vec{W} = m\vec{g}, \vec{W} = 10(10)$
 $\vec{W} = 100 \text{ N}$
2. $\Sigma \vec{F}_y = m\vec{a},$
 $T - m\vec{g} = m\vec{a},$
 $T - 10(10) = 10(1),$
 $T = 110 \text{ N}$

แนวการตอบที่ถูกต้อง
ตรวจสอบคำตอบ คือ
เนื่องจากวัตถุเคลื่อนที่ขึ้น เพราะฉะนั้นค่าของแรงดึงใน
เส้นเชือกต้องมีค่ามากกว่าค่าของน้ำหนักลูกเหล็ก ซึ่ง
ค่าแรงดึงในเส้นเชือกเท่ากับ 110 N และน้ำหนักเท่ากับ
100 N คำตอบมีความสมเหตุสมผลกัน

แนวการตอบที่ถูกต้อง
สรุปคำตอบ คือ
ค่าที่อ่านได้จากเครื่องซึ่งสปริงมีค่า
เป็น 110 นิวตัน

ภาพประกอบ 25 ตัวอย่างการตอบคำถามของนักเรียนคนที่ 21

ในการแสดงความสามารถด้านการดำเนินการแก้ไขปัญห (หลังได้รับการจัดการเรียนรู้)

ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ ของนักเรียน ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหา ของโพลยา

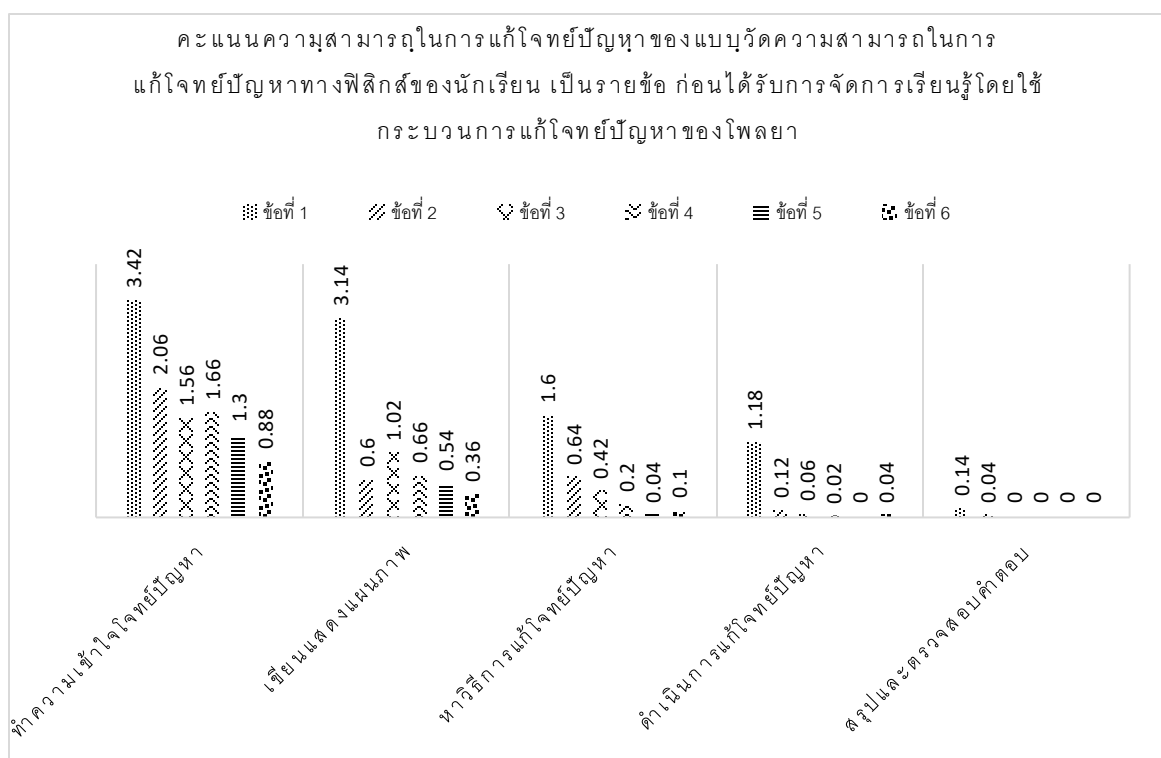
ผู้วิจัยนำคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ของกลุ่มที่ศึกษาก่อนและ
หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา มาเปรียบเทียบโดยใช้
การทดสอบค่าทีของกลุ่มที่ไม่เป็นอิสระกัน (t-test for Dependent Samples) พบว่า
คะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบวัดของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้
มีค่าสูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($t = 9.875,$
 $p = .000$) ผลของการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของความสามารถทั้ง 5 พฤติกรรม พบว่า มีค่าเฉลี่ย
ของคะแนนสูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ดังตาราง 10

ตาราง 10 ผลการเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา

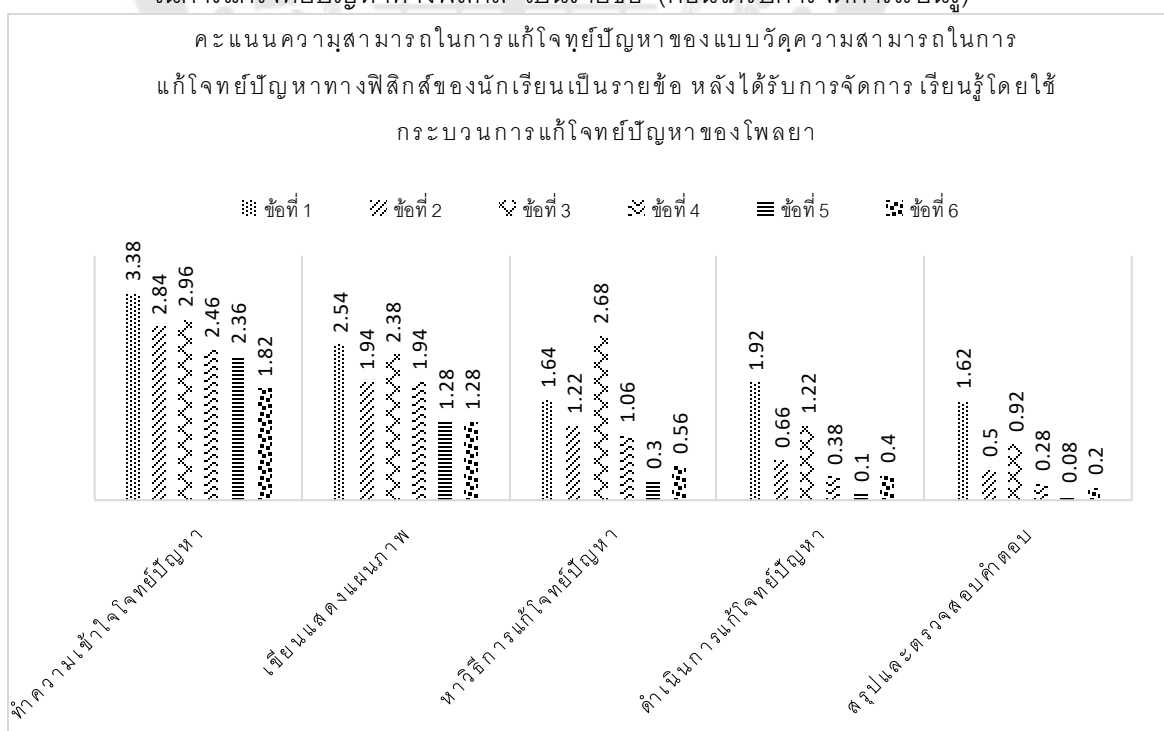
ความสามารถในการแก้โจทย์ ปัญหาทางฟิสิกส์	n	คะแนน เต็ม	ก่อนเรียน		หลังเรียน		t	P
			$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.		
การทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา	50	24	10.88	5.26	15.82	4.21	6.256*	.000
การเขียนแสดงแผนภาพ พร้อม ทั้งระบุขนาดและทิศทางของ ปริมาณทางฟิสิกส์ตาม สถานการณ์ที่โจทย์กำหนด	50	24	6.32	3.41	11.36	5.08	6.624*	.000
การหาวิธีการแก้โจทย์ปัญหา	50	24	3.00	2.05	7.46	3.41	8.196*	.000
การดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา	50	24	3.40	1.44	4.68	3.82	6.351*	.000
การสรุปและตรวจสอบคำตอบ	50	24	2.10	1.84	3.60	3.76	6.420*	.000
ความสามารถในการแก้โจทย์ ปัญหาทางฟิสิกส์โดยภาพรวม	50	120	25.70	8.22	42.92	15.49	9.875*	.000

*p < .05

โดยกราฟ แสดงผลคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เป็นรายข้อ ทั้งก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา เป็นดังภาพประกอบ 26 และภาพประกอบ 27



ภาพประกอบ 26 ผลคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของแบบวัดความสามารถ
ในการแก้โจทย์ปัญหาทางพีสิกส์ เป็นรายข้อ (ก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้)



ภาพประกอบ 27 ผลคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของแบบวัดความสามารถ
ในการแก้โจทย์ปัญหาทางพีสิกส์ เป็นรายข้อ (หลังได้รับการจัดการเรียนรู้)

ผู้วิจัยนำคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ของกลุ่มที่ศึกษาหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา มาทำการเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด โดยใช้การทดสอบค่าทีแบบทางเดียว (One Sample t-test แบบ One-Tailed test) พบว่า คะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบวัด ความสามารถของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้มีค่าต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดคือ 70% ของคะแนนเต็ม (เอกวิทย์ ดวงแก้ว, 2559: 53) ดังตาราง 11

ตาราง 11 ผลการเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยากับเกณฑ์ที่กำหนด

คะแนนความสามารถในการ แก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์	n	คะแนนเต็ม	เกณฑ์ 70%	$\bar{x}$	S.D.	t	P
หลังได้รับการจัดการเรียนรู้	50	120	84	42.92	15.49	-18.749*	.000

*p < .05

ตอนที่ 3 แนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยาที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ของนักเรียน

ผลจากการที่ผู้วิจัยได้ทำการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยากับนักเรียนกลุ่มที่ศึกษา โดยผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลจากการใช้เครื่องมือ ซึ่งได้แก่ บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ถึงปัญหาและอุปสรรคหลังการจัดการเรียนรู้ของผู้สอน การสะท้อนจากใบงานที่ 2 ของแต่ละแผน แบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ แบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สะท้อนผลจากการสัมภาษณ์นักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้เกี่ยวกับปัญหาที่ส่งผลต่อการแสดงออกถึงพฤติกรรมในการแก้โจทย์ปัญหา จากการวิเคราะห์ข้อมูลสามารถกำหนดแนวการปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้ โดยใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา ให้กับนักเรียนกลุ่มนี้ มีดังนี้

แนวปฏิบัติที่ดี 1 สื่อวีดิทัศน์ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ในชีวิตประจำวันหรือกิจกรรมกระตุ้นความสนใจร่วมกับคำถามกระตุ้นความคิดในการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา ส่งผลต่อการแสดงออกถึงความรู้เดิมของนักเรียน

ในการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ ผู้วิจัยพบว่าสื่อวีดิทัศน์ที่แสดงสถานการณ์ในชีวิตประจำวันหรือกิจกรรมกระตุ้นความสนใจ ที่ใช้ร่วมกับคำถามที่มีความชัดเจน และช่วยกระตุ้นความคิดของนักเรียน สามารถช่วยส่งเสริมให้นักเรียนตอบคำถามที่บ่งบอกถึงการแสดงออกโดยใช้ความรู้เดิมของนักเรียนได้ และนำคำตอบของนักเรียนแต่ละคนมาทำการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นร่วมกันระหว่างนักเรียนกับครู เพื่อหาข้อสรุปของคำตอบ ซึ่งหลังการดำเนินการจัดการเรียนรู้ ตามแนวปฏิบัตินี้จะสามารถส่งเสริมให้นักเรียนทำความเข้าใจสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในสื่อวีดิทัศน์ได้ดี ส่งผลต่อการแสดงออกถึงความสามารถดังกล่าวในส่วนของ การทำความเข้าใจโจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ เกี่ยวกับปริมาณที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ในโจทย์ปัญหานั้นได้

ผลการจัดการเรียนรู้ : แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน

ในขั้นสร้างความสนใจ ครูใช้สื่อวีดิทัศน์ในการนำเสนอสถานการณ์ “การแข่งขันมอเตอร์ไซด์ทางเรียบ” เพื่อกระตุ้นความสนใจของนักเรียน เมื่อนักเรียนรับชมวีดิทัศน์เรียบร้อยแล้ว ครูใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนร่วมกันตอบว่า “นักเรียนคิดว่าอะไรบ้างที่จะส่งผลต่อการเคลื่อนที่ของวัตถุ” ซึ่งคำถามนี้ส่งผลต่อคำตอบที่ได้จากนักเรียนโดยได้คำตอบที่ไม่ตรงตามคำตอบที่ครูกำหนดไว้ โดยตัวอย่างคำตอบของนักเรียนคนที่ 6 ตอบว่า รูปทรงของรถ และนักเรียนคนที่ 4 ตอบว่า ท่าทางของผู้ขับขี่รถมอเตอร์ไซด์ จึงมีการปรับคำถามใหม่เป็น “นักเรียนคิดว่าปริมาณใดที่ส่งผลต่อการเคลื่อนที่ของวัตถุ” ผลคือนักเรียนสามารถตอบคำถามได้ตรงประเด็นที่ครูกำหนดเป็นคำตอบมากขึ้น และทำให้ครูทราบความรู้เดิมของนักเรียน เกี่ยวกับปริมาณในสถานการณ์ของวีดิทัศน์ โดยในขั้นนี้คำตอบของนักเรียนที่ได้มาส่วนใหญ่เป็นคำตอบยังไม่ได้คำนึงถึงประเภทของปริมาณนั้น ๆ ซึ่งได้แก่ ปริมาณสเกลาร์ และปริมาณเวกเตอร์ โดยคำตอบที่ได้จากนักเรียน คนที่ 16 คือ น้ำหนักของรถและคนที่ขี่มอเตอร์ไซด์แต่คำตอบที่ได้จากนักเรียน คนที่ 13 คือ มวลของคนที่นั่งบนมอเตอร์ไซด์ และความเร็วของมอเตอร์ไซด์

การสะท้อนความคิด : ผู้วิจัยพบว่าการใช้สื่อวีดิทัศน์แสดงสถานการณ์ในชีวิตประจำวันและคำถามกระตุ้นความคิด สามารถทำให้ครูทราบความรู้เดิมของนักเรียนได้แต่ยังต้องมีการปรับรูปแบบของคำถามที่ใช้ ให้ความชัดเจน ไม่กว้างจนเกินไป เพื่อเป็นการจำกัดแนวการตอบของนักเรียนให้สามารถใช้ความรู้เดิมในการตอบคำถามให้ตรงประเด็นมากยิ่งขึ้น และเมื่อทำการสัมภาษณ์นักเรียนเพิ่มเติม พบว่า โดยส่วนใหญ่ไม่ได้ข้อสรุปว่าคำตอบที่ถูกต้องคืออะไร

เพราะเมื่อครูถามคำถาม แล้วเพื่อนในห้องเรียนบางคนตอบคำถามไปแล้ว นักเรียนคนที่ไม่ได้ตอบ จะไม่สามารถรู้ได้ว่าถึงสิ่งที่เพื่อนตอบไปแล้วว่าเป็นคำตอบใด และสุดท้ายคำตอบไหนที่เป็นคำตอบที่ดีที่สุดของคำถามนี้ จึงรู้สึกไม่ยากให้ความสนใจในชั้นเรียน ดังนั้นในแผนที่ 2 ผู้วิจัยจึงควรต้องทำการปรับการนำเสนอคำตอบของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการนำเสนอคำตอบทั้งชั้นเรียน และครูต้องทำการสรุปคำตอบที่ถูกต้องให้กับนักเรียนหลังจากการที่นักเรียนร่วมกันอภิปรายคำตอบที่เป็นไปได้ ทุกครั้งเพื่อให้นักเรียนเข้าใจถึงคำตอบที่ถูกต้องที่แท้จริง

ผลการจัดการเรียนรู้ : แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การประยุกต์ใช้กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน (การชั่งน้ำหนักในลิฟต์)

ในขั้นสร้างความสนใจครูใช้สื่อวีดิทัศน์จากภาพยนตร์เรื่อง Non-Stop (เที่ยวบินระทึก ยึดเหนือฟ้า) ในการนำเสนอสถานการณ์ “วัตถุที่อยู่บนเครื่องบินที่กำลังเคลื่อนที่ด้วยความเร่ง” โดยนักเรียนมีความสนใจเป็นอย่างมาก เนื่องจากสื่อวีดิทัศน์มีเสียงเพลง มีภาพที่ลุ้นระทึกดึงดูดความสนใจของนักเรียน และเมื่อนักเรียนรับชมวีดิทัศน์เรียบร้อยแล้ว ครูใช้คำถามกระตุ้นให้เกิดการคิดเชื่อมโยงเพื่อนำความรู้เดิมมาใช้ในการทำความเข้าใจสถานการณ์ในวีดิทัศน์ โดยใช้คำถามว่า “ในขณะที่เครื่องบินเหินลงแบบกะทันหัน แล้วส่งผลให้เครื่องบินเคลื่อนที่ด้วยความเร่งค่าหนึ่ง วัตถุที่มีขนาดใหญ่ที่อยู่บนเครื่องบินมีการเคลื่อนที่แบบใด และส่งผลอย่างไรกับน้ำหนักของวัตถุขนาดใหญ่ที่อยู่ในสถานการณ์นี้” คำตอบที่ได้จากนักเรียนคนที่ 28 “คิดว่าน้ำหนักมันเท่าเดิม แต่โดนเครื่องบินเหวี่ยงเลยกลิ้งได้” และคำตอบของนักเรียนคนที่ 27 “มันลอยได้ขึ้นมาได้ น้ำหนักมันจะน้อยกว่าเดิม” โดยในระหว่างที่นักเรียนร่วมกันตอบคำถาม จะทำให้นักเรียนทราบถึงคำตอบที่เป็นไปได้ทั้งหมด และเมื่อนักเรียนร่วมกันแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันเกี่ยวกับคำตอบที่ร่วมกันตอบทั้งชั้นเรียนแล้ว ครูและนักเรียนทำการหาข้อสรุปของคำตอบที่ถูกต้องร่วมกันครูใช้คำถามกระตุ้นความคิดอีกครั้งเพื่อให้นักเรียนร่วมกันแลกเปลี่ยนความคิดเห็นในเรื่องความสัมพันธ์ของความเร่งและน้ำหนักของวัตถุ โดยคำถามที่ใช้แบ่งออกเป็น 2 กรณี ได้แก่ กรณีที่วัตถุอยู่ในระบบที่ไม่มีความเร่ง คือ ระบบไม่เคลื่อนที่ หรือเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว กรณีวัตถุอยู่ในระบบที่มีความเร่ง น้ำหนักของวัตถุเป็นอย่างไร จึงทำให้ได้ตัวอย่างคำตอบจากนักเรียนดังนี้ นักเรียนคนที่ 9 “น้ำหนักของวัตถุจะเปลี่ยน เมื่อระบบเคลื่อนที่ แต่ถ้าระบบไม่มีความเร่ง น้ำหนักจะเท่าเดิม” และคำตอบของนักเรียนคนที่ 19 “ระบบที่ไม่มีความเร่ง น้ำหนักวัตถุเท่าเดิมเหมือนตอนชั่งที่พื้นปกติ แต่ถ้าระบบมีความเร่ง น้ำหนักของวัตถุจะไม่เท่าเดิม เพราะมันอยู่ไม่นิ่ง” ครูและนักเรียนสรุปความสัมพันธ์ของความเร่งของระบบและน้ำหนักของวัตถุที่อยู่ในระบบ ซึ่งการตอบคำถามกระตุ้นความคิดจากการรับชมวีดิทัศน์ในครั้งนี้ นักเรียนสามารถใช้ความรู้เดิมมาเชื่อมโยงกับ

สถานการณ์ในวิถีทัศน์ เพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้ถึงคำตอบที่ได้มา จนสามารถค้นหาคำตอบที่ถูกต้องร่วมกันได้

การสะท้อนความคิด : ผู้วิจัยพบว่า การสอนโดยใช้สื่อวิถีทัศน์แสดงสถานการณ์ในชีวิตประจำวันและคำถามกระตุ้นความคิด พร้อมกับเปิดโอกาสให้เกิดการแลกเปลี่ยนถึงคำตอบที่ได้มา จะสามารถทำให้ครูทราบความรู้เดิมของนักเรียนซึ่งถ้านักเรียนมีความเข้าใจที่ผิด การได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันทั้งชั้นเรียนก็จะช่วยสร้างความเข้าใจที่ถูกต้องให้กับนักเรียนได้ แต่ปัญหาในการร่วมกันตอบคำถามทั้งชั้นเรียนนั้น จะมีเพียงนักเรียนบางกลุ่มที่ร่วมกันตอบคำถามกระตุ้นความคิดเกี่ยวกับสถานการณ์ในวิถีทัศน์ จึงทำการสัมภาษณ์นักเรียนจากกลุ่มนั้นจึงได้คำตอบว่า “เวลาผมตอบคำถามไปส่วนใหญ่ก็เป็นคำตอบที่ผิดเสมอ เลยไม่กล้าตอบ” ดังนั้น ในการจัดการเรียนการสอนครั้งต่อไป ควรหาวิธีการเสริมแรงนักเรียนให้กล้าตอบคำถามมากยิ่งขึ้น โดยแจ้งนักเรียนให้ทราบก่อนตอบคำถามทุกครั้งว่าในการแสดงคำตอบออกมาจะไม่ถือเป็นการนับคะแนนเมื่อตอบคำถามถูกต้อง แต่ถือเป็นการมีส่วนร่วมในชั้นเรียน เพื่อให้ให้นักเรียนกล้าที่จะแสดงความเห็น หรือตอบคำถามในชั้นเรียน

ผลการจัดการเรียนรู้ : แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การประยุกต์ใช้กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน (การออกแรงลากหรือดันวัตถุบนพื้นราบ)

ในชั้นสร้างความสนใจครูใช้สื่อวิถีทัศน์จากภาพยนตร์ “ก๊อตซิลล่า” ในการนำเสนอสถานการณ์ “วัตถุทั้งสองกำลังออกแรงกระทำต่อกัน” ซึ่งวิถีทัศน์สามารถสร้างความสนใจให้กับนักเรียนได้เช่นเคย และเมื่อนักเรียนรับชมวิถีทัศน์เรียบร้อยแล้ว ครูใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายทั้งชั้นเรียนว่า “แรงใดที่เกี่ยวข้องกับเหตุการณ์ในวิถีทัศน์บ้าง” และแจ้งนักเรียนว่า “การแสดงคำตอบออกมาจะไม่ถือเป็นการนับคะแนนเมื่อตอบคำถามถูกต้อง แต่ถือเป็นการมีส่วนร่วมในชั้นเรียน” โดยในครั้งนี้นักเรียนกล้าที่จะตอบคำถามมากขึ้นทำให้ครูได้คำตอบที่หลากหลายมากยิ่งขึ้น จึงต้องใช้เวลาในการอภิปรายค่อนข้างนานขึ้นกว่าเดิมเล็กน้อย ซึ่งตัวอย่างคำตอบของนักเรียนเป็นดังนี้ นักเรียนคนที่ 50 “แรงที่ทั้งสองตัวผลักกัน แรงเสียดทานที่ขา ก๊อตซิลล่าชูดกับพื้นไม่ให้ก๊อตซิลล่าไถล” และคำตอบของนักเรียนคนที่ 48 “น้ำหนักตัวของก๊อตซิลล่ากับแรงผลักของก๊อตซิลล่า”

การสะท้อนความคิด : ผู้วิจัยพบว่าในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การประยุกต์ใช้กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน (การออกแรงลากหรือดันวัตถุบนพื้นราบ) ยังสามารถใช้สื่อวิถีทัศน์แสดงสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน พร้อมกับการใช้คำถามกระตุ้นความคิดเพื่อให้นักเรียนตอบคำถามที่ได้มาจากการใช้ความรู้เดิมในการทำความเข้าใจสถานการณ์ในวิถีทัศน์และนำ

คำตอบมาทำการแลกเปลี่ยนเรียนรู้กันในชั้นเรียน โดยผลที่ได้จากการตอบคำถามจะทำให้ให้นักเรียนได้ทราบถึงปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่กำลังจะต้องทำการศึกษาในแต่ละแผน ซึ่งเป็นอีกความสามารถหนึ่งในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ในชั้นที่ 1 คือ การทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา โดยผู้วิจัยสังเกตเห็นว่า การนำเสนอวีดิทัศน์แสดงสถานการณ์ที่ใกล้เคียงกับสิ่งที่ป็นอยู่ในชีวิตประจำวันของนักเรียนจะช่วยให้นักเรียนแสดงคำตอบที่เกิดจากประสบการณ์ที่นักเรียนเคยพบมา เพื่อเป็นคำตอบในการแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเพื่อนในชั้นเรียน และสร้างความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้องที่สุด เกี่ยวกับสถานการณ์นั้น ๆ ได้เป็นอย่างดี จึงควรใช้วิธีการนี้ในการจัดการเรียนรู้สำหรับแผนที่ 4-6 ต่อไป

ผลการจัดการเรียนรู้ : แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง การประยุกต์ใช้กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน (การลากหรือดันวัตถุที่อยู่ติดกัน)

ในชั้นสร้างความสนใจครูยังคงใช้สื่อวีดิทัศน์นำเสนอสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน เช่นเคย โดยเนื้อหาในบทเรียนนี้เป็นเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับการออกแรงกระทำวัตถุที่อยู่ติดกันดังนั้น ครูจึงสังเกตเห็นถึงการสร้างบรรยากาศในชั้นเรียนที่กระตุ้นความสนใจนักเรียนผ่านการทำกิจกรรมที่มีการเคลื่อนไหวร่างกาย ซึ่งก็คือกิจกรรมเกม Bumper Body ที่ดัดแปลงมาจากสถานการณ์การแข่งขันรถบัมพ์ โดยเป็นสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่วัตถุอยู่ติดกันและมีแรงกระทำระหว่างกัน และทำการตอบคำถามถึงแรงที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ของนักเรียนที่เกิดขึ้นทั้งกรณีที่นักเรียนสามารถออกแรงใช้ให้ลดกันไว้แต่นักเรียนทั้งสองไม่เกิดการเคลื่อนที่หรือกรณีที่นักเรียนเกิดการเคลื่อนที่เมื่อมีนักเรียนคนหนึ่งออกแรงมากกว่า โดยหลังจากทำกิจกรรมเกม ครูจึงใช้วีดิทัศน์ที่แสดงสถานการณ์ในชีวิตประจำวันมาแสดงพร้อมการใช้คำถามกระตุ้นความคิด และแสดงออกถึงความรู้เดิม รวมไปถึงแสดงความเข้าใจถึงสถานการณ์ที่ปฏิบัติในกิจกรรมเกม และการศึกษาจากสถานการณ์ในวีดิทัศน์ สถานการณ์ที่เกิดขึ้น โดยนักเรียนให้ความร่วมมือกับการปฏิบัติกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ ในส่วนของเกม และการรับชมวีดิทัศน์พร้อมตอบคำถามเป็นอย่างดี และเมื่อทำการสัมภาษณ์นักเรียนเกี่ยวกับความรู้สึกหลังจากได้รับการเรียนรู้ ได้รับคำตอบจากนักเรียนเป็นดังนี้ นักเรียนคนที่ 3 “ชอบกิจกรรมเกมครับ ผมตลกเพื่อนตอนเขาไหลด์ันแล้วเพื่อนไม่ยับอะ ตลกครับ แล้วตอนที่ผมไปเล่นจริง ๆ ผมรู้เลยว่ายากมากรู้สึกเลยว่าแรงเพื่อนที่ดันมาต้านยากครับ” นักเรียนคนที่ 23 “เกมสนุกครับ ตอนแรกก็ยังไม่รู้เรื่องแรงที่มีหลายแรงมาก แต่พอได้ดูคลิป แล้วก็ตอบคำถามไปเรื่อย ๆ ก็เข้าใจครับว่าแรงมีกี่แรง ทิศทางเป็นยังไงอะครับ”

การสะท้อนความคิด : ผู้วิจัยพบว่าในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง การประยุกต์ใช้กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน (การลากหรือดันวัตถุที่อยู่ติดกัน) ที่มีการใช้กิจกรรมเกมเพื่อ

กระตุ้นความสนใจของนักเรียน ให้นักเรียนมีการใช้ส่วนประกอบของร่างกายในการปฏิบัติกิจกรรม โดยไม่ต้องใช้อุปกรณ์อื่น ๆ ในการเล่นเกม สร้างความสนุกสนานให้กับนักเรียนเป็นอย่างมาก อีกทั้งยังเป็นการสร้างการมีปฏิสัมพันธ์ และสร้างความคุ้นเคยระหว่างครูกับนักเรียนทำให้นักเรียนกล้าที่จะตอบคำถาม ให้ความร่วมมือกับการทำกิจกรรมการเรียนรู้ต่อไปเป็นอย่างดี และยังคงมีการใช้สื่อวีดิทัศน์แสดงสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน พร้อมคำถามกระตุ้นความคิด เช่นเดิม ซึ่งสามารถสร้างบรรยากาศในชั้นเรียนให้นักเรียนกล้าที่จะแสดงออกถึงความรู้เดิม ผ่านการตอบคำถามเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้กันทั้งชั้นเรียน เพื่อให้ได้มาซึ่งองค์ความรู้ ที่จะสามารถนำไปใช้เป็นพื้นฐานความรู้ในบทเรียนต่อไปได้ ซึ่งการตอบคำถามจะทำให้นักเรียนสามารถทำความเข้าใจถึงปริมาณ หรือเงื่อนไขต่าง ๆ ที่ระบุในสถานการณ์ที่ทำการกิจกรรมหรือศึกษาจากวีดิทัศน์นั้น ถือเป็นอีกความสามารถหนึ่งในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ในชั้นที่ 1 คือ การทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา โดยผู้วิจัยสังเกตเห็นว่า การนำสื่อวีดิทัศน์แสดงสถานการณ์ที่ใกล้เคียงกับสิ่งที่อยู่ในชีวิตประจำวันของนักเรียนจะส่งเสริมให้นักเรียนแสดงคำตอบที่เกิดจากประสบการณ์ที่นักเรียนเคยพบมาเพื่อเป็นคำตอบในการร่วมอภิปรายทั้งชั้นเรียนและสร้างความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้องที่สุด เกี่ยวกับสถานการณ์นั้น ๆ ได้เป็นอย่างดีจึงควรใช้วิธีการนี้ในการจัดการสอนสำหรับแผนที่ 6 ต่อไป ส่วนกิจกรรมเกมนั้นไม่เหมาะกับการนำไปใช้กับแผนที่ 6 เพราะสถานการณ์ในแผนที่ 6 อาจต้องมีการใช้อุปกรณ์ร่วมด้วยอาจทำให้เกิดการเสียเวลาไปกับการเตรียมอุปกรณ์ และชี้แจงการใช้ อุปกรณ์

แนวปฏิบัติที่ดี 2 การใช้กิจกรรมการทดลองในการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยาพร้อมกับคำถามท้าทายกิจกรรมส่งเสริมการวาดภาพและระบุปริมาณต่าง ๆ ที่มีความสัมพันธ์กับสถานการณ์โจทย์ปัญหาได้

ในชั้นสำรวจและค้นหาของการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา นักเรียนมีความกระตือรือร้นต่อการทำกิจกรรมการทดลองเป็นอย่างมาก โดยเป็นกิจกรรมที่นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงในการสร้างสถานการณ์จำลองขึ้นตามเงื่อนไขต่าง ๆ ผ่านการทำกิจกรรมกลุ่มที่มีการแบ่งหน้าที่การทำงานอย่างชัดเจน พร้อมทั้งใช้คำถามท้าทายกิจกรรม ที่กระตุ้นการเขียนแสดงภาพเกี่ยวข้องกับสถานการณ์ในคำถาม และวาดภาพสถานการณ์พร้อมระบุปริมาณที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ในโจทย์ปัญหา รวมไปถึงมีการใช้ข้อความกระตุ้นท้าทายการทำกิจกรรมการทดลอง ที่กระตุ้นการเขียนแสดงภาพเกี่ยวข้องกับสถานการณ์ในคำถามแต่ละข้อ โดยกิจกรรมนี้ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ในส่วนของคุณลักษณะของสถานการณ์ที่กำหนดในกิจกรรมและความสัมพันธ์ของปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมได้

ผลการจัดการเรียนรู้ : แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน

ในการจัดการเรียนการสอนขั้นสำรวจและค้นหา ครูใช้กิจกรรมการทดลอง เรื่อง แรงที่กระทำต่อถุงทราย ผ่านกิจกรรมกลุ่ม ซึ่งครูมอบหมายให้นักเรียนทำการแบ่งกลุ่ม และส่งตัวแทนกลุ่มเดินมารับอุปกรณ์หน้าชั้นเรียน โดยนักเรียนใช้เวลาในการเดินมารับและนำอุปกรณ์กลับไปกลุ่ม เนื่องจากมีการนำอุปกรณ์ไปแะเล่นกับเพื่อนกลุ่มอื่น และเมื่อครูมีความต้องการในการแนะนำอุปกรณ์ก่อนทำการกิจกรรม นักเรียนจะให้ความสนใจกับอุปกรณ์ที่ได้ไปและนำไปใช้ด้วยวิธีการที่ผิด เช่น การนำถุงทรายไปโยนเล่น หรือโยนใส่เพื่อน และการนำเชือกไปผูกกระเป๋าเพื่อน ทำให้การแนะนำการใช้อุปกรณ์เป็นไปได้ยาก แต่เมื่อครูให้นักเรียนลงมือทำกิจกรรมตามขั้นตอนที่ระบุไว้ในใบกิจกรรม เรื่อง กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน นักเรียนก็สามารถทำตามได้เป็นอย่างดี ครูเป็นผู้คอยให้คำแนะนำและสังเกตนักเรียนในระหว่างทำกิจกรรมซึ่งพบว่า มีบางกลุ่มที่สมาชิกในกลุ่มไม่ได้ทำกิจกรรมครบทุกคน มีเพียง 1-2 คนที่ลงมือทำกิจกรรม และบันทึกผลกิจกรรมหรือตอบคำถามท้ายกิจกรรม ส่วนสมาชิกที่เหลือจะไม่มีส่วนร่วมในกิจกรรม โดยมีนักเรียนนั่งเล่นโทรศัพท์มือถือ และนั่งรอจนกว่าเพื่อนจะทำกิจกรรมพร้อมตอบคำถามท้ายกิจกรรมเรียบร้อยแล้ว จึงย้ายไปกิจกรรมของเพื่อนมาดูว่าเป็นอย่างไร และเมื่อกิจกรรมการทดลองเสร็จสิ้น ครูจัดการเรียนรู้ในขั้นต่อไปคือขั้นอธิบายและลงข้อสรุป โดยเมื่อให้นักเรียนร่วมกันทำใบงานพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถวาดภาพแสดงสถานการณ์ในโจทย์ปัญหา และระบุปริมาณที่เกี่ยวข้องได้ มีนักเรียนที่ทำการทดลอง สรุปผลการทดลอง และตอบคำถามท้ายการทดลองด้วยตนเอง ที่สามารถแสดงการวาดภาพสถานการณ์ในโจทย์ปัญหา และระบุปริมาณที่เกี่ยวข้องได้เพียงบางส่วน ถึงแม้สถานการณ์ในโจทย์ปัญหาจะคล้ายคลึงกับการทดลองที่นักเรียนเคยลงมือปฏิบัติก็ตาม

การสะท้อนความคิด : ผู้วิจัยพบว่าการใช้กิจกรรมการทดลอง สามารถใช้ในการส่งเสริมให้นักเรียน เข้าใจสถานการณ์ของการทำกิจกรรมได้ เมื่อสังเกตจากการ สรุปผลการทดลอง และการตอบคำถามท้ายกิจกรรม โดยเป็นคำถามที่ให้ระบุถึงปริมาณต่าง ๆ ในสถานการณ์จำลองของกิจกรรมการทดลอง แต่เมื่อทำการทดสอบด้วยการทำโจทย์ปัญหาในใบงาน จะพบว่า มีเพียงนักเรียนบางส่วนที่ร่วมกิจกรรมการทดลองอย่างครบถ้วนด้วยตนเองที่สามารถวาดภาพ และระบุถึงปริมาณที่เกี่ยวข้องกับแสดงสถานการณ์ในโจทย์ปัญหาได้ แต่ยังไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ ส่วนนักเรียนที่ไม่ได้สนใจในการร่วมกิจกรรม จะไม่สามารถวาดภาพและระบุถึงปริมาณในโจทย์ปัญหาได้เลย ซึ่งอาจเป็นเพราะการทำกิจกรรมการทดลองสมาชิกแต่ละคนในกลุ่มไม่ทำการแบ่งหน้าที่กันให้เกิดความชัดเจนจึงมีเพียงสมาชิกเพียงบางคนที่ทำกิจกรรม และบางคนที่ไม่สนใจในกิจกรรมที่เพื่อนกำลังทำตามขั้นตอนที่ระบุไว้ในใบกิจกรรม อีกทั้งมีการใช้เวลา

ค่อนข้างมากในการจัดเตรียมอุปกรณ์ วัสดุอุปกรณ์ และปฏิบัติกิจกรรมให้สำเร็จพร้อมตอบคำถาม ทำกิจกรรม และเมื่อครูทำการสัมภาษณ์นักเรียนคนที่ไม่ให้ความสนใจกับการทำกิจกรรมจำนวน 2 คน ได้คำตอบจากนักเรียนคนที่ 39 ว่า “เพื่อนเค้าอยากทำครับ ผมเลยขอนั่งดู” และนักเรียนคนที่ 29 ให้คำตอบว่า “ของมันน้อย ที่บ้านก็ก็มีชุดเดียวครับ ผมไม่รู้จะทำอะไร คนมันเยอะ” ดังนั้นครูต้องหาวิธีการที่จะส่งเสริมให้นักเรียนที่เป็นสมาชิกในกลุ่ม เข้าใจในบทบาทหน้าที่ของแต่ละคนเมื่อปฏิบัติกิจกรรมกลุ่ม เพื่อให้ได้มาซึ่งผลของการทำกิจกรรมที่ครบถ้วน และสร้างความเข้าใจถึงความสัมพันธ์ของปริมาณต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นกับสถานการณ์ในกิจกรรม

ผลการจัดการเรียนรู้ : แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การประยุกต์ใช้กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน (การชั่งน้ำหนักในลิฟต์)

ในการจัดการเรียนการสอนขั้นสำรวจและค้นหา ครูใช้กิจกรรมการทดลองเช่นเคย โดยเป็นกิจกรรมการทดลอง เรื่อง การชั่งน้ำหนักบนเครื่องชั่งสปริงแบบแขวนและเครื่องชั่งสปริงแบบวางบนเครื่องชั่ง ผ่านกิจกรรมกลุ่ม โดยที่ครูทำการจัดอุปกรณ์ในการทำกิจกรรมใส่ตะกร้าและวางไว้บนโต๊ะที่จัดเป็นกลุ่มสำหรับการทำกิจกรรม และมอบหมายให้นักเรียนทำการแบ่งกลุ่ม โดยครูจำกัดสมาชิกในกลุ่มให้น้อยลงคือ 3-4 คน ต่อกลุ่ม พร้อมกับเสนอให้นักเรียนทำการระบุบทบาทหน้าที่ของสมาชิกแต่ละคนในกลุ่มให้ชัดเจนก่อนเริ่มทำกิจกรรม ซึ่งถือเป็นการประเมินการทำงานที่ได้รับมอบหมายจากครู เมื่อเสร็จสิ้นการทำกิจกรรม หลังจากนั้นครูทำการแนะนำอุปกรณ์ต่าง ๆ ในตะกร้า พร้อมนำเสนอวิธีการใช้อุปกรณ์เหล่านั้น ซึ่งทำให้นักเรียนมีความสนใจที่จะรับฟังการใช้อุปกรณ์โดยไม่นำมาเล่นกันเหมือนครั้งก่อน โดยหลังจากการทำกิจกรรมเรียบร้อยแล้ว ครูจะนำคำถามทำกิจกรรมมาแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันทั้งชั้นเรียน ซึ่งคำถามทำกิจกรรม ส่วนใหญ่เป็นการให้นักเรียนระบุแรงที่เกี่ยวข้อง ทิศทางของแรงที่เกิดขึ้น รวมไปถึงปริมาณที่ส่งผลต่อการเกิดสถานการณ์ในกิจกรรมอย่างไรก็ตามเมื่อนักเรียนทำการตอบคำถามทำกิจกรรมทำให้ครูได้ทราบถึงความเข้าใจของนักเรียนในเรื่องความสัมพันธ์ของปริมาณที่เกิดขึ้นของสถานการณ์ในกิจกรรม โดยครูสามารถทำการปรับความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนไป ผ่านการนำคำตอบมาแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันทั้งชั้นเรียนเพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจในความสัมพันธ์ของปริมาณนั้น ๆ มากยิ่งขึ้น และเมื่อจัดการเรียนรู้ในชั้นอธิบายและลงข้อสรุป ผลปรากฏว่านักเรียนก็ยังไม่สามารถวาดภาพแสดงสถานการณ์และปริมาณต่าง ๆ ที่ระบุไว้ในโจทย์ปัญหาให้ครบถ้วนได้ แต่มีการระบุถึงปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ในกิจกรรมการทดลองมากขึ้น ครูจึงต้องมีการเสริมทักษะการวาดภาพสถานการณ์ในระหว่างที่ทำกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อสร้างประสบการณ์ให้กับนักเรียนก่อนการลงมือทำโจทย์ปัญหา

การสะท้อนความคิด : ผู้วิจัยพบว่าการเสริมสร้างให้นักเรียนมีเข้าใจถึงลักษณะและปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่เกิดขึ้น ผ่านการเรียนรู้ในกิจกรรมการทดลองก็ยังคงสามารถใช้ได้ดีอยู่ แต่ธรรมชาติของเนื้อหาเรื่อง การชั่งน้ำหนักในลิฟต์ซึ่งเป็นบทประยุกต์ใช้กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน จึงทำให้มีความซับซ้อนของสถานการณ์เมื่อนำมากำหนดเป็นกิจกรรมหรือโจทย์ปัญหา นักเรียนจึงมีปัญหาในการวาดภาพแสดงสถานการณ์และระบุปริมาณที่เกี่ยวข้องเมื่อครูจัดการเรียนรู้ในชั้นอธิบายและลงข้อสรุป ดังนั้นครูต้องทำการหาวิธีการเสริมสร้างประสบการณ์การวาดภาพในระหว่างจัดการเรียนรู้ เพื่อให้นักเรียนสามารถนำประสบการณ์ไปใช้ในการวาดภาพ อีกทั้งบอกถึงปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์นั้น ๆ ได้

ผลการจัดการเรียนรู้ : แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การประยุกต์ใช้กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน (การออกแรงลากหรือดันวัตถุบนพื้นราบ)

ในการจัดการเรียนการสอนขั้นสำรวจและค้นหา ครูทำการจัดกิจกรรมรูปแบบเดิมเป็นกิจกรรมการทดลอง โดยที่ครูทำการจัดอุปกรณ์ใส่ตะกร้าและวางไว้บนโต๊ะของแต่ละกลุ่มสำหรับ พร้อมแจ้งให้นักเรียนทำการระบุบทบาทหน้าที่ในการทำกิจกรรมของสมาชิกแต่ละคนในกลุ่มให้ชัดเจน โดยให้นักเรียนบันทึกผลของการทำกิจกรรม พร้อมวาดภาพสถานการณ์และระบุแรงและทิศทางของแรงที่เกี่ยวข้อง เมื่อเสร็จสิ้นกิจกรรมนักเรียนจะทำการตอบคำถามท้ายกิจกรรม ครูจะทำการนำคำถามท้ายกิจกรรมมาแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันทั้งชั้นเรียน โดยครูเพิ่มเติมคำถามท้ายกิจกรรม ให้นักเรียนทำการแสดงภาพที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ในคำถามเช่น “องค์ประกอบของแรงทั้งหมดที่กระทำต่อวัตถุ กรณีดึงหรือดัน ขนานกับพื้นราบ และดึงหรือดันวัตถุแบบเอียงทำมุมกับพื้นราบ มีความแตกต่างและเหมือนกันอย่างไรบ้าง จงอธิบายพร้อมวาดภาพแสดงองค์ประกอบแรงทั้งหมด” ซึ่งส่งผลให้นักเรียนสามารถตอบคำถามท้ายกิจกรรมผ่านการวาดภาพแสดงปริมาณต่าง ๆ พร้อมเขียนแสดงทิศทางของแรงที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ในคำถามท้ายกิจกรรม จนสามารถทำให้นักเรียนเขียนคำตอบได้ครบถ้วนมากขึ้น ผลที่ได้คือเมื่อครูจัดการเรียนรู้ในชั้นอธิบายและลงข้อสรุป นักเรียนแสดงความสามารถในการวาดภาพแสดงสถานการณ์และปริมาณต่าง ๆ ที่ระบุไว้ในโจทย์ปัญหาให้ครบถ้วนได้มากยิ่งขึ้น

การสะท้อนความคิด : การจัดการเรียนรู้ในขั้นสำรวจและค้นหา ผู้วิจัยพบว่ากิจกรรมการจัดการเรียนรู้รูปแบบกิจกรรมการทดลอง สามารถนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ได้ดีโดยใช้ร่วมกับคำถามท้ายกิจกรรม ที่มีการเสริมข้อคำถามที่ให้ตอบคำถามพร้อมวาดภาพแสดงเหตุการณ์และระบุแรงพร้อมทิศทางของแรงที่กระทำในสถานการณ์นั้นจะสามารถเสริมประสบการณ์ให้กับนักเรียนในการแสดงความสามารถในการแก้ปัญหาเมื่อต้องเจอกับสถานการณ์

ในโจทย์ปัญหาจริง ๆ โดยผู้วิจัยเล็งเห็นว่า แนวทางในการจัดการเรียนรู้ในลักษณะนี้ สามารถนำมาใช้ในการสร้างองค์ความรู้ในด้านการวาดภาพ และระบุปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่กำหนดขึ้นได้เป็นอย่างดี ซึ่งสิ่งเหล่านี้ถือเป็นเสริมสร้างอีกความสามารถ จึงเห็นถึงประโยชน์ที่จะใช้วิธีการจัดการเรียนรู้ที่ใช้กิจกรรมการทดลองร่วมกับคำถามท้ายกิจกรรม ในการจัดการเรียนการสอนด้วยกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา ในการส่งเสริมการวาดภาพและระบุปริมาณต่าง ๆ ที่มีความสัมพันธ์กับสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในแผนต่อ ๆ ไป

แนวปฏิบัติที่ดี 3 การใช้กิจกรรมการสาธิตในการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยาสามารถส่งเสริมความเข้าใจในหลักการและสมการความสัมพันธ์ของปริมาณต่าง ๆ ในสถานการณ์โจทย์ปัญหาได้

ในขั้นสำรวจและค้นหาของการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา หลังจากการทำกิจกรรมการทดลอง จะมีการนำกิจกรรมการสาธิตซึ่งเป็นสถานการณ์ที่ใกล้เคียงกันกับการทดลอง แต่แตกต่างกันเพียงแค่เงื่อนไขของสถานการณ์ที่เกิดขึ้น ซึ่งเป็นกิจกรรมที่ฝึกการสังเกตสิ่งที่เกิดขึ้นจากการจำลองสถานการณ์ตามเงื่อนไขต่าง ๆ และทำการตอบคำถามที่ครูกำหนดเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของปริมาณต่าง ๆ ในสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในการสาธิต โดยตัวแทนนักเรียนที่จะมาทำการสาธิตได้มาจากการใช้โปรแกรมสุ่มนักเรียน เพื่อไม่ให้เป็นนักเรียนกลุ่มเดิม ๆ และกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความกระตือรือร้นในการร่วมกิจกรรมการสาธิต และมีความพร้อมที่จะทำการค้นหาคำตอบผ่านการอภิปรายร่วมกันทั้งชั้นเรียน โดยกิจกรรมการสาธิตที่มีการใช้ข้อคำถามกระตุ้นให้นักเรียนเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของปริมาณต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น และร่วมกันอภิปรายถึงความสัมพันธ์ที่สามารถสร้างเป็นสมการทางฟิสิกส์ได้นี้ จะสามารถส่งเสริมให้นักเรียนทำความเข้าใจในหลักการและสมการความสัมพันธ์ของปริมาณต่าง ๆ ในสถานการณ์โจทย์ปัญหาได้

ผลการจัดการเรียนรู้ : แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน

ในการจัดการเรียนการสอนขั้นสำรวจและค้นหา ครูใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการสาธิต โดยจะทำการจัดกิจกรรมการสาธิตต่อจากการจัดกิจกรรมการทดลอง ซึ่งสถานการณ์ของการสาธิตจะมีลักษณะคล้ายคลึงกับสถานการณ์การทดลอง เพียงแต่อาจมีการปรับเปลี่ยนเงื่อนไขของสถานการณ์ให้มีความแตกต่างกัน โดยครูทำการหาตัวแทนนักเรียนมาทำการสาธิตหน้าชั้นเรียน โดยขอเป็นอาสาสมัคร ผลคือ ใช้เวลานานในการหาตัวแทนนักเรียน จึงส่งผลมีการดำเนินกิจกรรมล่าช้ากว่ากำหนด และทำการชี้แจงรูปแบบของกิจกรรมการสาธิต เมื่อทำการสาธิตจริงนักเรียนที่เป็นตัวแทนสามารถปฏิบัติกิจกรรมได้เป็นอย่างดีภายใต้การควบคุมดูแลของครูส่วนนักเรียนที่ไม่ได้ทำการสาธิต พบว่ามีบางส่วนยังคงไม่สนใจกับกิจกรรมหน้าชั้นเรียนโดยมีพฤติกรรมการเล่นมือถือ และหลับในชั้นเรียน

การสะท้อนความคิด : ผู้วิจัยพบว่ากิจกรรมการสาธิต สามารถใช้ในการจัดการเรียนการสอน เพื่อสร้างความเข้าใจถึงความสัมพันธ์ของปริมาณต่าง ๆ ในสถานการณ์ที่เกิดขึ้นได้ โดยสามารถใช้ได้ดีกับนักเรียนเพียงบางส่วน เนื่องจากการหาตัวแทนนักเรียนออกมาทำการสาธิตนั้นใช้เวลาค่อนข้างนาน นักเรียนส่วนใหญ่ไม่มีความกระตือรือร้นในการออกมาทำกิจกรรมหน้าชั้นเรียน และเมื่อได้ตัวแทนนักเรียนออกมาทำการสาธิต นักเรียนที่ไม่ได้ทำการสาธิตก็ไม่ให้ความสนใจกับเพื่อนที่กำลังทำการสาธิตหน้าชั้นเรียน และเมื่อครูทำการสัมภาษณ์นักเรียนที่ไม่ให้ความสนใจกับกิจกรรมการสาธิต ได้คำตอบจากนักเรียนคนที่ 3 ว่า “ไม่อยากจะออกครับทำไม่เป็น” นักเรียนคนที่ 19 ให้คำตอบว่า “เดี๋ยวเพื่อนก็ออกไปทำเองแหละครับ คนเดิม ๆ เขาชอบออกไปทำอยู่แล้ว” ดังนั้นครูควรมีการใช้ระบบการสุ่มที่ทำให้นักเรียนเกิดความตื่นเต้น กระตือรือร้นในการเข้าร่วมกิจกรรมในชั้นเรียนและได้มาซึ่งผลของการทำกิจกรรมที่ครบถ้วน เพื่อสร้างความเข้าใจถึงความสัมพันธ์ของปริมาณต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นกับสถานการณ์ในกิจกรรม

ผลการจัดการเรียนรู้ : แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การประยุกต์ใช้กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน (การชั่งน้ำหนักในลิฟต์)

ในการจัดการเรียนการสอนขั้นสำรวจและค้นหา ครูใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการสาธิตต่อจากกิจกรรมการทดลองเช่นเคย และทำการหาตัวแทนนักเรียนมาทำการสาธิตหน้าชั้นเรียน โดยทำการนำเสนอวิธีการหาตัวแทนมาทำการสาธิต ด้วยการใช้โปรแกรมสุ่ม เพื่อสุ่มนักเรียนออกมาเป็นตัวแทนในการสาธิตลักษณะการเคลื่อนที่ของลิฟต์จำนวน 2 คนตัวแทนนักเรียนมีความตื่นเต้นกับผลของการสุ่มเป็นอย่างมาก ซึ่งนักเรียนที่ได้รับเลือกจากการสุ่มก็เป็นนักเรียนที่ไม่เข้ากับนักเรียนกลุ่มเดิมที่ชอบร่วมกิจกรรม ทำให้เพื่อนร่วมชั้นเรียนให้ความสนใจกับนักเรียนที่ได้รับการสุ่มออกมาสาธิตหน้าชั้นเรียนมากขึ้น จากนั้นครูทำการชี้แจงวิธีการสาธิตแนะนำการใช้อุปกรณ์ และทำการสาธิต ในช่วงระหว่างทำการสาธิตครูจะเป็นผู้อธิบายถึงความสัมพันธ์ของปริมาณต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในสถานการณ์ และทำการสอบถามถึงนักเรียนที่ยังไม่เข้าใจในความสัมพันธ์ส่วนไหน ครูก็จะทำการอธิบายส่วนนั้นซ้ำอีกครั้ง ซึ่งผลที่ได้จากการสังเกตพฤติกรรมการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนคือ นักเรียนส่วนใหญ่มีพัฒนาการเรื่องของการเขียนระบุหลักการและสมการที่เกี่ยวข้องได้เพิ่มขึ้น แต่ก็ยังคงไม่ครบถ้วนทุกหลักการและยังคงมีนักเรียนบางส่วนที่ระบุหลักการและสมการที่เกี่ยวข้องผิด

การสะท้อนความคิด : ผู้วิจัยพบว่าการใช้กิจกรรมการสาธิต โดยตัวแทนนักเรียนที่ได้มาจากการใช้โปรแกรมสุ่ม สามารถกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความกระตือรือร้นในการร่วมกิจกรรมการสาธิตเป็นอย่างดี โดยเมื่อตัวแทนนักเรียนทำการสาธิตนักเรียนทั้งชั้นเรียนจึงให้ความสนใจเป็น

อย่างมาก เพราะเป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนหน้าใหม่ที่เพื่อนไม่เคยเห็นการสาธิตหรือทำกิจกรรมหน้าชั้นเรียนมาก่อนออกมาช่วยกิจกรรม จึงสามารถสร้างความสนใจให้กับกิจกรรมการสาธิตหน้าชั้นเรียนได้ แต่นักเรียนบางส่วนก็ยังคงมีปัญหาในการสร้างความสัมพันธ์ของปริมาณต่าง ๆ ในสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในโจทย์ปัญหา ซึ่งอาจเป็นเพราะครูเป็นผู้ควบคุมชั้นเรียนในระหว่างการสาธิตมากเกินไป จึงทำให้ครูไม่ทราบถึงความเข้าใจของนักเรียนแต่ละคนเพราะนักเรียนบางส่วนยังไม่กล้าแสดงออกว่าตนเองไม่เข้าใจ หรือยังคงสับสนเกี่ยวกับเงื่อนไขสถานการณ์กับแรงที่เกิดขึ้น ซึ่งจะเห็นได้จากผลของการสัมภาษณ์นักเรียน เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ ได้คำตอบจากนักเรียนคนที่ 10 ว่า “ผมพอเข้าใจกับพวกความสัมพันธ์ของแรงตอนสาธิต แต่พอทำโจทย์ผมงงมากเลยครับ” นักเรียนคนที่ 30 ให้คำตอบว่า “ตอนเพื่อนสาธิต ผมตั้งใจดูมากเลยนะครับ แต่ตอนครูอธิบายผมไม่กล้าถาม กลัวทำเพื่อนซ้ำไปด้วย” และนักเรียนคนที่ 17 ให้คำตอบว่า “ตอนครูอธิบายผมก็เข้าใจนะครับ แต่พอมาคุยกับเพื่อนก็เหมือนเข้าใจไม่ตรงกัน สับสนไปหมด พอตอนทำโจทย์ก็รู้นะครับว่าใช้หลักการไหน สมการไหน แต่ก็ยังไม่มั่นใจ” ดังนั้นครูจึงต้องมีการใช้กิจกรรมที่สามารถทำร่วมกันทั้งชั้นเรียนเพื่อให้ทั้งชั้นเรียนเกิดความเข้าใจไปพร้อมกัน โดยอาจมีการปรับจากครูที่เป็นผู้ควบคุมชั้นเรียนเพียงผู้เดียวให้เป็นการจัดกิจกรรมที่นักเรียนเป็นศูนย์กลางการสร้างองค์ความรู้ เพื่อให้ให้นักเรียนเกิดการตกตะกอนความรู้ได้ด้วยตนเอง

ผลการจัดการเรียนรู้ : แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การประยุกต์ใช้กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน (การออกแรงลากหรือดันวัตถุบนพื้นราบ)

ครูใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการสาธิตต่อจากกิจกรรมการทดลองเช่นเคย และทำการหาตัวแทนนักเรียนมาทำการสาธิตหน้าชั้นเรียน โดยการใช้โปรแกรมตัวแทนในการสาธิต ครูทำการชี้แจงวิธีการสาธิต แนะนำการใช้อุปกรณ์ และทำการสาธิต โดยมีการปรับจากการอธิบายถึงความสัมพันธ์ของปริมาณต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในสถานการณ์ ในระหว่างการสาธิตโดยครูเป็นการใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนแสดงถึงความเข้าใจในความสัมพันธ์ของปริมาณต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในกิจกรรมการสาธิต โดยการตอบถึงความสัมพันธ์นั้น ๆ จะต้องมีการบอกถึงสาเหตุของการความเข้าใจในความสัมพันธ์ของปริมาณนั้น ๆ เพื่อเป็นการทบทวนคำตอบที่ทำการตอบ ซึ่งครูจะทำการเขียนคำตอบไว้บนกระดานและร่วมกันสรุป คำตอบที่ถูกต้อง ผลที่ได้คือ นักเรียนมีการแสดงคำตอบที่หลากหลายมากขึ้น ซึ่งเมื่อครูสังเกตการทำใบงานพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่แสดงความสามารถเขียนหลักการและสมการที่เกี่ยวข้องได้ครบถ้วน แต่อาจมีนักเรียนส่วนน้อยที่ยังเขียนได้ไม่ครบถ้วนทุกหลักการ โดยระบุเพียงหลักการหลัก ๆ ได้ แต่ระบุหลักการย่อย ๆ ไม่ครบถ้วน ขึ้นอยู่กับความซับซ้อนของเงื่อนไขในสถานการณ์โจทย์ปัญหา

การสะท้อนความคิด : การจัดการเรียนรู้ในชั้นสำรวจและค้นหา ผู้วิจัยพบว่าการใช้กิจกรรมการสาธิต สามารถส่งเสริมความสามารถในการสร้างความสัมพันธ์ของปริมาณต่าง ๆ ในสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในโจทย์ปัญหาได้ โดยตรวจสอบได้จากการใช้คำถามหลังการสาธิตเพื่อให้ นักเรียนแสดงออกถึงความเข้าใจของนักเรียนแต่ละคน มีการให้คำตอบที่หลากหลายและเชื่อมโยง ความสัมพันธ์ปริมาณต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในสถานการณ์การสาธิตได้ดี ผ่านการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อนร่วมชั้นเรียนและครู โดยเมื่อทำการสัมภาษณ์นักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ ได้คำตอบจากนักเรียนคนที่ 6 ว่า “ผมเริ่มเข้าใจแล้วครับ แต่อาจจะยังไม่ครบทุกเงื่อนไข” นักเรียนคนที่ 20 ให้คำตอบว่า “ตอนแรกก็ไม่กล้าถามครับ พอเพื่อนเริ่มตอบกันบางอันก็ตรงกับที่ผมคิดไว้ครับ แล้วพอครูสรุปคำตอบก็รู้เลยว่าผมเข้าใจผิด แล้วที่ถูกเป็นแบบไหนครูก็สรุปให้ฟังผมก็เลย เข้าใจแล้วครับ” ดังนั้นผู้วิจัยจึงเห็นว่า แนวทางในการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการสาธิต สามารถนำมาใช้ในการสร้างองค์ความรู้เพื่อหาความสัมพันธ์ของปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับ สถานการณ์ที่กำหนดขึ้นได้ และยังสามารถนำความสัมพันธ์ของปริมาณต่าง ๆ มาใช้ในการหา หลักการและสมการที่เกี่ยวข้องได้ ซึ่งสิ่งเหล่านี้ถือเป็นเสริมสร้างความสามารถ ในส่วนของการหา วิธีการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียน จึงเห็นประโยชน์ของการใช้กิจกรรมการสาธิต ในการ ส่งเสริมความเข้าใจถึงความสัมพันธ์ของปริมาณต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในสถานการณ์โจทย์ปัญหา เพื่อนำมาเขียนเป็นหลักการและสมการที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่เกิดขึ้น ในแผนต่อ ๆ ไป

แนวปฏิบัติที่ดี 4 การอภิปรายร่วมกันทั้งชั้นเรียนและการอภิปรายคำตอบจากการนำเสนอการแก้โจทย์ปัญหาตามกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยาหน้าชั้นเรียน ทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจที่ถูกต้องในเนื้อหาและการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์

ผู้วิจัยพบว่าการอภิปรายร่วมกันทั้งชั้นเรียนและการอภิปรายคำตอบจากการนำเสนอ การแก้โจทย์ปัญหาตามกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยาหน้าชั้นเรียน สามารถเสริมสร้างให้ นักเรียนเกิดความเข้าใจที่ถูกต้องในเนื้อหาและการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ได้ โดยข้อ คำถามที่ใช้ในส่วนของ การอภิปรายร่วมกันทั้งชั้นเรียน จะต้องกระตุ้นให้นักเรียนแสดงคำตอบใน ลักษณะตรงประเด็นกับเนื้อหาหรือความสามารถที่ครูต้องการเสริมสร้างประสบการณ์ให้กับ นักเรียน พร้อมกับนำคำตอบที่นักเรียนตอบมาทั้งหมดเขียนบนกระดานแล้วจึงร่วมกันอภิปราย เพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบที่ถูกต้อง การอภิปรายทั้งชั้นเรียนนั้น จะสามารถทำให้ครูผู้สอนทราบถึง ความเข้าใจในเนื้อหาของนักเรียน หากมีความเข้าใจที่ผิด ครูและเพื่อนร่วมชั้นเรียนจะสามารถ ช่วยกันปรับความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนให้เข้าใจเนื้อหานั้นได้อย่างถูกต้อง ส่วนข้อคำถามใน ส่วนของการอภิปรายคำตอบจากการนำเสนอการแก้โจทย์ปัญหานั้น ครูจะต้องเลือกใช้ข้อคำถามที่

ส่งเสริมให้นักเรียนหาข้อมูลจากโจทย์ปัญหาจนสามารถรวบรวมความรู้ที่ได้จากการทำความเข้าใจโจทย์มาใช้ในการเลือกหลักการและสมการที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ในโจทย์ปัญหา และดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา สรุปคำตอบพร้อมตรวจสอบความสมเหตุสมผล และนำคำตอบมาทำการนำเสนอหน้าชั้นเรียนและร่วมกันอภิปรายคำตอบที่ได้มาอีกทั้งยังเป็นการสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ในชั้นเรียนให้เป็นรูปแบบนักเรียนได้เรียนรู้ร่วมกัน โดยให้นักเรียนที่มีเทคนิคในการแก้โจทย์ปัญหาที่แตกต่างกัน มานำเสนอหน้าชั้นเรียน เพื่อสร้างประสบการณ์ในด้านวิธีการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา ซึ่งได้แก่ การวิเคราะห์สถานการณ์โจทย์ปัญหา การแทนค่าของปริมาณต่าง ๆ ลงในสมการ การคำนวณ การเขียนสรุปคำตอบพร้อมหน่วยที่ถูกต้อง และการตรวจสอบความสมเหตุสมผล โดยหลังจากการนำเสนอเทคนิคในการแก้โจทย์ปัญหาของตัวแทนนักเรียน ได้มีการเปิดโอกาสให้เพื่อนร่วมชั้นเรียนเสนอแนวทางการแก้โจทย์ปัญหาส่วนที่แตกต่างจากเพื่อนที่นำเสนอเพิ่มเติมได้ เพื่อเป็นทางเลือกในการหาวิธีการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาที่ดีที่สุดสำหรับนักเรียนแต่ละคน

ผลการจัดการเรียนรู้ : แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน

ในชั้นสร้างความสนใจ เมื่อครูใช้วิดีโอที่นำเสนอสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน มีการใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนแสดงถึงความเข้าใจในสถานการณ์ของวิดีโอ โดยส่วนใหญ่จะเป็นนักเรียนกลุ่มเดิมที่ตอบคำถาม โดยมีการร่วมกันอภิปรายเพื่อนำคำตอบที่ได้จากนักเรียนมาสรุปคำตอบ และเมื่อทำการจัดการเรียนรู้ในขั้นสำรวจและค้นหา ครูใช้กิจกรรมการทดลอง โดยระบุคำถามท้ายกิจกรรมในใบกิจกรรมเพื่อให้นักเรียนทำการทดลองร่วมกันเป็นกลุ่ม แต่ยังมีนักเรียนส่วนน้อยสนใจกับการทำกิจกรรมจนสำเร็จ และตอบคำถามพร้อมร่วมกันอภิปรายคำตอบจากคำถามท้ายกิจกรรมที่เกิดจากการแลกเปลี่ยนเรียนรู้กันในกลุ่มการทดลอง นำมาใช้ในการอภิปรายร่วมกันทั้งชั้นเรียน โดยใช้ความรู้จากกิจกรรมการทดลอง จนสามารถสรุปเป็นคำตอบที่ถูกต้องได้ จะเห็นได้ว่าการใช้คำถามทั้งในส่วนของคำถามหลังการรับชมวิดีโอ และคำถามท้ายกิจกรรมการทดลองแต่เพียงอย่างเดียวไม่สามารถทำให้นักเรียนตอบคำถาม หรือเข้าใจในเนื้อหาของกิจกรรมที่ครูจัดการเรียนรู้ได้ครบทุกคนต้องใช้ประกอบกับการอภิปรายร่วมกันด้วย ซึ่งจะมีเพียงแต่นักเรียนเพียงบางกลุ่มและเป็นกลุ่มเดิม ๆ ที่สนใจ และร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ครบทุกขั้นตอน ซึ่งผลที่ได้คือ ในชั้นอธิบายและลงข้อสรุปเมื่อครูมอบหมายให้นักเรียนทำใบงานที่ 1 ซึ่งเป็นใบงานที่เน้นการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์และแทรกข้อคำถามตามกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา ในการกระตุ้นการแสดงออกซึ่งความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ ได้แก่ 1) เขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ 2) วาดภาพการเคลื่อนที่พร้อมทั้งระบุขนาดและทิศทางของ

ปริมาณต่าง ๆ ตามที่โจทย์กำหนด 3) เขียนสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ 4) เขียนกำหนดตัวแปรแทนปริมาณทางฟิสิกส์ 5) เขียนหลักการและสมการความสัมพันธ์ 6) เขียนการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา 7) เขียนสรุปคำตอบ 8) เขียนตรวจสอบความสมเหตุสมผล โดยครูใช้เวลาในการแก้โจทย์ปัญหา 30 นาที และให้นักเรียนต่างคนต่างทำส่วนครูมีหน้าที่เป็นเพียงผู้สนับสนุนและให้คำแนะนำในระหว่างที่นักเรียนทำใบงานเท่านั้น ซึ่งตัวอย่างการตอบคำถามในโจทย์ปัญหาข้อที่ 1

ข้อคำถามที่ 1) เขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ของนักเรียนคนที่ 12 คือ “วัตถุมวล 3 กิโลกรัม” ข้อคำถามที่ 2) วาดภาพการเคลื่อนที่พร้อมทั้งระบุขนาดและทิศทางของปริมาณต่าง ๆ ตามที่โจทย์กำหนด นักเรียนคนที่ 12 วาดภาพได้ครบถ้วนแต่อาจยังเขียนทิศทางของแรงไม่ถูกต้อง 3) เขียนสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ นักเรียนคนที่ 12 ตอบว่า “ความเร่ง” 4) เขียนกำหนดตัวแปรแทนปริมาณทางฟิสิกส์ นักเรียนคนที่ 12 ตอบว่า “ $m = 3 \text{ kg}$ ” 5) เขียนหลักการและสมการความสัมพันธ์ นักเรียนคนที่ 12 ตอบว่า “กฎข้อที่ 2 ของนิวตัน สมการ $\Sigma \vec{F} = m\vec{a}$ ” 6) เขียนการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา นักเรียนคนที่ 12 ตอบว่า “ $\Sigma \vec{F} = m\vec{a}$, $\vec{F} = 3\vec{a}$, $\vec{a} = \frac{\vec{F}}{3}$ ” 7) เขียนสรุปคำตอบ นักเรียนคนที่ 12 ตอบว่า “ $\vec{a} = \frac{\vec{F}}{3}$ ” 8) เขียนตรวจสอบความสมเหตุสมผล นักเรียนคนที่ 11 ตอบว่า “ค่าความเร่งของการเคลื่อนที่มีค่าน้อย” โดยตัวอย่างคำตอบของนักเรียนคนที่ 11 เป็นดังภาพประกอบ 28

ชื่อ-สกุล..... ชั้น..... เลขที่.....

ใบงานที่ 1 เรื่อง กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน

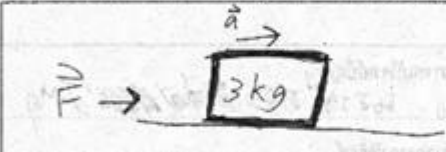
คำชี้แจง: ให้นักเรียนทำการแก้โจทย์ปัญหา โดยแสดงวิธีทำตามขั้นตอนที่ระบุโดยละเอียด

1. วัตถุมวล 3 กิโลกรัม ถูกแรงกระทำดันไปทางขวา จนกระทั่งวัตถุเคลื่อนที่ จงหาว่าวัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร็วเท่าใด

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา

1. เขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ วัตถุมวล 3 kg

2. วาดภาพการเคลื่อนที่พร้อมทั้งระบุขนาดและทิศทางของปริมาณต่าง ๆ ตามที่โจทย์กำหนด



ขั้นที่ 2 การวางแผนการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา

1. เขียนสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ ความเร็ว

2. เขียนกำหนดตัวแปรแทนปริมาณทางฟิสิกส์ $m = 3 \text{ kg}$

3. เขียนหลักการและสมการความสัมพันธ์ กฎข้อที่ 2 ของนิวตัน

$$\Sigma \vec{F} = m\vec{a} \rightarrow (\text{เลขยกกำลัง})$$

ขั้นที่ 3 การดำเนินการตามแผน

1. เขียนการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา
$$\begin{aligned} \Sigma \vec{F} &= m\vec{a} \\ \vec{F} &= 3\vec{a} \\ \frac{\vec{F}}{3} &= \vec{a} \end{aligned}$$

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบผลลัพธ์
$$\vec{a} = \frac{\vec{F}}{3}$$

1. เขียนสรุปคำตอบ คำตอบ

2. เขียนตรวจสอบความสมเหตุสมผล ค่าความเร็วของการเคลื่อนที่
น้อย

ภาพประกอบ 28 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนคนที่ 11

จะเห็นได้ว่า นักเรียนบางส่วนสามารถดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาได้และได้ข้อมูลของสถานการณ์ในโจทย์ปัญหาที่ค่อนข้างครบถ้วน แต่นักเรียนยังไม่สามารถแสดงถึงความสมเหตุสมผลที่ได้มา ซึ่งสะท้อนถึงความบกพร่องของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาในด้านการตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบ อีกทั้งมีนักเรียนใช้เวลาในการทำความเข้าใจโจทย์ปัญหาค่อนข้างนานกว่า 5 ถึง 10 นาที ครูต้องเข้าไปแนะนำการใส่ข้อความหรือปริมาณในช่องต่าง ๆ ที่ละคน ซึ่งในเวลา 30 นาทีไม่เพียงพอกับการทำใบงานที่มีโจทย์ปัญหาเพียง 3 ข้อ และ

เมื่อทำการตรวจใบงานที่ 2 ของนักเรียนกลุ่มนี้ พบว่า นักเรียนไม่ให้ความสนใจในการระบุดำเนินการของคำถามแต่ละขั้นตอน และเลือกที่จะดำเนินการแก้ไขโจทย์ปัญหาเลย ซึ่งคำตอบที่ได้มาก็ไม่ถูกต้อง

การสะท้อนความคิด : ผู้วิจัยพบว่าการใช้ข้อคำถามหลังการรับชมวีดิทัศน์และใช้คำถามท้ายกิจกรรมหลังการทำกิจกรรมการทดลอง สามารถกระตุ้นให้นักเรียนตอบคำถามและร่วมกันทำการอธิบายหาคำตอบที่ถูกต้องได้ แต่ยังสามารถแสดงความเข้าใจในเนื้อหาที่ครูต้องการเสริมสร้างความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาได้กับนักเรียนเพียงบางส่วนซึ่งเป็นนักเรียนส่วนน้อยของชั้นเรียน และเมื่อทำการสัมภาษณ์นักเรียนส่วนที่ไม่สนใจในการร่วมกิจกรรมและตอบคำถามในชั้นเรียนได้คำตอบ ดังนี้ นักเรียนคนที่ 5 “เพื่อนตอบได้ แต่ผมดูแล้วตอบไม่ได้ครับ เลยไม่ตอบ” นักเรียนคนที่ 17 “ผมไม่ได้ทำเอง คอยอ่านจากที่เพื่อนตอบมาก็ไม่เข้าใจครับ” นักเรียนคนที่ 30 “ผมทดลองไม่เป็นครับ เลยปล่อยให้เพื่อนที่ทำเป็นทำ” ส่วนการใช้ข้อคำถามตามกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา ในการกระตุ้นการแสดงออกซึ่งความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ระบุไว้ในใบงาน สามารถทำให้ครูทราบถึงความสามารถดังกล่าวของนักเรียนได้ แต่ปัญหาที่พบคือการที่นักเรียนไม่แสดงคำตอบของข้อคำถามที่ระบุไว้ให้ครบถ้วน ซึ่งผลหมายความว่า นักเรียนบกพร่องในการแสดงออกซึ่งความสามารถด้านต่าง ๆ เช่น ดำเนินการวาดภาพ เขียนสัญลักษณ์ตัวแปรทางฟิสิกส์แทนปริมาณต่าง ๆ ระบุหลักการที่เกี่ยวข้องหรืออาจไม่สามารถแสดงออกถึงความสามารถในบางพฤติกรรมได้เลย อย่างเช่น พฤติกรรมเขียนสมการพร้อมดำเนินการทางคณิตศาสตร์ พฤติกรรมเขียนสรุปคำตอบและตรวจสอบความสมเหตุสมผล อีกทั้งยังมีนักเรียนที่ไม่สามารถหาตอบของโจทย์ปัญหาแต่ละข้อได้เลย และเมื่อทำการสัมภาษณ์นักเรียนกลุ่มนี้ได้คำตอบว่า นักเรียนคนที่ 8 “ผมไม่รู้ว่าจะต้องเริ่มต้นตรงไหนก่อนครับ เลยที่จะไม่ทำเลย” นักเรียนคนที่ 38 “รู้ว่าโจทย์บอกอะไรครับ แต่วาดภาพไม่ถูกต้อง ไม่รู้ต้องใส่ตัวเลขตรงไหนอะไรยังไง” นักเรียนคนที่ 45 “ผมใส่ตัวแปรไม่ถูกครับ สับสนเลยข้ามไปเลย” ดังนั้นผู้วิจัยคิดว่าครูต้องหาวิธีการที่จะสามารถทำให้นักเรียนได้มีโอกาสในการร่วมพูดคุยกันในห้องเรียนในระหว่างทำกิจกรรมการเรียนรู้ให้มากยิ่งขึ้น เพื่อให้ทราบถึงความเข้าใจในเนื้อหาของนักเรียนส่วนที่ยังไม่สนใจในการตอบคำถาม หรือไม่กล้าตอบคำถาม และหากเป็นความเข้าใจที่ยังคลาดเคลื่อนก็สามารถปรับให้เกิดเป็นความเข้าใจที่ถูกต้องได้ อีกทั้งครูควรมีการสร้างประสบการณ์ในการแก้โจทย์ปัญหาและชี้ให้เห็นถึงความสำคัญของการค้นหาคำตอบของแต่ละข้อคำถามซึ่งจะสามารถนำไปสู่การรวบรวมข้อมูลเพื่อไปใช้ในการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาและได้มาซึ่งคำตอบในโจทย์ปัญหานั้น ๆ ได้

ผลการจัดการเรียนรู้ : แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การประยุกต์ใช้กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน (การชั่งน้ำหนักในลิฟต์)

ครูยังคงใช้วิธีทัศนนำเสนอสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ในชีวิตประจำวันในการสร้างความสนใจ พร้อมกับการใช้ข้อคำถามเพื่อสอบถามความเข้าใจของนักเรียนในสถานการณ์ของวิธีทัศนเช่นเดิม โดยมีการเพิ่มเติมกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ร่วมกันอภิปรายคำตอบร่วมกันทั้งชั้นเรียน เช่นเดียวกับการจัดการเรียนรู้ในชั้นสำรวจและค้นหา ครูยังคงใช้กิจกรรมการทดลอง และระบุคำถามท้ายกิจกรรมในใบกิจกรรมเช่นเดิม โดยครูจะนำคำถามท้ายกิจกรรมมาอภิปรายร่วมกันทั้งชั้นเรียน ซึ่งคำถามท้ายกิจกรรม ส่วนใหญ่เป็นการให้นักเรียนระบุแรงที่เกี่ยวข้อง ทิศทางของแรงที่เกิดขึ้น รวมไปถึงปริมาณที่ส่งผลต่อการเกิดสถานการณ์ในกิจกรรม ซึ่งคำตอบที่ได้จากการตอบคำถามหลังการรับชมวิธีทัศน และตอบคำถามท้ายกิจกรรม หากยังไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ ครูจะทำการให้คำตอบเพิ่มเติมในระหว่างที่ทำการอภิปราย โดยนักเรียนบางส่วนจะยังไม่กล้าตอบคำถามและร่วมการอภิปราย ซึ่งเมื่อทำการสัมภาษณ์นักเรียนกลุ่มดังกล่าวเกี่ยวกับการไม่ร่วมแสดงคำตอบในชั้นเรียน พบว่า นักเรียนคนที่ 6 ให้คำตอบว่า “ผมตอบเหมือนเพื่อนครับ ช่วยกันคิด” และนักเรียนคนที่ 9 ให้คำตอบว่า “ผมว่าที่ผมจะตอบมันไม่ถูกเลยให้เพื่อนตอบดีกว่าครับ”

ในส่วนของการจัดการเรียนรู้ในชั้นอธิบายและลงข้อสรุป ครูใช้ใบงานที่ระบุข้อคำถามตามกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยาเช่นเคย สำหรับในข้อที่ 1 ครูจะร่วมกันทำการแก้โจทย์ปัญหาไปพร้อมกันทั้งชั้นเรียน โดยครูเป็นผู้อ่านคำถามพร้อมแนะนำรูปแบบการตอบคำถามแต่ละข้อ พร้อมกับการลำดับขั้นตอนที่ควรพิจารณาก่อนหลังในการแก้โจทย์ปัญหาแต่ละครั้ง โดยมีแนวการให้คำแนะนำการตอบคำถาม ดังนี้ 1) นักเรียนควรอ่านโจทย์ปัญหาให้ครบถ้วนและทำการเขียนสิ่งที่โจทย์ปัญหากำหนด ทั้งที่เป็นชื่อพร้อมค่าตัวเลขของปริมาณนั้น ๆ หรือค่าที่ระบุมาแค่ชื่อของปริมาณ แต่ไม่ได้ระบุค่าตัวเลข พร้อมทั้งเงื่อนไขที่เกี่ยวข้องกับโจทย์ปัญหาทั้งหมด 2) นักเรียนควรมีการเชื่อมโยงความรู้ที่ได้มาจากการทดลองและการสาธิตมาใช้ในการแสดงการเขียนแผนภาพพร้อมระบุปริมาณที่โจทย์กำหนด ซึ่งหากนักเรียนที่ยังไม่สามารถวาดภาพได้ถูกต้องครูแนะนำให้เพื่อนในชั้นเรียนคนที่วาดภาพได้แล้วเข้าประกบและทำการช่วยเหลือแนะนำการวาดภาพที่ถูกต้องและครบถ้วน 3) นักเรียนควรนำปริมาณต่าง ๆ ที่ได้จากการอ่านโจทย์มาปรับเป็นสัญลักษณ์ทางฟิสิกส์ โดยพิจารณาแนวการเคลื่อนที่ เชื่อมความสัมพันธ์ของปริมาณที่อยู่ในแนวการเคลื่อนที่นั้น เพื่อที่จะได้ทราบว่ามีความเกี่ยวข้องกับหลักการทางฟิสิกส์ข้อใด ควรเขียนสมการและค่าความสัมพันธ์ของแรงลัพธ์อย่างไร 4) นักเรียนควรมีการเขียนสมการความสัมพันธ์ที่เป็นไป

ตามเงื่อนไขของแรงลัพธ์ และทำการแทนตัวเลขให้ตรงกับตัวแปรทางฟิสิกส์ของปริมาณนั้น ๆ โดยเช็คว่าเครื่องหมายที่แสดงถึงทิศทางของแต่ละปริมาณ ก่อนเริ่มดำเนินการทางคณิตศาสตร์

5) นักเรียนควรนำคำตอบมาเขียนสรุปคำตอบ เพื่อดูว่าคำตอบที่ได้ตรงกับปริมาณที่โจทย์ต้องการถามหรือไม่ โดยมีการระบุหน่วยให้ถูกต้อง และมีการตรวจสอบความถูกต้องและสมเหตุสมผลหรือไม่ โดยตรวจสอบความสมเหตุสมผลตามความถนัดของนักเรียน เช่น การนำค่าตัวเลขคำตอบไปแทนค่าย้อนกลับเพื่อดูความเท่ากันของสมการทางคณิตศาสตร์หรือ การสรุปความสมเหตุสมผลเป็นข้อความโดยสรุปจากเงื่อนไขของสถานการณ์ที่โจทย์กำหนด โดยในระหว่างที่ครูแนะนำกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา พร้อมกับให้ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายระหว่างเพื่อนที่นั่งด้านข้าง เพื่อนในชั้นเรียนและครู เพื่อทบทวนและอธิบายกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาส่วนที่ยังไม่เข้าใจให้เกิดความเข้าใจมากขึ้น และหลังจากครูแนะนำกระบวนการต่าง ๆ ในการแก้โจทย์ปัญหา ในข้อที่ 1 เรียบร้อยแล้ว จึงมอบหมายให้นักเรียนลงมือทำข้อที่ 2 และ 3 ด้วยตนเอง โดยแยกกันทำ และครูมีหน้าที่คอยสนับสนุนและแนะนำนักเรียนในระหว่างที่นักเรียนทำใบงานเช่นเคย ซึ่งผลที่ได้คือ นักเรียนกลุ่มที่สามารถทำโจทย์ปัญหาจนได้คำตอบเพิ่มจำนวนมากขึ้น แต่วิธีการที่ได้มาซึ่งคำตอบของนักเรียนกลุ่มที่สามารถทำโจทย์ปัญหาจนได้คำตอบยังไม่หลากหลาย อย่างไรก็ตาม นักเรียนกลุ่มนี้สามารถแก้โจทย์ปัญหาจนได้คำตอบโดยระบุคำตอบได้ครบถ้วนตามที่โจทย์ต้องการทราบ แต่นักเรียนอีกกลุ่มยังคงต้องให้ครูแนะนำการเริ่มต้นการแก้โจทย์ปัญหาแต่ละข้ออยู่ โดยครูสามารถดำเนินการจัดการเรียนรู้ชั้นอธิบายและลงข้อสรุปด้วยระยะเวลาที่เพียงพอซึ่งเป็นเวลา 30 นาที

การสะท้อนความคิด : ผู้วิจัยพบว่า การใช้กิจกรรมการอภิปรายคำถามหลังจากการทำกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นเรียน จะสามารถทำให้นักเรียนทั้งชั้นเรียนเข้าใจเนื้อหาพร้อมกันทั้งชั้นเรียนได้ ผลคือ นักเรียนส่วนใหญ่สามารถตอบคำถามในชั้นเรียนได้ถูกต้อง จนส่งผลให้นักเรียนมีความมั่นใจในการเขียนคำตอบในการทำใบงานมากขึ้น ซึ่งยังมีนักเรียนบางส่วนที่ไม่ตอบคำถามเพื่อใช้ในการอภิปราย โดยอาจต้องมีการดำเนินการหาวิธีในเสริมแรงนักเรียน เพื่อให้นักเรียนกล้าออกความคิดเห็น หรือตอบคำถาม และร่วมอภิปรายกับเพื่อนทั้งชั้นเรียนแต่อย่างไรก็ตามเมื่อนักเรียนทำการตอบคำถามหลังจากทำกิจกรรมการเรียนรู้ทำให้ครูผู้สอนได้ทราบถึงความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับเนื้อหาที่จัดการเรียนรู้ ซึ่งครูสามารถทำการปรับความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนไปผ่านการอภิปรายร่วมกันทั้งชั้นเรียน เพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหามากขึ้นได้ อีกทั้งการเสริมสร้างประสบการณ์ในการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา โดยการแนะนำรูปแบบการตอบคำถามแต่ละข้อ พร้อมกับการลำดับขั้นตอนที่ควรพิจารณาก่อนหลังในการแก้โจทย์ปัญหาแต่ละครั้ง ก่อน

ให้นักเรียนลงมือแก้โจทย์ปัญหาตามขั้นตอนที่มีการระบุข้อคำถามเพื่อกระตุ้นการแสดงออกซึ่งความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหานั้น ทำให้นักเรียนกล้าแสดงความสามารถมากขึ้น นักเรียนมีความมั่นใจ และผลคือนักเรียนดำเนินการแก้โจทย์ได้คำตอบที่ถูกต้องได้มากขึ้นกว่าเดิม แต่วิธีการที่นักเรียนบางส่วนแสดงออกมาเป็นวิธีการที่ครูแนะนำ ไม่เกิดความหลากหลาย รวมถึงนักเรียนกลุ่มที่ยังไม่สามารถทำโจทย์ปัญหาได้ด้วยตนเอง ต้องให้ครูแนะนำตัวต่อตัวที่ละขั้นตอน ซึ่งแสดงถึงการที่ครูเข้าไปมีบทบาทมากเกินไป นักเรียนไม่สามารถสร้างองค์ความรู้จากกระบวนการคิดของตนเองได้ และยังคงมีนักเรียนบางส่วนที่ไม่สามารถเขียนแสดงความสามารถบางความสามารถออกมาได้ เช่น การเขียนสมการและทำการดำเนินการทางคณิตศาสตร์เขียนหน่วยในขั้นสรุปคำตอบ และการตรวจสอบความสมเหตุสมผล ดังนั้นครูต้องหาวิธีที่จะทำให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิดวิเคราะห์สถานการณ์ในโจทย์ปัญหา โดยเน้นไปที่ตัวผู้เรียนเป็นผู้สร้างองค์ความรู้และเน้นการแลกเปลี่ยนความรู้ระหว่างกัน เพื่อให้เกิดความหลากหลายของคำตอบแต่ละข้อคำถาม ซึ่งเป็นคำตอบที่จะเสริมสร้างการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาแล้วได้คำตอบที่ถูกต้อง ส่วนการนำกิจกรรมการอภิปรายร่วมกันมาใช้ในการตอบคำถามหลังการทำกิจกรรมการเรียนรู้ในขั้นสร้างความสนใจ และขั้นสำรวจและค้นหา สามารถใช้เพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาไปพร้อมกันทั้งชั้นเรียนได้ดี จึงควรนำไปใช้ต่อเพื่อให้นักเรียนมีส่วนร่วมในชั้นเรียนมากยิ่งขึ้น

ผลการจัดการเรียนรู้ : แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การประยุกต์ใช้กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน (การออกแรงลากหรือดันวัตถุบนพื้นราบ)

การจัดการเรียนรู้ในขั้นสร้างความสนใจครูยังคงใช้การวิดีโอทัศน์แสดงสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน และใช้ข้อคำถาม พร้อมกับการอภิปรายร่วมกันทั้งชั้นเรียนเพื่อให้ครูทราบถึงความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับสถานการณ์ของวิดีโอทัศน์ และทำการปรับความเข้าใจของนักเรียนบางส่วนที่ยังคงบกพร่องผ่านการอภิปราย การเสนอแนะจากเพื่อนร่วมชั้นเรียนและครูเช่นเดิม และการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการทดลองในขั้นสำรวจและค้นหายังคงใช้คำถามท้ายกิจกรรมพร้อมกับการนำคำตอบจากคำถามท้ายกิจกรรมมาทำการอภิปรายเช่นเดิมโดยมีการนำกิจกรรมการอภิปรายถูกนำมาใช้เพิ่มเติมกับการตอบคำถามหลังปฏิบัติกิจกรรมการสาธิตหน้าชั้นเรียนซึ่งเป็นกิจกรรมที่ต่อยอดจากกิจกรรมการทดลอง ซึ่งทำให้สามารถดึงดูดความสนใจของนักเรียนให้ร่วมกันตอบคำถาม ทำการถกเถียงและอภิปรายระหว่างเพื่อนร่วมชั้นเรียน เพื่อปรับความเข้าใจในเรื่องความสัมพันธ์ของปริมาณต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในสถานการณ์การสาธิตได้ดี โดยก่อนทำการอภิปรายครูทำการแจ้งถึงวัตถุประสงค์ของการอภิปรายที่ไม่เน้นไปที่การตอบถูกเพื่อให้

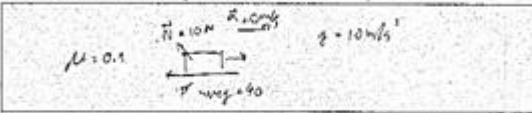
ได้คะแนน แต่เน้นคำตอบที่หลากหลายของนักเรียนแต่ละคน เพื่อนำคำตอบมาทำการร่วมกัน อภิปรายว่าคำตอบไหนที่ถูกต้อง หรือคำตอบไหนที่ไม่ถูกต้อง เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น เพื่อให้ นักเรียนคลายความกังวล เรื่องของการตอบไม่ถูกต้อง จนไม่กล้าตอบ ซึ่งเมื่อทำการสัมภาษณ์ นักเรียนพบว่า นักเรียนคนที่ 23 ให้คำตอบว่า “ตอนแรกผมไม่อยากจะตอบครับกลัวตอบไม่ถูกแล้ว โดนหักคะแนน แต่พอรู้ว่ามันเป็นแค่ให้เรายกคำตอบไปเยอะ ๆ แล้วช่วยกันคิด ผมก็โอเคครับ ก็ อยากตอบมากขึ้น” และนักเรียนคนที่ 12 ให้คำตอบว่า “ผมชอบตอนตอบ พอแย้งกันตอบแล้วมัน สนุกดี เพราะยังสงสัยสุดท้ายคุยกับเพื่อน ก็จะช่วยแนะนำคำตอบว่าที่ถูกเป็นไง” ในส่วนของการจัด กิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นอธิบายและลงข้อสรุป ครูยังคงใช้ใบงานที่ระบุข้อคำถามตามกระบวนการ แก้ไขทบทวนของโพลยา กระตุ้นความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา ได้แก่ 1) เขียนสิ่งที่โจทย์ กำหนดให้ 2) วาดภาพการเคลื่อนที่พร้อมทั้งระบุขนาดและทิศทางของปริมาณต่าง ๆ ตามที่โจทย์ กำหนด 3) เขียนสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ 4) เขียนกำหนดตัวแปรแทนปริมาณทางฟิสิกส์ 5) เขียน หลักการและสมการความสัมพันธ์ 6) เขียนการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา 7) เขียนสรุปคำตอบ 8) เขียนตรวจสอบความสมเหตุสมผล สำหรับในข้อที่ 1 ครูจะร่วมกันทำการแก้โจทย์ปัญหาไปพร้อม กันทั้งชั้นเรียน โดยครูกระตุ้นให้นักเรียนอ่านโจทย์ปัญหาพร้อมกัน และร่วมกันอภิปรายคำตอบ ของแต่ละข้อคำถาม โดยวิธีการนี้ส่งเสริมให้นักเรียนแสดงออกซึ่งพฤติกรรมในการแก้โจทย์ปัญหา นั้น ๆ ช่วยกันแสดงคำตอบออกมา ซึ่งครูทำหน้าที่เขียนคำตอบบนกระดาน เพื่ออภิปรายคำตอบใน แต่ละข้อคำถามร่วมกันทั้งชั้นเรียน แต่วิธีการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาที่เป็นกระบวนการทาง คณิตศาสตร์ ครูใช้เทคนิคการคำนวณของครูดำเนินการ และกลับมาอภิปรายในขั้นต่อ ๆ ไป ร่วมกันอีกครั้ง จนได้มาซึ่งคำตอบ และปล่อยให้ให้นักเรียนทำโจทย์ปัญหาโดยแยกกันทำในข้อที่ 2 และ 3 ซึ่งตัวอย่างการตอบคำถามในโจทย์ปัญหาข้อที่ 2 และ 3 ของนักเรียนคนที่ 50 เป็นดัง ภาพประกอบ 29

2. วัตถุมวล 4 กิโลกรัม วางอยู่บนพื้นราบที่มีสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานสถิตเท่ากับ 0.4 จะดึงด้วยแรงดึงเท่าใดวัตถุจึงจะเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว (กำหนด $g = 10$ เมตรต่อวินาที²)

ข้อที่ 1 ทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา

1. เขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดไว้ : มวล 4 กิโลกรัม สัมประสิทธิ์แรงเสียดทานสถิต 0.4

2. รายละเอียดการเคลื่อนที่ของวัตถุและทิศทางของปริมาณต่าง ๆ ตามที่โจทย์กำหนด



ข้อที่ 2 การวางแผนการดำเนินการแก้ปัญหาโดยใช้วิธีวิเคราะห์

1. เขียนสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ : ความเร็วคงตัว

2. เขียนกำหนดตัวแปรและปริมาณต่าง ๆ : $m = 4 \text{ kg}$, $\mu = 0.4$, $g = 10 \text{ m/s}^2$
 $2 \times 9 = 18 \text{ m/s}$

3. เขียนสมการและสมการความสัมพันธ์ : $mg = 40$

ข้อที่ 3 การดำเนินการตามแผน

1. เขียนการดำเนินการแก้ปัญหาโดยใช้วิธีวิเคราะห์ : $40 = 0$
 $40 = 0$ $F = 40$ $N = 40$
 $F = 40$ $F = 40 \text{ N}$ $N = 40$
 $F = 40$ $F = 40$ $F = 40$
 $F = 40$ $F = 40$ $F = 40$

ข้อที่ 4 ตรวจสอบคำตอบ

1. เขียนสรุปคำตอบ : 40 N

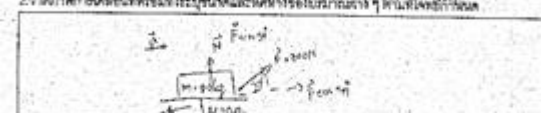
2. เขียนตรวจสอบความสมเหตุสมผล : วัตถุมวล 4 กิโลกรัม จะเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัวได้เมื่อแรงดึงเท่ากับ 40 N

3. วัตถุมวล 500 นิวตัน ทำมุม 37° กับแนวระดับดึงรูป ดังวัตถุมวล 40 กิโลกรัม ซึ่งวางอยู่บนพื้นที่มีสัมประสิทธิ์แรงเสียดทาน 0.4 ให้เคลื่อนที่ไปในแนวระดับ จงหาความเร่งของวัตถุ

ข้อที่ 1 ทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา

1. เขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดไว้ : วัตถุมวล 500 N, มุม 37° , มวล 40 กิโลกรัม

2. รายละเอียดการเคลื่อนที่ของวัตถุและทิศทางของปริมาณต่าง ๆ ตามที่โจทย์กำหนด



ข้อที่ 2 การวางแผนการดำเนินการแก้ปัญหาโดยใช้วิธีวิเคราะห์

1. เขียนสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ : ความเร็ว

2. เขียนกำหนดตัวแปรและปริมาณต่าง ๆ : $m = 40 \text{ kg}$, $g = 10 \text{ m/s}^2$
 $40 \times 10 = 400$

3. เขียนสมการและสมการความสัมพันธ์ : $mg = 400$

ข้อที่ 3 การดำเนินการตามแผน

1. เขียนการดำเนินการแก้ปัญหาโดยใช้วิธีวิเคราะห์ : $400 = 0$
 $400 = 0$ $F = 400$ $N = 400$
 $F = 400$ $F = 400$ $F = 400$
 $F = 400$ $F = 400$ $F = 400$

ข้อที่ 4 ตรวจสอบคำตอบ

1. เขียนสรุปคำตอบ : 400 N

2. เขียนตรวจสอบความสมเหตุสมผล : วัตถุมวล 40 กิโลกรัม จะเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัวได้เมื่อแรงดึงเท่ากับ 400 N

ภาพประกอบ 29 ตัวอย่างการตอบคำถามในโจทย์ปัญหาข้อที่ 2 และ 3 ของนักเรียนคนที่ 50

ผลที่ได้คือ นักเรียนมีความความมั่นใจและแสดงออกซึ่งความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาแต่ละข้อได้รวดเร็วยิ่งขึ้น โดยบางส่วนครูยังคงต้องกระตุ้นการตอบคำถามอยู่ แต่เน้นเพียงเล็กน้อยนักเรียนก็สามารถดำเนินการต่อได้ และเมื่อครูตรวจสอบคำตอบของนักเรียนแต่ละคนที่แสดงออกก็บ่งบอกถึงพัฒนาการด้านความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา แม้บางคนอาจจะตอบข้อคำถามบางข้อยังไม่สมบูรณ์ แต่มีพัฒนาการที่ดีมากยิ่งขึ้น โดยปัญหาที่พบมากที่สุดคือนักเรียนบางส่วนมีการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาได้คำตอบที่ไม่ถูกต้องและส่งผลให้การสรุปคำตอบและตรวจสอบความสมเหตุสมผลของนักเรียนผิดไปด้วยและบางส่วนก็ยังคงไม่เขียนคำตอบในส่วนของการสรุปและตรวจสอบคำตอบมีพัฒนาการในการเขียนแสดงคำตอบออกมามากยิ่งขึ้น

การสะท้อนความคิด : ผู้วิจัยเล็งเห็นว่า การอภิปรายคำตอบร่วมกันทั้งชั้นเรียนเกี่ยวกับคำถามทำกิจกรรมการเรียนรู้ สามารถนำมาใช้ในการทบทวนความเข้าใจและใช้เป็นวิธีการปรับความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนให้เป็นความเข้าใจในเนื้อหาที่ถูกต้องร่วมกันทั้งชั้นเรียนได้ดี ทำให้นักเรียนมีส่วนร่วมกับกิจกรรมชั้นเรียนมากขึ้น ทำให้บรรยากาศในห้องเรียน

ไม่น่าเบื่อ จึงควรนำไปใช้กับการสอนในแผนต่อไป และในส่วนของการทำงานในการจัดการเรียนการสอนชั้นอธิบายและลงข้อสรุปที่มีการใช้ข้อคำถามตามกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา สามารถส่งเสริมและกระตุ้นให้นักเรียนแสดงออกซึ่งความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเป็นวิธีการที่ดี รวมไปถึงเมื่อมีการใช้การอภิปรายร่วมกันทั้งชั้นเรียนเพื่อแสดงวิธีการหาคำตอบของนักเรียนแต่ละคน และมาร่วมกันสรุปคำตอบที่ถูกต้อง เป็นวิธีการที่สร้างความกระตือรือร้นให้นักเรียนและพร้อมที่จะบอกคำตอบของตนเองให้เพื่อนในชั้นเรียนทราบ แต่สำหรับนักเรียนที่เข้าใจยากหรือมีปัญหาในการแสดงความสามารถดังกล่าวในบางจุดและไม่กล้าที่จะถามหรือแสดงตัวว่าทำไม่ได้ ทำให้ครูเข้าไม่ถึงนักเรียนกลุ่มนี้ โดยผู้วิจัยคิดว่าครูเป็นผู้ควบคุมชั้นเรียนมากเกินไป ทั้งเริ่มต้นการดำเนินการจัดการเรียนรู้ จนไปถึงการสรุปผล เมื่อเสร็จสิ้นการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาในใบงาน โดยพฤติกรรมของครูที่ถือเป็นการควบคุมชั้นเรียนมากเกินไป คือ สอนหรือแนะนำกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ให้กับนักเรียนด้วยวิธีการของครู และไม่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้เสนอแนวทางในการแก้โจทย์ปัญหาตามรูปแบบที่ นักเรียนแต่ละคนเข้าใจ ดังนั้นครูควรสร้างบรรยากาศชั้นเรียนให้เป็นรูปแบบนักเรียนสอนนักเรียน ให้กลุ่มที่เรียนรู้เร็ว และมีเทคนิคในการแก้โจทย์ปัญหาที่ต่างกัน มาช่วยในการดำเนินการนำเสนอหน้าชั้นเรียน เพื่อเป็นตัวเลือกในส่วนของวิธีการที่เหมาะสมกับนักเรียนแต่ละคนได้ และลดบทบาทของครูในการตัดสินใจหรือควบคุมชั้นเรียนลง และให้อิสระในการนำเสนอความคิดเห็นในการแสดงออกถึงความสามารถของนักเรียนผ่านการตอบข้อคำถามที่ระบุไว้ในโจทย์ปัญหา

ผลการจัดการเรียนรู้ : แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง การประยุกต์ใช้กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน (การออกแรงลากหรือดันวัตถุบนพื้นเอียง)

การจัดการเรียนรู้ในชั้นสร้างความสนใจ ขั้นสำรวจและค้นหา ครูมีการใช้การอภิปรายร่วมกันทั้งชั้นเรียนเพื่อทำการตอบคำถามหลังจากปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ เช่น การรับชมวิดีโอ กิจกรรมการทดลอง และกิจกรรมการสาธิต เช่นเคย ซึ่งทำให้นักเรียนเกิดความคุ้นชินกับรูปแบบการเรียนรู้ลักษณะการร่วมกันแสดงความคิดเห็น แสดงคำตอบหลังการทำกิจกรรม จึงส่งผลให้นักเรียนมีความกระตือรือร้น และสนใจในการหาคำตอบจากการทำกิจกรรมมากขึ้น ส่วนในชั้นอธิบายและลงข้อสรุปครูใช้ใบงานที่ระบุข้อคำถามตามกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยาแบบเดิม และในการทำโจทย์ข้อที่ 1 ครูยังคงจะร่วมกันทำการแก้โจทย์ปัญหาไปพร้อมกันทั้งชั้นเรียน โดยนักเรียนอ่านโจทย์ปัญหาพร้อมกัน และอภิปรายคำตอบ ซึ่งคำตอบจะถูกเขียนไว้บนกระดาน และสรุปคำตอบที่ถูกต้องมาใส่ในใบงานของนักเรียนแต่ละคน เมื่อเสร็จสิ้นในข้อที่ 1 ครูให้เวลาในการทำโจทย์ข้อที่ 2 และ 3 โดยเมื่อนักเรียนทำเสร็จครูจะสุ่มนักเรียนจำนวน 2 คน

เพื่อมาแสดงวิธีการดำเนินการแก้ไขปัญหของตนเอง และปล่อยให้ นักเรียนร่วมกันอภิปรายการตอบคำถามของเพื่อนที่ออกมาแนะนำเสนอ พร้อมปรับข้อบกพร่องของคำตอบที่เพื่อนเขียนบนกระดานร่วมกันให้ได้คำตอบที่สมบูรณ์ที่สุด ซึ่งผลที่ได้คือ นักเรียนมีส่วนร่วมทั้งชั้นเรียนอย่างเต็มที่นักเรียนที่ไม่กล้าถามหรือแสดงออกว่าไม่รู้ มีความกล้าที่จะถามเพื่อนที่ออกมาแนะนำเสนอมากขึ้น และเพื่อนทั้งชั้นเรียนสามารถช่วยกันอธิบายนักเรียนที่เข้าใจคลาดเคลื่อนหรือไม่สามารถแก้ไขปัญหาก็ได้ ให้มีความเข้าใจที่ถูกต้องมากยิ่งขึ้น และผลที่ได้คือ นักเรียนที่อยู่ในกลุ่มที่ไม่สามารถตอบคำถามย่อยแต่ละข้อให้ครบถ้วนได้ มีการพัฒนาสามารถเขียนระบุคำตอบให้ครบถ้วนมากขึ้น โดยมีการเขียนระบุคำตอบทุกข้อคำถามย่อยได้แต่อาจเป็นคำตอบที่ยังไม่ถูกต้องโดยสมบูรณ์ ขึ้นอยู่กับว่านักเรียนมีความเข้าใจโจทย์ปัญหาและสามารถนำประสบการณ์จากการเรียนรู้ในห้องเรียนมาประยุกต์ใช้ได้มากน้อยเพียงใดส่วนนักเรียนที่อยู่ในกลุ่มที่สามารถแก้โจทย์ปัญหาได้คำตอบที่ถูกต้อง แต่เขียนกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาบางกระบวนการไม่ครบถ้วนนั้น มีพัฒนาการโดยเขียนระบุคำตอบได้ครบถ้วนมากขึ้น เช่น การเขียนหลักการสมการที่เกี่ยวข้อง และเขียนสรุปคำตอบพร้อมตรวจสอบความสมเหตุสมผล ในส่วนของนักเรียนบางกลุ่มยังคงเขียนได้เพียงแต่สิ่งที่โจทย์กำหนด สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ เขียนแผนภาพที่ระบุปริมาณที่เกี่ยวข้องได้ไม่ครบ เขียนเพียงสมการกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันแต่ไม่เขียนหลักการย่อยอื่น ๆ และไม่สามารถดำเนินการแก้ไข เขียนสรุปพร้อมกับตรวจสอบคำตอบได้

การสะท้อนความคิด : จากผลการทำกิจกรรม พบว่า การอภิปรายร่วมกันทั้งชั้นเรียน หลังการทำกิจกรรมการเรียนรู้ทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจที่ถูกต้องในเนื้อหาได้ดี เพราะเป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนที่ยังไม่กล้าถามและ หรือไม่เข้าใจว่าตนเองนั้นเกิดความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนตรงส่วนใด ได้มีการโต้แย้ง อภิปราย ชักถามเพื่อนร่วมชั้นเรียนและครู เพื่อให้ตนเองเกิดความเข้าใจที่ชัดเจนมากขึ้น และเมื่อมีการนำการอภิปรายคำตอบจากการนำเสนอการแก้ไขโจทย์ปัญหาตามกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยาหน้าชั้นเรียน สามารถทำให้ครูทราบถึงข้อบกพร่องในการแสดงออกซึ่งความสามารถของแต่ละคน โดยมีการเปิดโอกาสให้ออกมาแนะนำวิธีการดำเนินการแก้ไขโจทย์ปัญหาจนได้มาซึ่งคำตอบหน้าชั้นเรียนและนำคำตอบที่นำเสนอแต่ละข้อคำถามย่อยมาทำการอภิปรายร่วมกัน จะส่งผลให้บรรยากาศในชั้นเรียนเป็นชั้นเรียนที่นักเรียนเป็นศูนย์กลางมากขึ้น ทำให้นักเรียนกล้าแสดงออกถึงความสามารถดังกล่าว ที่ยังบกพร่องและมีความกระตือรือร้นในการเรียนรู้ในวิธีการดำเนินการแก้ไขโจทย์ปัญหาที่หลากหลายจากการนำเสนอหน้าชั้นเรียน ซึ่งถือเป็นการสร้างประสบการณ์ในการดำเนินการแก้ไขโจทย์ปัญหาการตรวจสอบคำตอบ และเป็นผลดีกับครูให้ได้ทราบถึงข้อบกพร่องของนักเรียนแต่ละคนจากการ

ตอบคำถามในใบงานและระหว่างการพูดคุยกับเพื่อนในช่วงการอภิปราย และเมื่อสัมภาษณ์นักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้ ได้คำตอบเป็นดังนี้ นักเรียนคนที่ 41 “ผมชอบคำถามที่ให้หาคำตอบในลักษณะที่เป็นขั้นตอนดีครับ ทำให้ผมรู้ว่าต้องดูอะไรบ้าง สังเกตอะไรบ้าง” นักเรียนคนที่ 46 “ชอบครับตอนที่ให้เพื่อนไปนำเสนอ ผมว่ามันทำให้รู้ว่าผมผิดตรงไหน” นักเรียนคนที่ 10 “ผมได้รู้พวกการแทนเลขจากเพื่อน ตอนเพื่อนออกมาทำให้ดูเพราะผมไม่เก่งเลข” นักเรียนคนที่ 27 “ตอนแรกผมคิดว่าตอนตรวจสอบคำตอบมันต้องเขียนสรุปยาว ๆ อย่างเดียว ตอนนี้รู้แล้วครับว่ามันทำได้หลายแบบ ผมงงตั้งนาน”

ดังนั้นผู้วิจัยจึงเห็นว่า การอภิปรายคำตอบจากการนำเสนอการแก้โจทย์ปัญหาตามกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยาหน้าชั้นเรียน สามารถเสริมสร้างประสบการณ์ในการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาและการสรุปพร้อมตรวจสอบคำตอบที่หลากหลายได้ โดยการใช้ข้อคำถามที่กระตุ้นความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาตามกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยาที่ใช้ในการระบุในโจทย์ปัญหาแต่ละข้อ เป็นดังนี้ 1) เขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ 2) วาดภาพการเคลื่อนที่พร้อมทั้งระบุขนาดและทิศทางของปริมาณต่าง ๆ ตามที่โจทย์กำหนด 3) เขียนสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ 4) เขียนกำหนดตัวแปรแทนปริมาณทางฟิสิกส์ 5) เขียนหลักการและสมการความสัมพันธ์ 6) เขียนการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา 7) เขียนสรุปคำตอบ 8) เขียนตรวจสอบความสมเหตุสมผล ซึ่งแต่ละข้อคำถามที่ระบุในโจทย์ปัญหา จะสามารถสะท้อนให้ครูสามารถทราบถึงความสามารถของนักเรียนแต่ละคนได้เป็นอย่างดี และสามารถทำการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง เพื่อเสริมความสามารถที่ยังบกพร่องให้เกิดการพัฒนาได้ดียิ่งขึ้น โดยผู้วิจัยจึงเห็นว่าการใช้วิธีการนำเสนอการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาจนได้มาซึ่งคำตอบ ของนักเรียนที่มีแนวทางในการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา และการสรุปพร้อมตรวจสอบคำตอบด้วยวิธีที่แตกต่างกัน จะสามารถทำให้เพื่อนร่วมชั้นเรียนมองภาพการแก้โจทย์ปัญหาด้วยวิธีที่หลากหลายมากขึ้น อีกทั้งการนำคำตอบที่นักเรียนนำเสนอแต่ละข้อคำถามย่อยของนักเรียนที่ออกมานำเสนอแต่ละคน มาทำการร่วมกันอภิปรายถึงความถูกต้อง และวิธีการที่เลือกใช้ จะสามารถสร้างประสบการณ์ที่หลากหลาย เพื่อให้นักเรียนเลือกใช้วิธีการในด้านการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา และตรวจสอบคำตอบให้เหมาะสมกับตนเองมากที่สุด จึงควรใช้การอภิปรายร่วมกันทั้งชั้นเรียนและการอภิปรายคำตอบจากการนำเสนอการแก้โจทย์ปัญหาตามกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยาหน้าชั้นเรียนในการจัดการเรียนรู้ สำหรับแผนต่อ ๆ ไป

ตอนที่ 4 ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียน ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา

หลังการได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา พบว่าคะแนนเฉลี่ยความพึงพอใจ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยาในภาพรวมและรายด้าน อยู่ในระดับ มากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.17 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.11 โดยค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความพึงพอใจรายด้าน เป็นดังนี้ ด้านกระบวนการจัดการเรียนรู้ ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.18 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.17 ด้านบรรยากาศการเรียนรู้ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.16 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.09 ด้านการใช้สื่อการเรียนรู้ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.12 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.06 ด้านการวัดและประเมินผล มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.20 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.06 ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ ทำการวิเคราะห์โดยใช้ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานผลเป็นดังตาราง 12

ตาราง 12 คะแนนเฉลี่ยระดับความพึงพอใจของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา

ความพึงพอใจหลังการได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา	N	$\bar{x}$	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
ด้านกระบวนการจัดการเรียนรู้				
ข้อที่ 1 ครูมีการชี้แจงขอบเขตเนื้อหา จุดประสงค์ในการจัดการเรียนรู้การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยาทำให้นักเรียนแต่ละครั้งที่ชัดเจน	50	4.42	0.76	มากที่สุด
ข้อที่ 2 กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยาส่งเสริมให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างกัน	50	4.28	0.78	มากที่สุด
ข้อที่ 3 เนื้อหาที่นำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยาเป็นเนื้อหาที่สอดคล้องกับชีวิตประจำวัน	50	3.92	0.90	มาก

ตาราง 12 (ต่อ)

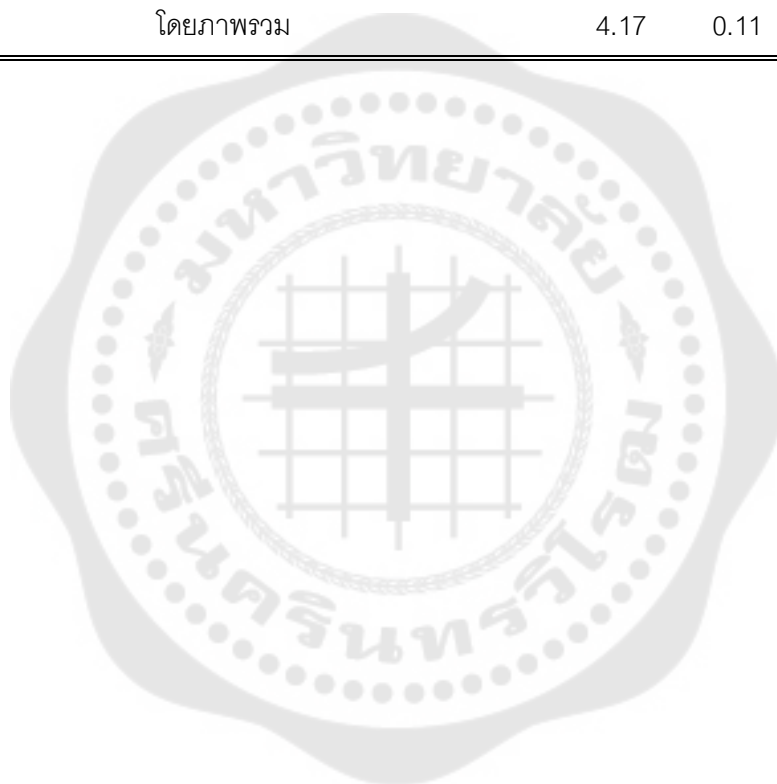
ความพึงพอใจหลังการได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา	N	$\bar{x}$	S.D.	ระดับความ พึงพอใจ
ข้อที่ 4 การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา ของโพลยาที่ครูใช้ทำให้นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหา ได้ดียิ่งขึ้น	50	4.18	0.75	มากที่สุด
ข้อที่ 5 กิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้โจทย์ ปัญหาของโพลยาที่มีความหลากหลาย	50	4.10	0.81	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยรายด้าน		4.18	0.17	มากที่สุด
ด้านบรรยากาศการเรียนรู้				
ข้อที่ 1 สภาพห้องเรียนเอื้อต่อการเรียนรู้ด้วยกระบวนการ แก้โจทย์ปัญหาของโพลยา	50	4.00	0.83	มาก
ข้อที่ 2 ครูสร้างบรรยากาศในชั้นเรียนที่ส่งเสริมการเรียนรู้ ด้วยกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยาของนักเรียน	50	4.28	0.73	มากที่สุด
ข้อที่ 3 การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา ของโพลยาทำให้นักเรียนได้ มีโอกาสแสดงความคิดเห็น ระหว่างและหลังการจัดการเรียนรู้	50	4.18	0.96	มากที่สุด
ข้อที่ 4 การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา ของโพลยาทำให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมการ เรียนรู้	50	4.14	0.78	มากที่สุด
ข้อที่ 5 มีการสรุปและอภิปรายหลังการปฏิบัติกิจกรรมการ เรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา	50	4.20	0.86	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยรายด้าน		4.16	0.09	มากที่สุด
ด้านการใช้สื่อการเรียนรู้				
ข้อที่ 1 สื่อ อุปกรณ์และเอกสารในกิจกรรมการเรียนรู้ด้วย กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยาสอดคล้องกับ เนื้อหา	50	4.16	0.84	มากที่สุด

ตาราง 12 (ต่อ)

ความพึงพอใจหลังการได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา	N	$\bar{x}$	S.D.	ระดับความ พึงพอใจ
ข้อที่ 2 การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา ของโพลยาทำให้นักเรียนได้เรียนรู้จากสื่อ และอุปกรณ์ การเรียนรู้ที่หลากหลาย	50	4.16	0.82	มากที่สุด
ข้อที่ 3 การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา ของโพลยาทำให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเลือกใช้สื่อ อุปกรณ์	50	4.06	0.87	มาก
ข้อที่ 4 ครูชี้แจงแหล่งการสืบค้นข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อ การเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา	50	4.18	0.96	มากที่สุด
ข้อที่ 5 สื่อ และอุปกรณ์ในการจัดการเรียนรู้ด้วย กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยาสามารถหาได้จาก สิ่งรอบตัวในชีวิตประจำวัน	50	4.04	0.92	มาก
ค่าเฉลี่ยรายด้าน		4.12	0.06	มากที่สุด
ด้านการวัดและประเมินผล				
ข้อที่ 1 การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา ของโพลยาทำให้นักเรียนทราบแนวทางการวัดและ ประเมินผลที่ชัดเจน	50	4.12	0.80	มากที่สุด
ข้อที่ 2 การวัดและประเมินผลการเรียนสอดคล้องกับ วัตถุประสงค์ของการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ โจทย์ปัญหาของโพลยา	50	4.16	0.89	มากที่สุด
ข้อที่ 3 มีการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ด้วย กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยาด้วยเครื่องมือที่ หลากหลาย	50	4.20	0.76	มากที่สุด
ข้อที่ 4 นักเรียนมีความพึงพอใจในการวัดและประเมินผล ก่อนเรียน ระหว่างเรียนและหลังเรียนด้วยกระบวนการแก้ โจทย์ปัญหาของโพลยา	50	4.24	0.82	มากที่สุด

ตาราง 12 (ต่อ)

ความพึงพอใจหลังการได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา	n	$\bar{x}$	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
ข้อที่ 5 การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยาทำให้นักเรียนได้รับข้อเสนอแนะเป็นข้อมูลย้อนกลับจากครู	50	4.30	0.81	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยรายด้าน		4.20	0.06	มากที่สุด
โดยภาพรวม		4.17	0.11	มากที่สุด



บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยนี้เป็นวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน ทำให้ได้มาซึ่งแนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้ โดยใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา และผลที่มีต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งมีสาระสำคัญในการสรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะดังนี้

ความมุ่งหมายของงานวิจัย

1. เพื่อศึกษาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา
2. เพื่อเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา
3. เพื่อเสนอแนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยาที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
4. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา

สมมติฐานของการวิจัย

1. นักเรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ โดยภาพรวมและกระบวนการแก้โจทย์ปัญหารายด้าน หลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ และสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด
2. นักเรียนมีระดับความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยาอยู่ในระดับมาก

วิธีการดำเนินการวิจัย

กลุ่มที่ศึกษา เป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 เป็นโรงเรียนชายล้วน มีนักเรียนตั้งแต่ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นถึงระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวนนักเรียน 1,500 คน โดยถูกเลือกมาแบบเจาะจง (Purposive

Sampling) จากห้องเรียนที่ผู้วิจัยทำการสอนด้วยตนเอง และเป็นกลุ่มที่มีปัญหาในการแสดงออก ซึ่งความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ จำนวน 50 คนซึ่งแบ่งเป็น 2 ห้องเรียน คือห้อง 4/2 และ 4/3 ห้องละ 25 คน ถูกเลือกมาจากนักเรียน จำนวน 100 คน จากโรงเรียนเดียวกัน เป็นห้องเรียนที่จัดนักเรียนแบบคละความสามารถและได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้มีทั้งหมด 3 เครื่องมือ ดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้ ในเนื้อหาเรื่อง กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน เป็นแผนที่มีการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้นตอน โดยนำกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา ไปแทรกในขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ที่มีการนำเสนอสถานการณ์โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ ได้แก่ ขั้นตอนอธิบายและลงข้อสรุป และขั้นขยายความรู้ จำนวน 6 แผน แต่ละแผนใช้เวลาในการจัดการเรียนการสอน 2 คาบ (100 นาที) ประกอบด้วย แผนที่ 1 เรื่อง กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน แผนที่ 2 เรื่อง การชั่งน้ำหนักในลิฟต์และเครื่องชั่งสปริง แผนที่ 3 เรื่อง การออกแรงลากหรือดันวัตถุบนพื้นราบ แผนที่ 4 เรื่อง การออกแรงลากหรือดันวัตถุบนพื้นเอียง แผนที่ 5 เรื่อง การลากหรือดันวัตถุที่อยู่ติดกัน แผนที่ 6 เรื่อง การลากหรือดันวัตถุที่อยู่ติดกันกรณีมีเชือกผูกระหว่างวัตถุ โดยแผนได้รับการตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ และการวัด และประเมินผล และตรวจสอบความเหมาะสมด้านการใช้ภาษาและการนำไปใช้ จากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน ค่าดัชนีความสอดคล้องของแต่ละแผนมีค่า 3.67-4.67 และค่าความเหมาะสมด้านการใช้ภาษาและการนำไปใช้ ของแต่ละแผนมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 3.67-4.67 อยู่ในระดับมากขึ้นไป และทำการปรับแก้ไขกิจกรรมการเรียนรู้ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญและปรับใบความรู้ให้เกิดความสมบูรณ์และเหมาะสมก่อนนำไปใช้จริง

2. แบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ เป็นแบบวัดอัตนัย จำนวน 6 ข้อ ตามกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา ซึ่งแบบวัดฯ ที่พัฒนาขึ้น ได้ผ่านการตรวจสอบความสอดคล้องของข้อคำถามกับนิยามศัพท์เฉพาะของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและตรวจสอบความเหมาะสมด้านการใช้ภาษาและการนำไปใช้ จากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน โดยมีค่าดัชนีความสอดคล้อง เป็น 1 ทุกข้อ และค่าความเหมาะสมด้านภาษาและการนำไปใช้ของคำถามในแบบวัดมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 4.00 - 4.67 จากนั้น นำแบบวัดไปทดลองใช้กับนักเรียนจำนวน 80 คน ซึ่งเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 และคำนวณค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดทั้งฉบับมีค่าเท่ากับ 0.83 ค่าดัชนีอำนาจจำแนกมีค่าอยู่ระหว่าง 0.25-0.63 และค่าดัชนีความยากมีค่าอยู่ระหว่าง 0.23-0.35 ในส่วนของเกณฑ์การให้คะแนนแบบวัด มีค่าความเหมาะสมด้านภาษาและการนำไปใช้อยู่ระหว่าง 4.20 - 4.50

3. แบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา มีลักษณะเป็นมาตราประมาณค่าของลิเคิร์ท (Likert Rating Scale) 5 ระดับมี 4 ด้าน ประกอบไปด้วย ด้านกระบวนการจัดการเรียนรู้ ด้านบรรยากาศการเรียนรู้ ด้านการใช้สื่อการเรียนรู้ และด้านการวัดและประเมินผล โดยแต่ละด้านมีข้อคำถามด้านละ 5 ข้อคำถาม รวม 20 ข้อคำถาม โดยแบบสอบถามฯ ผ่านการตรวจสอบความสอดคล้องของข้อความกับนิยามศัพท์เฉพาะของของความพึงพอใจ และตรวจสอบความเหมาะสมด้านการใช้ภาษาและการนำไปใช้จากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คนโดยแบบประเมินมีค่าดัชนีความสอดคล้อง เท่ากับ 1 ทุกข้อคำถาม และความเหมาะสมด้านภาษาและการนำไปใช้ของข้อความอยู่เท่ากับ 5 ทุกข้อคำถาม

4. การศึกษานำร่องก่อนนำเครื่องมือไปใช้จริง ผู้วิจัยนำแผนทั้ง 6 แผน รวมไปถึงแบบวัด และแบบสอบถามความพึงพอใจ ไปทดลองใช้กับกลุ่มนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เลือกแบบเจาะจง โดยเป็นห้องเรียนที่คล่องความสามารถและมีปัญหาด้านการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ เหมือนกับกลุ่มที่ศึกษาพบปัญหาในด้านการบริหารจัดการเวลาในการจัดการเรียนการสอนในแต่ละแผน และคำถามที่ใช้ในระหว่างการจัดการเรียนรู้ ไม่สามารถกระตุ้นให้นักเรียนตอบคำตอบที่ผู้วิจัยต้องการได้ จึงได้ทำการปรับปรุงแก้ไขก่อนนำไปใช้จริงกับกลุ่มที่ศึกษา

5. การเก็บรวบรวมข้อมูลวิจัย ผู้วิจัยทำการเก็บข้อมูลก่อนทำการทดลองใช้แผนกับกลุ่มที่ศึกษา (Pretest) ด้วยแบบวัด ซึ่งเป็นแบบวัดรูปแบบอัตนัย จำนวน 6 ข้อ และทำการดำเนินการจัดการเรียนรู้ด้วยแผน จำนวน 6 แผน เพื่อให้ได้มาซึ่งแนวการปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้ในการส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา ตามขั้นตอนของงานวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน (Classroom Action Research) ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ที่เป็นไปตามแนวคิดของ ชูเบอร์และสเคอร์ริท (Zuber & Skeritt, 1992: 130) โดยมีรายละเอียดในการดำเนินการ ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นวางแผน เป็นการวางแผนตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน และนำปัญหา อุปสรรคจากการศึกษานำร่อง ที่ศึกษาเกี่ยวกับปัญหาที่ทำให้ นักเรียนไม่สามารถดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์จนได้มาซึ่งคำตอบที่สมบูรณ์ได้ มาทำการวางแผนเพื่อนำมาใช้ในการดำเนินการจัดการเรียนรู้ให้กับกลุ่มนักเรียนที่ต้องการศึกษาผลของการพัฒนาระดับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา

ขั้นที่ 2 ขั้นปฏิบัติการ เป็นการนำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน มาใช้กับกลุ่มนักเรียนที่ต้องการศึกษาผลของการพัฒนาระดับความสามารถ ตามที่ได้วางแผนไว้ในขั้นที่ 1 โดยการจัดการเรียนรู้ในแผนที่ 1 เรื่อง กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน มีการแทรกกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ชั้นอธิบายและลงข้อสรุป และ

ชั้นขยายความรู้ ซึ่งเป็นชั้นที่มีการนำเสนอสถานการณ์โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ โดยจัดการเรียนรู้เป็นเวลา 2 คาบ คาบละ 50 นาที รวม 100 นาที

ขั้นที่ 3 ขั้นการสังเกต ผู้วิจัยทำการสังเกตพฤติกรรมที่นักเรียนแสดงออกถึงการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมในการแก้โจทย์ปัญหาที่นักเรียนแสดงออกระหว่างการสอน

ขั้นที่ 4 ขั้นการสะท้อน เป็นการสะท้อนผลจากการจัดการเรียนรู้ ผ่านการบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ถึงปัญหาและอุปสรรคหลังการจัดการเรียนรู้ของผู้สอน สะท้อนจากใบงานและสะท้อนผลจากการสัมภาษณ์นักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้เกี่ยวกับปัญหาที่ส่งผลต่อการแสดงออกถึงพฤติกรรมในการแก้โจทย์ปัญหา ซึ่งผลเหล่านี้จะนำไปทำการวางแผนเพื่อทำการปรับปรุงกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ ในแผนที่ 2 เรื่อง การชั่งน้ำหนักในลิฟต์และเครื่องชั่งสปริง และทำการดำเนินการขั้นปฏิบัติการ และขั้นสังเกต แล้วจึงนำมาทำการสะท้อนผลอีกครั้งในส่วนที่ได้ทำการแก้ไขและปรับปรุงปัญหาที่เกิดขึ้นจากการจัดการเรียนรู้แผนที่ 1 และสะท้อนปัญหาที่เกิดขึ้นจากการจัดการเรียนรู้แผนที่ 2 เพื่อนำสิ่งที่ได้รับการปรับปรุงแล้ว รวมถึงปัญหาที่เกิดขึ้นใหม่ไปทำการหาวิธีการดำเนินการแก้ไขปรับปรุงอีกครั้ง และนำไปใช้ในแผนในลำดับถัดไป โดยการดำเนินกิจกรรมตามขั้นตอนทั้ง 4 ขั้น ได้แก่ ขั้นวางแผนขั้นปฏิบัติการขั้นสังเกต และขั้นสะท้อนผล จะมีการปรับปรุงลักษณะการดำเนินการวิจัยในแต่ละไปเรื่อย ๆ จนครบ 6 แผน โดยหลังจากดำเนินการจัดการเรียนรู้ครบทั้ง 6 แผนแล้ว จึงนำแบบวัดมาดำเนินการทดสอบหลังการจัดการเรียนรู้ (Posttest) กับกลุ่มที่ศึกษาซึ่งใช้แบบวัด เป็นฉบับเดียวกับที่ใช้ในการวัดก่อนการจัดการเรียนรู้ และใช้แบบสอบถามในการวัดความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา โดยผู้วิจัยได้ทำการจัดกระทำข้อมูลที่ได้จากการใช้แบบวัดฯ ด้วยการนำแบบวัดมาทำการตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์การให้คะแนนและนำผลคะแนนรวมที่ได้มาทำการแปลความหมายของระดับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียน

6. การวิเคราะห์ข้อมูล แบ่งออกเป็น 4 ตอน ตามสมมติฐานการวิจัย คือ ตอนที่ 1 ผลวิเคราะห์ความสามารถของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา ซึ่งวิเคราะห์โดยใช้สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ยเลขคณิตและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ตอนที่ 2 คือ ผลการวิเคราะห์ด้วยการเปรียบเทียบคะแนนความสามารถของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา วิเคราะห์โดยใช้การทดสอบค่าทีสำหรับกลุ่มที่ศึกษาที่ไม่เป็นอิสระกัน (t-test for Dependent Samples) และการเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการ

แก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ กับเกณฑ์ 70% โดยใช้การทดสอบค่าทีแบบทางเดียว (One Sample t-test แบบ One-Tailed test) ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์แนวการปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา โดยเป็นการวิเคราะห์รูปแบบการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา (Content Analysis) ตอนที่ 4 ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา วิเคราะห์โดยใช้สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

สรุปผลการวิจัย

จากการวิจัย เรื่อง แนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้ โดยใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา และผลที่มีต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สามารถสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

1. นักเรียนมีระดับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์อยู่ในระดับพอใช้ทั้งก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา โดยมีคะแนนเฉลี่ยก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้เท่ากับ 25.70 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 8.22 ส่วนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ย 42.92 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 15.49 และเมื่อนำคะแนนความสามารถ โดยภาพรวมทั้งก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้มาเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ที่กำหนด (84 คะแนน) (เอกวิทย์ ดวงแก้ว, 2559: 125) พบว่า หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ นักเรียนมีค่าคะแนนเฉลี่ยความสามารถ ต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ที่กำหนด (84 คะแนน) (เอกวิทย์ ดวงแก้ว, 2559: 125) โดยมีจำนวนนักเรียนผ่านเกณฑ์ 2 คน และไม่ผ่านเกณฑ์ 48 คน

2. เมื่อพิจารณาผล คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์รายพฤติกรรม ทั้งก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ พบว่า พฤติกรรมที่นักเรียนในกลุ่มตัวอย่างมีคะแนนเฉลี่ยสูงสุด คือ การทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา รองลงมาคือ การเขียนแสดงแผนภาพ พร้อมทั้งระบุขนาดและทิศทางของปริมาณทางฟิสิกส์ตามสถานการณ์ที่โจทย์กำหนด การหาวิธีการแก้โจทย์ปัญหา การดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา และการสรุปและตรวจสอบคำตอบตามลำดับ

3. นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบวัด ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้มีค่าสูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05 และผลของการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของความสามารถทั้ง 5 พฤติกรรม พบว่า หลัง

ได้รับการจัดการเรียนรู้ทุกพฤติกรรมมีคะแนนความสามารถสูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

4.แนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา มีทั้งหมด 4 แนวปฏิบัติ ดังนี้

แนวปฏิบัติที่ดี 1 สื่อวีดิทัศน์ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ในชีวิตประจำวันหรือ กิจกรรมกระตุ้นความสนใจร่วมกับคำถามกระตุ้นความคิดในการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ โจทย์ปัญหาของโพลยา ส่งผลต่อการแสดงออกถึงความรู้เดิมของนักเรียน

แนวปฏิบัติที่ดี 2 การใช้กิจกรรมการทดลองในการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการ แก้โจทย์ปัญหาของโพลยาร่วมกับคำถามท้ายกิจกรรมส่งเสริมการวาดภาพและระบุปริมาณต่าง ๆ ที่มีความสัมพันธ์กับสถานการณ์โจทย์ปัญหาได้

แนวปฏิบัติที่ดี 3 การใช้กิจกรรมการสาธิตในการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการ แก้โจทย์ปัญหาของโพลยาสามารถส่งเสริมความเข้าใจในหลักการและสมการความสัมพันธ์ของ ปริมาณต่าง ๆ ในสถานการณ์โจทย์ปัญหาได้

แนวปฏิบัติที่ดี 4 การอภิปรายร่วมกันทั้งชั้นเรียนและการอภิปรายคำตอบจาก การนำเสนอการแก้โจทย์ปัญหาตามกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยาหน้าชั้นเรียนทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจที่ถูกต้องในเนื้อหาและการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์

5.นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา โดยภาพรวมและรายด้านอยู่ในระดับมากขึ้นไปทุกด้าน โดยความพึงพอใจด้านกระบวนการจัดการเรียนรู้ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.18 ด้านบรรยากาศการ เรียนรู้ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.16 ด้านการใช้สื่อการเรียนรู้ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.12 ด้านการวัดและ ประเมินผล มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.20 ซึ่งในภาพรวมความพึงพอใจของ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 4 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.17 อยู่ในระดับ มากที่สุด

อภิปรายผล

ประเด็นที่ผู้วิจัยนำมาทำการอภิปรายผลมี 5 ประเด็น คือ 1) ผลคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ โดยใช้กระบวนการแก้โจทย์ ปัญหาของโพลยา 2) ผลคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์รายพฤติกรรม เมื่อได้รับการจัดการเรียนรู้ โดยใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา 3) ผลคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ กับเกณฑ์ที่กำหนด 4) แนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้

โดยใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยาที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ 5) ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา เป็นต้น

1. ผลคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ โดยใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา

จากผลการวิเคราะห์คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ของนักเรียนพบว่าคะแนนเฉลี่ยหลังได้รับการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 หมายถึง การจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา สามารถนำมาใช้ในการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ได้เป็นอย่างดี ทั้งนี้ เนื่องจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา มีการปฏิบัติตามลำดับขั้นที่ชัดเจน จนได้มาซึ่งคำตอบที่ถูกต้องและสมบูรณ์เป็นหนึ่งในวิธีการที่ส่งเสริมการคิดวิเคราะห์หาคำตอบของโจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ให้กับนักเรียนได้ ทั้งยังลดบทบาทครูผู้สอนให้เป็นเพียงผู้ที่คอยอำนวยความสะดวก แนะนำและให้คำปรึกษากับนักเรียน ดังงานวิจัยของ อาชิ ดาราแม (2559: 31) ที่ได้กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา เป็นกระบวนการคิดแก้โจทย์ปัญหาอย่างรอบคอบและมีขั้นตอนชัดเจน จึงสามารถกล่าวได้ว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยาสามารถทำให้ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ของนักเรียนพัฒนาขึ้นได้ กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา (Polya, 1945: 1-5) ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 การทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา ขั้นที่ 2 การวางแผนการดำเนินการแก้โจทย์ ขั้นที่ 3 การดำเนินการตามแผน และขั้นที่ 4 ตรวจสอบผลลัพธ์ ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการจัดการเรียนรู้ โดยนำกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยาทั้ง 4 ขั้นตอนนี้ไปใช้ในการสร้างข้อคำถามย่อย ๆ ที่เป็นลำดับขั้นตอน โดยทำการแทรกข้อคำถามไว้ในโจทย์ปัญหาของใบงานที่กำหนดไว้ แต่ละแผน ข้อคำถามเหล่านี้มีส่วนช่วยกระตุ้นให้นักเรียนแสดงออกถึงความสามารถดังกล่าว โดยข้อคำถามที่ระบุในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยาสามารถส่งเสริมพฤติกรรมที่แสดงออกถึงความสามารถแต่ละพฤติกรรมได้ ดังนี้ ข้อคำถามที่ระบุให้นักเรียน “เขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้” และ “วาดแผนภาพ” เป็นข้อคำถามที่เป็นไปตามกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาข้อที่ 1 การทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา โดยข้อคำถามนี้ส่งผลให้นักเรียนแสดงพฤติกรรมการอ่านและวิเคราะห์สถานการณ์โจทย์ปัญหา การเขียนสิ่งที่โจทย์ปัญหามกำหนดพร้อมเงื่อนไขของสถานการณ์ในโจทย์ปัญหาเป็นรูปแบบข้อความ ซึ่งรวมไปถึงการวาดแผนภาพพร้อมระบุขนาดและทิศทางของปริมาณต่าง ๆ ตามสถานการณ์ที่โจทย์กำหนดได้ 2)

ข้อคำถามที่ระบุให้นักเรียน “เขียนสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ”, “กำหนดตัวแปรแทนปริมาณทางฟิสิกส์” และ “เขียนหลักการและสมการทางฟิสิกส์ที่เกี่ยวข้อง” ซึ่งเป็นข้อคำถามที่เป็นไปตามกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาข้อที่ 2 การวางแผนการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา โดยข้อคำถามนี้ส่งผลให้นักเรียนแสดงพฤติกรรมการนำองค์ประกอบของโจทย์ปัญหามาดำเนินการเขียนเป็นตัวแปรทางฟิสิกส์ ในรูปของสมการและทำการวางแผนการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา หาความสัมพันธ์ของตัวแปรทางฟิสิกส์ตามที่โจทย์กำหนด 3) ข้อคำถามที่ระบุให้นักเรียน “แสดงวิธีทำ” ซึ่งเป็นข้อคำถามที่เป็นไปตามกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาข้อที่ 3 การดำเนินการตามแผน โดยข้อคำถามนี้ส่งผลให้นักเรียนสามารถนำค่าที่เป็นตัวเลข หรือค่าตัวแปรที่เป็นตัวแทนของปริมาณต่าง ๆ ที่ระบุไว้ในโจทย์ปัญหามาดำเนินการในสมการตามเงื่อนไขของสถานการณ์ในโจทย์ปัญหา และดำเนินการทางคณิตศาสตร์ จนได้มาซึ่งคำตอบ 4) ข้อคำถามที่ระบุให้นักเรียน “สรุปคำตอบ” และ “ตรวจสอบคำตอบ” ซึ่งเป็นข้อคำถามที่เป็นไปตามกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาข้อที่ 4 ตรวจสอบผลลัพธ์ โดยข้อคำถามนี้ส่งผลให้นักเรียนสามารถแสดงพฤติกรรมเขียนสรุปคำตอบในรูปแบบข้อความบรรยายถึงปริมาณที่โจทย์ต้องการทราบ หรือเขียนเป็นสัญลักษณ์ทางฟิสิกส์และระบุค่าที่เป็นคำตอบ พร้อมทั้งระบุหน่วยของปริมาณทางฟิสิกส์นั้นได้ และสามารถตรวจสอบความเป็นเหตุเป็นผลของคำตอบตามรูปแบบของแต่ละสถานการณ์โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ ได้แก่ การสรุปความสัมพันธ์สมเหตุสมผลจากการคำนวณค่าย้อนกลับเพื่อดูความเท่ากันของสมการทางคณิตศาสตร์การหาปริมาณที่โจทย์ต้องการทราบจากการดำเนินการอีกวิธีหนึ่งเพื่อตรวจสอบคำตอบหรือการวิเคราะห์และระบุถึงความสมเหตุสมผลที่ได้มากับเงื่อนไขที่สถานการณ์ในโจทย์ปัญหากำหนดได้ โดยการใช้ข้อคำถามตามกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยาที่ระบุไว้ในใบงานของแผนทั้ง 6 แผนสามารถส่งเสริมให้นักเรียนแสดงออกถึงความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ จึงทำให้คะแนนความสามารถหลังได้รับการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ โดยเป็นไปในแนวทางเดียวกันกับงานวิจัยของ ทิตยา สลิน (2562: 103) ที่มีการกำหนดข้อคำถามที่เป็นไปตามกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยาเพื่อใช้ในการกระตุ้นให้นักเรียนแสดงความสามารถให้ได้เต็มศักยภาพมากที่สุด โดยข้อคำถามที่ใช้เป็นดังนี้ “โจทย์ต้องการอะไร”, “โจทย์กำหนดอะไรบ้าง”, “เชื่อมโยงข้อมูลที่ได้กับสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ”, “ดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา” และ “พิจารณาความถูกต้องของคำตอบ” ซึ่งข้อคำถามนี้สามารถส่งเสริมให้นักเรียนแสดงคำตอบที่เป็นลำดับขั้นตอนและเป็นไปตามกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา โดยแสดงออกถึงพฤติกรรมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนได้เป็นอย่างดี ส่งผลให้คะแนนความสามารถของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้

2. ผลคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางพีสิกส์รายพฤติกรรมเมื่อได้รับการจัดการเรียนรู้ โดยใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา

ผลการวิจัยสะท้อนให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้ โดยใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยาสามารถพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนและเมื่อพิจารณาเป็นรายพฤติกรรมทั้ง 5 พฤติกรรม ได้แก่ 1) การทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา 2) การเขียนแสดงแผนภาพ 3) การหาวิธีการแก้โจทย์ปัญหา 4) การดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา 5) การสรุปและตรวจสอบคำตอบ จะเห็นได้ว่าความสามารถในการทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา มีค่าคะแนนเฉลี่ยมากที่สุดทั้งนี้เพราะนักเรียนต้องทำความเข้าใจสถานการณ์ในโจทย์ปัญหาและนำปริมาณต่าง ๆ ที่โจทย์ปัญหากล่าวถึงมาใช้เป็นข้อมูลในการแก้สถานการณ์โจทย์ปัญหา ตามขั้นที่ 1 ของกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา ซึ่งความสามารถในการทำความเข้าใจโจทย์ปัญหาเป็นสิ่งที่ผู้เรียนสามารถศึกษาได้จากการอ่านสถานการณ์ในโจทย์ปัญหาและแสดงออกถึงสิ่งที่โจทย์ระบุมาได้ซึ่งถือเป็นความสามารถที่เป็นพื้นฐานที่สุดในการแก้โจทย์ปัญหาสำหรับพฤติกรรมที่นักเรียนมีค่าคะแนนเฉลี่ยน้อยที่สุด ได้แก่ พฤติกรรมในการสรุปคำตอบและตรวจสอบคำตอบ ถึงแม้ว่าครูผู้สอนดำเนินการ แนะนำรูปแบบการสรุปและตรวจสอบคำตอบ อีกทั้งมีการใช้การอภิปรายร่วมกันทั้งชั้นเรียนในแต่ละข้อคำถามย่อยตามกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา และใช้วิธีการให้นักเรียนที่สามารถดำเนินการแก้โจทย์ได้ถูกต้องมานำเสนอหน้าชั้นเรียนและทำการอภิปรายคำตอบ โดยถือเป็นโอกาสให้นักเรียนที่เข้าใจยากไม่กล้าสอบถามครูผู้สอน หรือแสดงตัวว่าทำไม่ได้ สอบถามเพื่อนหน้าชั้นเรียนถึงเทคนิคและวิธีการที่ได้คำตอบที่ถูกต้อง อย่างไรก็ตาม วิธีการดังที่กล่าวมา ยังไม่สามารถทำให้นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยของพฤติกรรมสรุปคำตอบและตรวจสอบคำตอบสูงขึ้นได้อาจเป็นเพราะนักเรียนไม่สามารถทำความเข้าใจถึงความ เป็นเหตุเป็นผลของคำตอบที่ได้มากับสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในโจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ที่กำหนด รวมไปถึงไม่สามารถใส่หน่วยของปริมาณทางฟิสิกส์จากคำตอบที่คำนวณได้และนักเรียนบางส่วนอาจไม่สามารถแสดงพฤติกรรมในองค์ประกอบสุดท้ายเนื่องจากไม่สามารถแสดงพฤติกรรมในองค์ประกอบก่อนหน้าได้จนทำให้ไม่สามารถแสดงออกถึงกระบวนการตรวจสอบการได้มาของคำตอบได้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ วิษญารัตน์ บัวกิ่ง (2549: 50) คิลเดอร์ (Çildir, 2019: 2) วิษณุ ภาพันธ์ (2561: 257) และ พิศมัย หาญมงคลพิพัฒน์ (2555: 2464) ที่พบว่า นักเรียนจะสามารถแสดงพฤติกรรมในการทำความเข้าใจโจทย์ปัญหาได้ดีที่สุด อย่างไรก็ตาม พฤติกรรมอื่น ๆ นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยมีแนวโน้มลดลงทั้งนี้อาจเนื่องมาจากนักเรียนไม่สามารถแสดงออกถึงพฤติกรรมแก้โจทย์ปัญหาจากขั้นตอนก่อนหน้าได้ จึงไม่สามารถแสดงออกถึงพฤติกรรมแก้

โจทย์ปัญหาในขั้นตอนถัดไปได้้อย่างสมบูรณ์เพราะแต่ละขั้นตอนของกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลามีความสอดคล้องและเชื่อมโยงกัน โดยการแก้โจทย์ปัญหาได้อย่างครบถ้วนทุกขั้นตอนจะทำให้นักเรียนได้มาซึ่งคำตอบที่สมบูรณ์ และแสดงถึงความเข้าใจในเนื้อหาที่ถูกต้องและเหมาะสมแต่หากนักเรียนไม่สามารถทำตามขั้นตอนทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา การวางแผนการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา และการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา ก็จะไม่สามารถไปถึงขั้นตอนการตรวจสอบผลลัพธ์ได้

3. ผลคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ กับเกณฑ์ที่กำหนด

จากผลการวิเคราะห์คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือ 70% หรือ 84 คะแนน จากคะแนนเต็ม 120 คะแนน พบว่า มีจำนวนนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์จำนวนมาก โดยก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้มีจำนวนนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ทั้งหมด 50 คน และหลังได้รับการจัดการเรียนรู้มีนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์เพียง 2 คน และไม่ผ่านเกณฑ์จำนวน 48 คน ส่วนคะแนนเฉลี่ยความสามารถของนักเรียนโดยรวม ไม่ผ่านเกณฑ์ 70% เช่นกัน ทั้งนี้เนื่องจากข้อสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นค่อนข้างมีความซับซ้อน เมื่อพิจารณาจากค่าความยากที่วิเคราะห์ได้พบว่ามีค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.23-0.35 และอาจเป็นเพราะผู้วิจัยได้กำหนดเกณฑ์ที่สูงเกินไป ไม่ตรงกับบริบทของนักเรียน ที่มีความสามารถแตกต่างกันค่อนข้างมาก ดังจะเห็นได้จากค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนเฉลี่ยความสามารถก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้และหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ที่มีค่า 8.22 และ 15.49 ตามลำดับ ซึ่งหมายถึงมีการกระจายตัวของคะแนนค่อนข้างสูง คะแนนสูงสุดและคะแนนต่ำสุดมีความแตกต่างกันมาก และจากการพิจารณาคำตอบจากแบบวัดของนักเรียนแต่ละคน ให้ผลไปในทางเดียวกันคือ นักเรียนมีปัญหาด้านการแสดงออกถึงพฤติกรรมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ที่หลากหลาย จึงส่งผลให้มีนักเรียนที่มีคะแนนเฉลี่ยความสามารถไม่ผ่านตามเกณฑ์ที่กำหนดจำนวนมาก และอีกปัญหาที่พบคือเกณฑ์ที่ใช้ในการตรวจแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ซึ่งเป็นแบบวัดอัตนัย ยังมีความไม่ยืดหยุ่นในส่วนของคำตอบที่ใช้เป็นเกณฑ์ในการตรวจแบบวัด โดยนักเรียนสามารถเขียนคำตอบที่ถูกต้องได้ตามที่ระบุไว้ในเกณฑ์การตรวจแบบวัด แต่กระบวนการได้มาซึ่งคำตอบนั้นนักเรียนเขียนไม่ครบถ้วนตามที่เกณฑ์ในการตรวจแบบวัดกำหนด และอาจเป็นเพราะนักเรียนคิดในใจไม่ได้แสดงกระบวนการได้มาของคำตอบ จึงส่งผลต่อคะแนนความสามารถของนักเรียนซึ่งไม่สอดคล้องกับงานวิจัยของ เอกวิทย์ ดวงแก้ว (2558: 91) ในด้านคะแนนเฉลี่ยรวมของกลุ่มตัวอย่างที่ผ่านเกณฑ์

ที่กำหนด โดยงานวิจัยนี้ศึกษาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้กลวิธีเชิงตรรกะของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์ ซึ่งบริบทของนักเรียนที่มีความรู้พื้นฐานในการเรียนรายวิชาฟิสิกส์ที่ระดับหนึ่ง โดยสังเกตได้จากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้มีคะแนนเฉลี่ยเป็น 12.69 จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 42.30 ของคะแนนเต็ม และเป็นนักเรียนที่คละความสามารถ เมื่อทำการวัดความสามารถของนักเรียนพบว่า คะแนนเฉลี่ยโดยรวมของนักเรียนในกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดผ่านเกณฑ์ที่กำหนดเพียง 25 คน จากนักเรียนทั้งหมด 45 คน คิดเป็นร้อยละ 55.56 ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด อย่างไรก็ตาม จากงานวิจัยของ ฮกเพ็ง เสียง (2562: 63) ที่ทำการศึกษาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยใช้แบบวัดอัตรา พบว่าระดับความสามารถโดยภาพรวมหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ไม่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด และเมื่อพิจารณาคะแนนนักเรียนรายบุคคลมีนักเรียนจำนวนมากที่อยู่ในกลุ่มไม่ผ่าน คิดเป็นร้อยละ 65 ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด ทั้งนี้เนื่องมาจากเกณฑ์ที่กำหนดสูงเกินไป ดังนั้น ในการศึกษาวิจัยจึงควรต้องมีการปรับเกณฑ์ให้เหมาะสมกับกับนักเรียน โดยคำนึงถึงความสามารถและองค์ความรู้ที่แตกต่างกันของนักเรียนเป็นสำคัญ

4. แนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยาที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์

4.1 แนวปฏิบัติที่ดี 1 สื่อวีดิทัศน์ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ในชีวิตประจำวันหรือกิจกรรมกระตุ้นความสนใจร่วมกับคำถามกระตุ้นความคิดในการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา ส่งผลต่อการแสดงออกถึงความรู้เดิมของนักเรียนโดยแนวปฏิบัตินี้ได้มาจากการนำสื่อวีดิทัศน์ และการใช้คำถามกระตุ้นความคิดไปใช้จัดการเรียนรู้ในแผนที่ 1-3 ในชั้นสร้างความสนใจ โดยมีการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ จากการตอบคำถามของนักเรียนและการร่วมกิจกรรมในชั้นเรียน จากนั้นนำปัญหาและอุปสรรคมาทำการปรับปรุงและพัฒนาการจัดการเรียนรู้ พบว่า แนวปฏิบัตินี้ส่งผลต่อการแสดงออกถึงความรู้เดิมของนักเรียน และสามารถรับความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนทางฟิสิกส์ ให้เป็นความเข้าใจที่ถูกต้องพร้อมกันทั้งชั้นเรียนผ่านการรับชมวีดิทัศน์ และการตอบคำถามกระตุ้นความคิดร่วมกันเกี่ยวกับการทำความเข้าใจวีดิทัศน์ที่มีเนื้อหาเกี่ยวข้องกับสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ กมลทิพย์ สำราญจักร์ (2561: 69) และเบเซน (Bezen, 2016: 110) ได้กล่าวว่า การใช้สื่อวีดิทัศน์เชื่อมโยงกับความเป็นจริงหรือเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน สามารถที่จะกระตุ้นให้นักเรียนแสดงออกถึงความรู้และประสบการณ์เดิม ซึ่งถือเป็นการทบทวนความรู้เดิมของนักเรียน อีกทั้งยัง

สามารถนำประสบการณ์เดิมที่มีอยู่มาใช้ในการทำความเข้าใจในเนื้อหาที่จะเรียนรู้ในชั้นเรียน ผ่านการแสดงออกในรูปของการตอบคำถามที่เป็นการอธิบายสถานการณ์ในวิดีโอที่ได้นั้นได้อย่างมีประสิทธิภาพ จึงทำให้ครูผู้สอนทราบถึงพื้นฐานความเข้าใจของนักเรียนว่ามีความเข้าใจในทิศทางที่ถูกต้องหรือมีความเข้าใจที่ผิดไปจากความเป็นจริงได้เป็นอย่างดี และผู้วิจัยทำการจัดการเรียนรู้ในแผนที่ 5 ซึ่งเป็นเนื้อหาเกี่ยวกับแรงที่กระทำระหว่างวัตถุที่อยู่ติดกัน โดยเล็งเห็นถึงการใช้กิจกรรมเกม เพื่อให้นักเรียนได้มีการเรียนรู้เกี่ยวกับแรงที่กระทำระหว่างวัตถุที่อยู่ติดกันด้วยตนเอง ผ่านการสัมผัสทางร่างกายโดยไม่ได้อาศัยเครื่องมือช่วย ซึ่งสร้างความสนใจให้กับผู้เรียนได้เป็นอย่างมาก การใช้กิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบเกมสามารถเตรียมความพร้อมนักเรียนก่อนทำการศึกษาสถานการณ์ในชีวิตประจำวันจากวิดีโอได้ และสามารถกระตุ้นให้รับรู้ถึงแรงที่กระทำระหว่างวัตถุที่อยู่ติดกันได้ด้วยตนเอง โดยสอดคล้องกับงานวิจัยของ คอร์ทเมเยอร์ (Kortemeyer, 2017: 5) และทรงศรี สรณสถาพร (2560: 144) ที่กล่าวถึงการจัดการเรียนรู้รูปแบบเกม ว่าเป็นการจัดการเรียนรู้ที่สร้างสถานการณ์จำลองเปิดโอกาสให้นักเรียนเป็นส่วนหนึ่งของสถานการณ์ดังกล่าว โดยร่วมกิจกรรมผ่านการเล่น และการเล่นนี้จะอยู่ภายใต้เงื่อนไขข้อตกลงและกติกาบางอย่างที่กำหนดขึ้น ซึ่งข้อมูลของเกม พฤติกรรมการเล่น วิธีการเล่น และผลของการเล่นเกม นักเรียนจะสามารถนำมาใช้ในการอธิบายเพื่อสรุปผลการเรียนรู้ได้ต่อไป โดยในระหว่างที่นักเรียนร่วมกิจกรรมเกมที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาทางฟิสิกส์ที่มีความซับซ้อนก็จะสามารถลดความกังวลในการเรียนได้ อีกทั้งยังสามารถดึงดูดความสนใจของนักเรียนให้เกิดความอยากรู้อยากเรียนในเนื้อหามากยิ่งขึ้น

4.2. แนวปฏิบัติที่ดี 2 การใช้กิจกรรมการทดลองในการจัดการเรียนการสอนด้วยกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยาพร้อมกับคำถามท้ายกิจกรรมส่งเสริมการวาดภาพและระบุปริมาณต่าง ๆ ที่มีความสัมพันธ์กับสถานการณ์โจทย์ปัญหาได้ โดยแนวปฏิบัตินี้ได้มาจากการใช้กิจกรรมการทดลองในชั้นสำรวจและค้นหา ในแผนที่ 1-3 ซึ่งมีการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้จากการสังเกตชั้นเรียนโดยผู้วิจัย พร้อมจดเป็นบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้และสัมภาษณ์นักเรียนในชั้นเรียน จากนั้นนำปัญหาและอุปสรรคมาทำการปรับปรุงและพัฒนา พบว่าแนวปฏิบัติที่ใช้กิจกรรมการทดลองมาจัดการเรียนรู้ ร่วมกับการใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบกิจกรรมกลุ่ม และการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นร่วมกันในชั้นเรียน รวมไปถึงมีการใช้ข้อคำถามท้ายการทำกิจกรรมการทดลองที่กระตุ้นให้นักเรียนวาดแสดงภาพ พร้อมระบุปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องตามเงื่อนไขของสถานการณ์ในแต่ละข้อคำถาม สามารถส่งเสริมให้นักเรียนวาดภาพและระบุปริมาณต่าง ๆ ในสถานการณ์ โดยใช้ประสบการณ์ที่ได้จากการทำกิจกรรมการทดลอง ที่มีการสร้างสถานการณ์

จำลองขึ้นตามเงื่อนไขต่าง ๆ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ตีรณา ชุมแสง (2560: 1187) และคารากา (Karaca, 2017: 201) ที่กล่าวว่า การที่ผู้เรียนได้เรียนรู้ผ่านการลงมือปฏิบัติกิจกรรมการทดลอง ถือเป็นการค้นคว้าเก็บข้อมูลหาหลักฐานและนำมาตีความเพื่อหาข้อสรุปในส่วนของหลักการด้วยตนเอง ทำให้นักเรียนสามารถมองเห็นภาพรวมของสถานการณ์ที่เกิดขึ้นได้ และสามารถสื่อถึงความเข้าใจผ่านการวาดภาพการเขียนปริมาณต่าง ๆ ในภาพ หรือการตอบคำถามทำกิจกรรม ซึ่งกล่าวได้ว่า กิจกรรมการทดลองซึ่งเป็นกิจกรรมที่เน้นการจัดประสบการณ์ให้กับนักเรียนสามารถส่งเสริมการวาดภาพเพื่อให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของปริมาณที่เกิดขึ้นในสถานการณ์นั้น ๆ ได้

4.3. แนวปฏิบัติที่ดี 3 การใช้กิจกรรมการสาธิตในการจัดการเรียนการสอนด้วยกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยาสามารถส่งเสริมความเข้าใจในหลักการและสมการความสัมพันธ์ของปริมาณต่าง ๆ ในสถานการณ์โจทย์ปัญหาได้ โดยแนวปฏิบัตินี้ได้มาจากการทำกิจกรรมการสาธิตต่อจากการทำกิจกรรมการทดลองในชั้นสำรวจและค้นหาของการจัดการเรียนรู้ในแผนทั้งหมด 3 แผนคือ แผนที่ 1-3 โดยเป็นกิจกรรมการสาธิตสถานการณ์ที่มีความคล้ายคลึงกับสถานการณ์ในกิจกรรมการทดลอง แต่มีการใช้เงื่อนไขที่แตกต่างออกไป ซึ่งเมื่อทำการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ จากใบงาน และการสัมภาษณ์นักเรียนแล้ว จึงนำปัญหาและอุปสรรคมาทำการปรับปรุงและพัฒนา พบว่า แนวปฏิบัตินี้สามารถส่งเสริมความเข้าใจในหลักการและสมการความสัมพันธ์ของปริมาณต่าง ๆ ในสถานการณ์โจทย์ปัญหาได้ โดยใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนตอบคำถามเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของปริมาณต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในสถานการณ์การสาธิต และร่วมกันแลกเปลี่ยนความคิดเห็นถึงการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของปริมาณทางฟิสิกส์ต่าง ๆ จนได้ข้อสรุปถึงหลักการและสมการทางฟิสิกส์ที่ถูกต้องได้ โดยสอดคล้องกับงานวิจัยของ สเตวาร์ท (Stewart, 2005: 131) และพรชัย ปิ่นทองพันธุ์ (2558: 40) ที่ได้กล่าวว่าการใช้กิจกรรมการสาธิตเพื่อแสดงสถานการณ์จำลองทางฟิสิกส์ ทำให้นักเรียนได้เห็นถึงกระบวนการเกิดสถานการณ์ที่เป็นไปตามเงื่อนไขต่าง ๆ กัน โดยหลังเสร็จสิ้นกระบวนการสาธิตในชั้นเรียนผู้วิจัยได้มีการนำผลของการเกิดสถานการณ์นั้น ๆ มาทำการแลกเปลี่ยนเรียนรู้กันผ่านการซักถามจากนักเรียนด้วยกัน และคำถามกระตุ้นให้นักเรียนคิดเชื่อมโยงความรู้ในห้องเรียนกับสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในการสาธิตสามารถทำให้นักเรียนเข้าใจถึงหลักการทางฟิสิกส์ได้มากยิ่งขึ้น อีกทั้งยังสามารถนำหลักการทางฟิสิกส์ไปใช้อธิบายปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวันได้อย่างเหมาะสม

4.4 แนวปฏิบัติที่ดี 4 การอภิปรายร่วมกันทั้งชั้นเรียนและการอภิปรายคำตอบจากการนำเสนอการแก้โจทย์ปัญหาตามกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยาหน้าชั้นเรียนทำให้

นักเรียนเกิดความเข้าใจที่ถูกต้องในเนื้อหาและการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาทางพีสิคส์แนวปฏิบัตินี้ได้มาจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้การอภิปรายคำถามหลังการทำกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นสร้างความสนใจ ชั้นสำรวจและค้นหา ร่วมกันทั้งชั้นเรียน อีกทั้งเมื่อมีการนำข้อคำถามตามกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยาไประบุไว้ในโจทย์ปัญหา โดยให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้จากการเรียนรู้ในชั้นสร้างความสนใจ และสำรวจและค้นหา มาใช้ในการดำเนินการเพื่อศึกษาสถานการณ์โจทย์ปัญหา มีการอภิปรายคำตอบจากการนำเสนอการแก้โจทย์ปัญหาตามกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยาหน้าชั้นเรียน ซึ่งมีการนำกิจกรรมการอภิปรายร่วมกันทั้งชั้นเรียนและการอภิปรายคำตอบจากการนำเสนอการแก้โจทย์ปัญหาตามกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยาหน้าชั้นเรียนมาทำการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 4 แผน ได้แก่ แผนที่ 1-4 แล้วทำการจัดเป็นบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ ทำการสัมภาษณ์นักเรียน และสังเกตจากการการตอบคำถามในชั้นเรียน และการทำใบงานที่ 2 ในแต่ละแผน จากนั้นนำปัญหาและอุปสรรคมาทำการปรับปรุงและพัฒนา พบว่า การอภิปรายร่วมกันทั้งชั้นเรียน และการอภิปรายคำตอบจากการนำเสนอการแก้โจทย์ปัญหาตามกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยาหน้าชั้นเรียนทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจที่ถูกต้องในเนื้อหาและการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาทางพีสิคส์โดยเป็นการนำคำตอบที่ได้จากการที่นักเรียนตอบคำถามหลังจากการทำกิจกรรมการเรียนรู้ มาทำการร่วมกันอภิปรายร่วมกันทั้งชั้นเรียนสามารถทำให้นักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียนไปพร้อมกันทั้งชั้นเรียน โดยปรับความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน ผ่านการทำกิจกรรมการอภิปรายระหว่างนักเรียนและครู พร้อมสรุปคำตอบที่ถูกต้องจนทำให้เกิดความเข้าใจไปพร้อมกัน รวมไปถึงการนำวิธีการที่นักเรียนลงมือปฏิบัติการแก้โจทย์ปัญหาตามกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยาด้วยตนเอง มาใช้ร่วมกับวิธีการนำเสนอหน้าชั้นเรียน เพื่อนำคำตอบที่ได้มาทำการอภิปรายร่วมกัน ซึ่งถือเป็นการสร้างประสบการณ์ในการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา ซึ่งได้แก่ การวิเคราะห์สถานการณ์โจทย์ปัญหา การแทนค่าของปริมาณต่าง ๆ ลงในสมการ การคำนวณทางคณิตศาสตร์ การเขียนสรุปคำตอบพร้อมหน่วยที่ถูกต้อง และการตรวจสอบความสมเหตุสมผล เพื่อเป็นทางเลือกในการหาวิธีการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาที่ดีที่สุดสำหรับนักเรียนแต่ละคนผ่านการอภิปรายร่วมกัน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ทรูเดล (Trudel, 2008: 280) และ อมรรรัตน์ บุปผชาติ (2558: 60) ที่มีการนำเทคนิคต่าง ๆ ที่นักเรียนทำการแก้โจทย์ปัญหา มาทำการนำเสนอหน้าชั้นเรียนและให้นักเรียนมีโอกาสอภิปราย เพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ร่วมกันพิจารณาส่วนที่ถูกต้อง และส่วนที่ยังผิดพลาดหรือไม่ครบถ้วนระหว่างนักเรียนกับนักเรียนด้วยกัน และครูมีหน้าที่อำนวยความสะดวก และให้ความรู้เพิ่มเติมในบางส่วนที่นักเรียนไม่สามารถอภิปรายกันได้ ซึ่งการอภิปรายการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาที่

นำเสนอหน้าชั้นเรียนนั้น ทำให้ได้มาซึ่งวิธีการแก้โจทย์ปัญหาที่หลากหลาย สามารถทำให้นักเรียนที่ยังไม่สามารถดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาได้ หรือไม่สามารถแสดงเหตุผลของการตอบคำถามนั้น ๆ ได้ มีประสบการณ์ และนำวิธีการที่ตนเองเข้าใจมาปรับใช้ เพื่อให้เกิดความเชื่อมั่นในการแก้โจทย์ปัญหาได้อีกด้วย

4. ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา

ระดับความพึงพอใจ โดยภาพรวมและรายด้านอยู่ในระดับมากที่สุด ถึงแม้ผลคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ของนักเรียนอยู่เพียงระดับพอใช้ และมีนักเรียนที่มีคะแนนความสามารถไม่ผ่านเกณฑ์จำนวนมาก ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ที่ใช้มีความหลากหลาย เช่น กิจกรรมการทดลองการสาธิต การอภิปรายหน้าชั้นเรียน และเกม โดยในระหว่างการจัดการเรียนรู้แต่ละแผน ผู้วิจัยจะทำการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในการร่วมกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ นักเรียนส่วนใหญ่ให้ความร่วมมือกับกิจกรรมการเรียนรู้เป็นอย่างดี และมีความพร้อมเสมอต่อการทำกิจกรรมในชั้นเรียน สะท้อนให้เห็นถึงความรู้สึกเชิงบวกที่ส่งผลให้ระดับความพึงพอใจโดยภาพรวมและรายด้านมีค่าอยู่ในระดับมากที่สุด ทุกด้าน สอดคล้องกับงานวิจัยของ น้ำฝน กันมา (2558: 263) ที่พบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลาย โดยให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในชั้นเรียน ได้มีการสะท้อนความคิดของตนเองในระหว่างทำกิจกรรม จะส่งผลให้นักเรียนเกิดความรู้สึกเชิงบวกและทำให้ระดับความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้อยู่ในระดับที่สูง

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะจากงานวิจัย

1.1 แผนการจัดการจัดการเรียนรู้ ที่มีการใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา ทั้ง 6 แผนในงานวิจัยนี้ สามารถนำไปใช้ในการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ ในเนื้อหาเรื่อง กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน ซึ่งเป็นเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน โดยกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยาจะช่วยพัฒนาให้นักเรียนแสดงออกถึงความสามารถได้มากยิ่งขึ้น ทั้งนี้ครูผู้สอนควรเลือกใช้กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ที่หลากหลาย เช่น การใช้สื่อวีดิทัศน์ การใช้กิจกรรมการทดลอง การสาธิตการใช้คำถามกระตุ้นความคิด และการระบุข้อคำถาม เพื่อช่วยกระตุ้นให้นักเรียนมีความมั่นใจในการแสดงออกถึงความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ได้ดีมากยิ่งขึ้น แต่ในส่วนของกิจกรรมการเรียนรู้ ที่มีลักษณะเป็นกิจกรรมการทดลอง การสาธิต และกิจกรรมที่ต้องมีการใช้อุปกรณ์ในการทำกิจกรรม ต้องใช้เวลานานใน

การจัดการเรียนการสอน การจัดเตรียมอุปกรณ์และแจกอุปกรณ์กับนักเรียนแต่ละกลุ่ม การจัดโต๊ะเรียนเป็นกลุ่มการทดลอง และทำการจัดอุปกรณ์ที่ต้องใช้ในการทำกิจกรรมวางไว้บนโต๊ะแต่ละกลุ่ม สามารถช่วยลดเวลาในการจัดการสอนได้

1.2 การใช้แบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ตามแนวทางการกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยาที่พัฒนาขึ้นสามารถนำไปใช้วัดและจำแนกความสามารถของผู้เรียนได้ อย่างไรก็ตาม ข้อจำกัดของแบบวัดนี้คือระดับความซับซ้อนของโจทย์แต่ละข้อที่ไม่เท่ากัน ส่งผลต่อเวลาในการทำแบบวัดฯ ของนักเรียน ดังนั้น ผู้ที่มีความสนใจที่จะนำแบบวัดฯ นี้ไปใช้อาจมีการปรับความซับซ้อนของขั้นตอนในการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาของแบบวัดแต่ละข้อให้มีความซับซ้อนที่ใกล้เคียงกันเพื่อให้ผู้เรียนแสดงความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ได้ไม่แตกต่างกันในแต่ละข้อ หรืออาจได้ระดับความซับซ้อนจากน้อยไปถึงมากเพื่อให้นักเรียนสามารถศึกษาสถานการณ์ที่โจทย์กำหนดและแก้ปัญหาได้ซับซ้อนมากขึ้นเรื่อย ๆ

1.3. เกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดเป็นแบบรายข้อ ซึ่งสามารถใช้ได้ดีเฉพาะการตรวจแบบวัดของนักเรียนบางกลุ่มเท่านั้น โดยเฉพาะกลุ่มนักเรียนที่มีการแสดงความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ที่ละเอียดครบถ้วน เขียนทุกรายละเอียดที่ได้จากการศึกษาสถานการณ์โจทย์ปัญหา ส่วนนักเรียนบางคนหากใช้เกณฑ์นี้ในการตรวจอาจส่งผลต่อคะแนนที่ได้ เพราะนักเรียนบางคนสามารถแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์จนสำเร็จได้ แต่ขาดการแสดงออกในบางขั้นตอนที่กำหนดให้เป็นคะแนน นักเรียนจะไม่ได้รับคะแนนที่ครบถ้วน ดังนั้น หากผู้ที่สนใจเกณฑ์ในการตรวจแบบวัดที่สร้างขึ้นตามแนวทางการกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยาไปปรับใช้ ต้องเน้นย้ำให้นักเรียนตอบคำถามในทุกข้อตามลำดับขั้นตอนการโจทย์ปัญหา และสามารถนาเกณฑ์ในการให้คะแนนนี้ไปปรับใช้ให้เหมาะสมกับบริบทของเนื้อหาแต่ละรายวิชานั้น ๆ และบริบทของกลุ่มตัวอย่างที่ต้องการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ได้ โดยอาจใช้เครื่องมือที่หลากหลายร่วมด้วย เพื่อให้เหมาะสมกับนักเรียนแต่ละกลุ่มที่มีความสามารถต่างกัน ตัวอย่างเช่น นักเรียนมีความถนัดด้านการพูด แต่ไม่ถนัดการเขียน เพื่อการศึกษาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ของนักเรียนในเชิงลึกและได้ข้อมูลความสามารถอย่างครบถ้วน

1.4 เกณฑ์ที่ผู้วิจัยกำหนดเป็นมาตรฐานของคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ในงานวิจัย คือ ผ่านร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม 120 คะแนน ควรมีการปรับให้เหมาะสมกับบริบทของนักเรียนกลุ่มที่ศึกษา ซึ่งพิจารณาจากความสามารถที่ต่างกันของนักเรียนเป็นสำคัญ และความซับซ้อนของแบบทดสอบที่สร้างขึ้นมา โดยอาจมีการสร้างเกณฑ์มาตรฐาน

จากการหาค่าคะแนนจุดตัดด้วยวิธีต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งเกณฑ์มาตรฐานของคะแนนที่ตรงกับบริบทของนักเรียนกลุ่มที่ศึกษาอย่างแท้จริง

2. ข้อเสนอแนะในงานวิจัยครั้งต่อไป

2.1 จากผลของงานวิจัยที่ได้ทำการศึกษาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ โดยใช้แบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ตามกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา นักเรียนมีความสามารถอยู่ในระดับพอใช้ ดังนั้นครูผู้สอนฟิสิกส์ หรือผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องควรให้ความสำคัญในการจัดการเรียนรู้ ตามกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา โดยอาจเสริมเทคนิคหรือวิธีการ เช่น เทคนิคการสอนแบบเพื่อนช่วยเพื่อน หรือเทคนิคอื่น ๆ ที่จะช่วยกระตุ้นพฤติกรรมในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ที่ยังคงบกพร่องของนักเรียนให้เกิดการพัฒนาต่อไป

2.2 จากข้อค้นพบในเรื่องของการแสดงออกซึ่งพฤติกรรมในการแก้โจทย์ปัญหาในบางพฤติกรรมนักเรียนสามารถแสดงออกได้เป็นอย่างดี ได้แก่ การทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา และบางพฤติกรรมนักเรียนไม่แสดงออกหรือแสดงออกได้อย่างไม่ครบถ้วน ได้แก่ การสรุปคำตอบและตรวจสอบคำตอบ จึงควรศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวข้องและส่งผลต่อการแสดงออกซึ่งพฤติกรรมย่อยที่บ่งบอกถึงความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ หรืออาจศึกษาเชิงลึกด้วยระเบียบวิธีวิจัยเชิงคุณภาพ เช่น กรณีศึกษา (Case Study) เพื่อศึกษาการแสดงออกซึ่งพฤติกรรมในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนในกลุ่มที่แตกต่างกัน

2.3 จากข้อค้นพบในเรื่องของระดับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ของนักเรียนที่มีความสามารถแตกต่างกันตั้งแต่ระดับควรปรับปรุงถึงระดับดีมากจึงควรศึกษาเพื่อพัฒนาการของความสามารถดังกล่าวของนักเรียนเป็นรายบุคคล เพื่อให้ได้สารสนเทศในการพัฒนานักเรียนมากขึ้น

บรรณานุกรม

- Ali, Z., & Bhaskar, S. B. (2016). Basic statistical tools in research and data analysis. *Indian journal of anaesthesia*, 60(9), 54-61.
- Athreya, B. H. (2010). *Handbook of clinical skills : a practical manual*. London: World scientific publishing Co. Pte. Ltd.
- Barham, T., Macours, K., & Maluccio, J. A. (2013). Boys' cognitive skill formation and physical growth: long-term experimental evidence on critical ages for early childhood interventions. *American Economic Review*, 103(3), 467-471.
- Bezen, S. (2016). Physics teachers' views on teaching the concept of energy. *Eurasian Journal of Educational Research*(64), 109-124.
- Billstein, R. (1987). *A problem solving approach to mathematics for elementary school teachers* (3rd ed.). Menlo Park: California.
- Brijlall, D. (2015). Exploring the stages of Polya's problem-solving model during collaborative learning : a case of fractions. *The international journal of educational sciences*, 11(3), 291-299.
- Brydon-Miller, M., Greenwood, D., & Maguire, P. (2003). Why action research? *Action Research*, 1(1), 9-28.
- Budi, J. (2018). The comparision of OR-IPA teaching model and problem based learning model effectiveness to improve critical thinking skill of pre-service physics teachers. *Journal of Baltic Science Education*, 17(2), 300-319.
- Bullock, D., Rebolledo, P., & Smith, R. (2016). *Champion teachers : stories of exploratory action research*. United Kingdom: The British Council.
- Bybee, R. W. (2014). The BSCS 5E instructional model: personal reflections and contemporary implications. *Science and Children*, 51(8), 1-43.
- Chi, M. T. H., Glaser, R., & Rees, E. (1982). *Expertise in problem Solving*. Hillsdale: University of Pittsburgh.
- Çıldır, S. (2019). Improving the physics problem solving and problem posing skills of prospective physics teachers. *SHS Web of Conferences*, 66, 1-8.

- De Bono, E. (1979). *Lateral thinking : a textbook of creativity*. New York: Penguin books.
- Denoël, V. (2007). *An introduction to reliability analysis Introduction à la fiabilité*. Japan: University of Nagoya City.
- Docktor, J. L. (2015). Conceptual problem solving in high school physics. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*, 11(2), 020106-020101-020106-020113.
- Einstein, A. (1950). *Out of my later years*. New York: Philosophical library.
- Finn, K. (2017). Integrating lecture and laboratory in health sciences courses improves student satisfaction and performance. *Journal of College Science Teaching*, 47(1), 66-75.
- Ganina, S., & Voolaid, H. (2010). *The influence of problem solving on studying effectiveness in physics*. (Master's thesis). University Press, Tartu.
- Heller, P., & Heller, K. (2010). *Cooperative group problem solving in physics*. United State: University of Minnesota.
- Hollabaugh, M. (1995). *Physics problem solving in cooperative learning groups* (Doctoral dissertation). University of Minnesota, Minnesota.
- Hu, D., Zwickl, B. M., Wilcox, B. R., & Lewandowski, H. J. (2017). Qualitative investigation of students' views about experimental physics. *Physical Review Physics Education Research*, 13(2), 020134-020131-020134-020112.
- Karaca, K. (2017). Representing Experimental Procedures through diagrams at CERN's large hadron collider: the communicatory value of diagrammatic representations in collaborative research. *Perspectives on Science*, 25(2), 177-203.
- Kayastha, D. P., & Kayastha, R. (2012). A study of occupational stress on job satisfaction among teachers with particular reference to corporate higher secondary school of Nepal : empirical study *Asian journal of management sciences & education*, 1(2), 52-62.
- Kemmis, S. (2006). Participatory action research and the public sphere. *Educational Action Research*, 14(4), 459-476.
- Klement, M. (2015). The use of the semantic differential method in identifying the opininons

- of university students on education realized through e-learning. *Procedia-social and behavioral sciences*, 186, 1214-1223.
- Klus, H. (2017). *How we came to know the cosmos light & matter*. southampton: The star garden.
- Kuo, E., Hull, M. M., Gupta, A., & Elby, A. (2013). How students blend conceptual and formal mathematical reasoning in solving physics problems. *Science Education*, 97(1), 32-57.
- Laterell, C. M. (2017). What is problem-solving ability? *Journal the Louisiana Association of Teachers of Mathematics*, 1, 1-12.
- Leak, A. E., Rothwell, S. L., Olivera, J., Zwickl, B., Vosburg, J., & Martin, K. N. (2017). Examining problem solving in physics-intensive Ph.D. research. *Physical Review Physics Education Research*, 13(2), 020101-020101-020101-020113.
- Lynn, J. (2009). *Development and validation of a physics problem-solving assessment rubric*. (Doctoral dissertation). University of Minnesota, United State.
- Maries, A., & Singh, C. (2018). Case of two electrostatics problems: can providing a diagram adversely impact introductory physics students' problem solving performance? *Physical Review Physics Education Research*, 14(1), 01014-01011 - 01014-01014.
- Maslow, A. H. (1954). *Motivation and personality*. New York: Harper & Row.
- Mccarthy, T. J. (2010). *Teaching the concept of free body diagrams*. Sidney: University of technology Sidney Australia.
- Mccormick, C. B. (2013). *Metacognition Learning and Instruction*. United State: University of Minnesota.
- Mclachlan, G. J. (2004). *Discriminant analysis and statistical pattern recognition* (2rd ed.). New Jersey: John Wiley & Sons.
- Newell, A., & Simon, H. A. (1961). Computer simulation of human thinking: a theory of problem solving expressed as a computer program permits simulation of thinking processes. *Science*, 134(3495), 2011-2017.
- Nurdiana, S. (2017). Problem solving ability of students mathematics in problem based

- learning. *Journal of EST (Educational Science And Technology)*, 3(3), 185-189.
- Ogle, D. M. (1986). K-W-L teaching model that develops active reading of expository text. *The Reading Teacher*, 39(6), 564-570.
- Olaniyan, A. O., & Govender, N. (2018). Effectiveness of polya problem-solving and target-task collaborative learning approaches in electricity amongst high school physics students. *Journal of Baltic Science Education*, 17(5), 765-777.
- Pervez, A. H. (2010). Pervez amirali hoodbhoy: "islam and science have parted ways". *Middle East Quarterly*, 17(1), 1-206.
- Polya, G. (1945). *How to solve it* (2rd ed.). New York: Princeton university press.
- Rogers, C. R. (2019). *Freedom to learn*. Ohio: Charles E. Merrill.
- Rojas, S. (2011). Enhancing reasoning skills in the process of teaching and learning physics via dynamic problem solving strategies: a preparation for future learning. *Dynamic problem solving in physics*, 58, 1-23.
- Rovinelli, R. J., & Hambleton, R. K. (1976). *On the use of content specialists in the assessment of criterion-referenced test item validity*. Paper presented at the The annual meeting of the american educational research association 60th, Sanfrancisco.
- Saleh, S. (2014). Malaysian students' motivation towards physics learning. *European Journal of Science and Mathematics Education*, 2(4), 223-232.
- Selçuk, G. S., & Serap, Ç. (2010). A small-scale study comparing the impacts of problem-based learning and traditional methods on student satisfaction in the introductory physics course. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 2(2), 809-813.
- Shaw, J. M., Chambless, M. S., Chessin, D. A., Price, V., & Beardain, G. (1997). Cooperative problem solving: using K-W-D-L as an organizational technique. *Teaching Children Mathematics*, 3(9), 482-486.
- Smith, R., & Rebolledo, P. (2018). *A handbook for exploratory action research*. London: British Council.
- Song, S., & Mustafa, M. (2015). Factors impacting on teachers' job satisfaction related to science teaching: a mixed methods study. *Science Education International*, 26(3),

358-375.

Sunday, A. A. (2010). Students' ability level and their competence in problem-solving task in physics. *International Journal of Educational Research and Technology*, 1(2), 35-47.

Thompson, B. (2016). *A new formula for the KR-20 and Cronbach's alpha reliability estimates*. Paper presented at the The annual meeting of the southwest educational research association, Texas.

Toggerson, B. (2014). *Problem solving in physics and its application to collaborative problem solving a guide for PHYS 102*. Arizona: University of Arizona.

Whitney, D. R., & Sabers, D. L. (1970). *Improving essay examinations III, use of item analysis, technical bulletin 11, mimeographed*. Arizona: University of Arizona.

Wilson, J. W., Fernandez, M. L., & Hadaway, N. (1993). *Mathematical problem solving*. New York: Sigrid Wagner.

Yulindar, A., Setiawan, A., & Liliawati, W. (2018). Enhancement of problem solving ability of high school students through learning with real engagement in active problem solving (REAPS) model on the concept of heat transfer. *Journal of Physics*, 1013(1), 1-7.

Zuber & Skerritt, O. (1992). *Action research in higher education : examples and reflections*. London: Kogan Page.

กรองไธ อุณหสุต. (2555). *การประเมินผลตามพฤติกรรมกรรมการเรียนรู้*. กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาการพยาบาลศัลยศาสตร์ คณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.

กัญญารักษ์ สีนินทิน. (2558). *การพัฒนาทักษะการแก้โจทย์ปัญหาวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง บทประยุกต์ โดยการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TAI ร่วมกับเทคนิค KWDL ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารการศึกษา)*. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, ปทุมธานี.

กาญจนา วัฒนสุนทร. (2550). *การวิจัยเชิงพรรณนา ในประมวลสาระชุดวิชา การวิจัยทางหลักสูตรและการสอน หน่วยที่ 1-5. นนทบุรี: สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช*.

เกริก ศักดิ์สุภาพ. (2554). *ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์และความสามารถในการคิด*

- วิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรม PDCA. (ปริญญาณิพนธ์ปริญาดุษฎ์บัณฑิต). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพมหานคร.
- จันทร์ขจร มะลิจันทร์. (2554). ผลของการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคognition ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ความตระหนักในการรู้คิด และการกำกับตนเองในการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่องวิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่. (ปริญญาณิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพมหานคร.
- จันทิมา เมยประโคน. (2555). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจในการเรียนวิชา ศิลปะเรื่องการสร้างสรรค์จากเศษวัสดุของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT. (ปริญญาณิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพมหานคร.
- จารุวรรณ เทวกุล. (2555). ความพึงพอใจในการจัดการเรียนการสอนของนักเรียนระดับ ประกาศนียบัตรวิชาชีพประเภทวิชาพาณิชยกรรม ชั้นปีที่ 1 ชั้นปีที่ 2 และชั้นปีที่ 3 วิทยาลัย อาชีวศึกษาฉะเชิงเทรา. (สารนิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพมหานคร.
- จิรายุส สมนามิตร. (2554). การศึกษาปัจจัยบางประการที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้โจทย์ ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา ประถมศึกษานครปฐม เขต 1. วารสารบัณฑิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหามกุฏราชวิทยาลัย, 10(1), 174-187.
- จุไรรัตน์ สอนสีดา. (2560). ผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น ร่วมกับ กระบวนการแก้โจทย์ปัญหา ตามเทคนิคของโพลยา ที่มีต่อมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา และเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. Veridian e-Journal ฉบับภาษาไทย สาขามนุษยศาสตร์ สังคมศาสตร์ และศิลปะ, 10(3), 21-37.
- ชัยวัฒน์ คุประตกุล. (2549). จากไอน์สไตน์ถึงฮอว์คิง. กรุงเทพฯ: ประชาคมวิจัย.
- โชคศิลป์ ธนเชื้อง. (2546). การศึกษากระบวนการเมตาคognition: สถาบันนวัตกรรมและพัฒนา กระบวนการเรียนรู้ มหาวิทยาลัยมหิดล.
- โชติ เพชรชื่น. (2546). จิตพิสัย. สารานุกรมศึกษาศาสตร์, 30, 7-12.
- ฐิติพร กรัยวิเชียร. (2555). การพัฒนามโนทัศน์ของครูด้านการใช้โปรไฟล์นักเรียนเพื่อการทำวิจัย โดยใช้กระบวนการเรียนรู้ผ่านการสะท้อนผล. (วิทยานิพนธ์ปริญาดุษฎ์บัณฑิต).

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร.

ณัฐพงษ์ กาญจนฉายา. (2559). การจัดการเรียนการสอนตามกระบวนการแก้ปัญหาเชิง

สร้างสรรค์. วารสารวิจัย มสส. สาขามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์, 12(3), 207-224.

ณัฐพร โพธิ์เยี่ยม. (2550). การพัฒนาผลการเรียนรู้ เรื่องโจทย์ปัญหาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่จัดการเรียนรู้แบบกลุ่มช่วยเหลือเป็นรายบุคคล TAI ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศิลปากร, นครปฐม.

ธิดา โมสิกรัตน์. (2548). การพัฒนาวิธีการเรียนรู้ร่วมกัน โดยการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อน สำหรับ นักศึกษามหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช : กรณีศึกษาชุดวิชาไทยศึกษาจังหวัดสุพรรณบุรี. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, กรุงเทพมหานคร.

นภา หลิมธรัตน์. (2544). การวัดผลและประเมินผล. ส่งเสริมประสิทธิภาพการเรียนการสอน, 10(3), 13-19.

นรินทร์ณัฐ ตระหง่าน. (2558). การศึกษาการใช้ KWDL เพื่อการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์เรื่อง ไฟฟ้าและแม่เหล็ก. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต, กรุงเทพมหานคร.

นฤมล ฉิมงาม. (2558). การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาผสมกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, ปทุมธานี.

นิรันดร์ กลั่นควัฒน์. (2559). ผลการจัดการเรียนการสอนแบบ TAI ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การแก้โจทย์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยบูรพา, ชลบุรี.

บัวขาว พนมชัยสว่าง. (2558). การเปรียบเทียบคุณภาพของแบบวัดเจตคติต่อวิชาพระพุทธศาสนาของโรงเรียน สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาญจนบุรี เขต 2 ที่สร้างตามแนวคิดของเทอร์สไตน์ ลิเคอร์ และออสกู๊ด. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี, กาญจนบุรี.

บุญนำ อินทนนท์. (2551). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาวงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนโยธินบำรุงที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้. วารสาร

หลักสูตรและการสอนทักษิณ, ครบรอบ 40 ปี, 149-158.

- ประดิษฐ์ เหล่าเนตร. (2552). *คิดโครงการงานวิทยาศาสตร์ : ระดับประถม-มัธยม สอดคล้องหลักสูตร*
แกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551. กรุงเทพมหานคร: เป็น ภาษาและศิลปะ.
- ประภาพร วรรณคดี. (2556). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิด
 วิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องการเคลื่อนที่ในหนึ่งและสองมิติระหว่างการ
 จัดการเรียนรู้แบบวัฏจักร 7 ขั้น และการจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือ TAI. *วารสาร*
มหาวิทยาลัยนครพนม, 3(2), 71-77.
- ประสาธ เนืองเฉลิม. (2550). การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ แบบสืบเสาะ 7 ขั้น. *วารสารวิชาการ*
(สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน), 10(4), 25-30.
- เพียว เนตรประชา. (2538). *การสร้างแบบทดสอบวัดบุคลิกภาพความเป็นนักกีฬา สำหรับ*
นักศึกษาวิทยาลัยพลศึกษา ในภาคกลาง. (ปริญญานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต).
 มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพมหานคร.
- พฤษ โป่งสำโรง. (2549). ผลของการใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E ในวิชาฟิสิกส์ ที่มีต่อ
 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนมัธยมศึกษาตอน
 ปลาย. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร.
- พลิน ศรชวย. (2552). *ปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของ*
นักเรียนช่วงชั้นที่ 1 โรงเรียนฐานปัญญา เขตภาษีเจริญ กรุงเทพมหานคร. (สารนิพนธ์
ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพมหานคร.
- พวงรัตน์ ไพเราะ. (2559). รายงานผลการดำเนินงานการพัฒนาการเรียนการสอนที่มุ่งผลลัพธ์การ
 เรียนรู้โดยใช้ระบบพี่เลี้ยง ในรายวิชา 105001 ฟิสิกส์เบื้องต้น. Retrieved from
<http://sutir.sut.ac.th:8080/sutir/handle/123456789/6110>
- พันธ์ทิพา พิณทิพย์. (2560). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้โจทย์
 ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง "พื้นที่ผิวและปริมาตร" โดยใช้
 การแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์. *วารสารศึกษาศาสตร์ปริทัศน์*, 32(3), 129-137.
- พิจิตรา ศรีพัฒยศ. (2559). การศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักร 7
 ขั้นร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคจิ๊กซอว์ 2 วิชาชีววิทยา เรื่องการตอบสนอง
 ของพืช เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และ
 จิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัย*
นเรศวร, 18(2), 181-193.

- พิมพ์สรณ์ ตุ๊กเตียน. (2552). ผลการใช้วิธีสอนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยาพร้อมกับเทคนิคการจัดกลุ่มแบบรายบุคคล (TAI) ต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยทักษิณ, สงขลา.
- ภณิดา ชัยปัญญา. (2541). ความพึงพอใจของเกษตรกรต่อกิจกรรมไร่นาสวนผสมภายใต้โครงการปรับโครงสร้างและระบบการผลิตการเกษตรของจังหวัดเชียงราย. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.
- มาริษา ไกรงู. (2552). ความพึงพอใจของผู้โดยสารต่อการบริการรถตู้โดยสารปรับอากาศประจำเส้นทาง กรณีศึกษา: สายกรุงเทพ-เพชรบุรี (หมายเลขเส้นทางเดินรถ 73). (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยกรุงเทพ, กรุงเทพมหานคร.
- รสสุคนธ์ มกรมณี. (2550). ทฤษฎีการแก้ปัญหและแนวทางปฏิบัติพื้นฐาน. วารสารการศึกษาไทย, 4(30), 41-45.
- ล้วน สายยศ. (2522). สถิติวิทยาทางการศึกษา. กรุงเทพมหานคร: วัฒนาพานิช.
- วรรณภา เหล่าไพศาลพงษ์. (2555). การศึกษาความสามารถในการคิดแก้ปัญหาและความสนใจในการเรียนภาษาไทยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่จัดการเรียนรู้แบบกระบวนการแก้ปัญหากับการจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครู. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพมหานคร.
- วรางคณา บุญครอบ. (2553). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหาการบวก ลบ คูณ หาร ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนโดยใช้วิธีการแก้ปัญหตามขั้นตอนของโพลยา กับเทคนิค KWDL ของคาร์ร (Carr) และโอเกล (Ogle). Paper presented at the การประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยกรุงเทพ, มหาวิทยาลัยกรุงเทพ.
- วรางคณา ลำอาจค์. (2560). การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยการจัดการเรียนรู้ ตามแนวคิดของโพลยา. วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม, 11(1), 52-61.
- วิชชุดา อ้วนศรีเมือง. (2555). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค STAD กับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค LT. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ,

กรุงเทพมหานคร.

ศศิธร แก้วมี. (2555). การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้การแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้เทคนิค K-W-D-L สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3. (วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยทักษิณ, สงขลา.

ศศิวิมล สนิทบุญ. (2559). การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับการใช้คำถามเชิงวิเคราะห์ที่มีต่อมโนทัศน์และการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ฟิสิกส์อะตอม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. วารสารวิชาการหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยราชภัฏ สกลนคร, 8(22), 197-208.

ศาสตราจารย์ หาสนาม. (2559). การวิจัยเชิงปฏิบัติการเพื่อแก้ปัญหาทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3. Paper presented at the การประชุมวิชาการระดับชาติ ครูศาสตร์ ครั้งที่ 1.

ศิริกาญจน์ โกสุมภ์. (2551). สอนเด็กให้คิดเป็น. กรุงเทพมหานคร: เกรท เอ็ดดูเคชั่น.

ศิริพิมล หงษ์เหม. (2557). การพัฒนาความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และคุณลักษณะใฝ่เรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้. วารสารศิลปการศึกษาศาสตร์วิจัย มหาวิทยาลัยศิลปากร, 6(1), 91-103.

ศุภสวัสดิ์ จิระประดิษฐ์ผล. (2557). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ โดยใช้การสอนแบบ 5E การเรียนเพื่อรอบรู้ และการสอนตามปกติ สำหรับนักเรียนเตรียมทหารชั้นปีที่ 1. (วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, กรุงเทพมหานคร.

ส่งสุข ไผละอ. (2547). ผลของการทำวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียนที่มีต่อการพัฒนาความรู้และกระบวนการทำงานของครูประถมศึกษา: การผสมวิธีการวิจัยเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ. (วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2554). สอนฟิสิกส์อย่างไร ให้ผู้เรียนเข้าใจจริง. นิตยสาร สสวท., 39(172), 40-43.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2559). ฝึกคิดพิชิตคณิต PISA. กรุงเทพมหานคร: กระทรวงศึกษาธิการ.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2560). ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพมหานคร: สำนักงานคณะกรรมการ

การศึกษาขั้นพื้นฐาน.

- สมชาย เทพแสง. (2555). *การบริหารและการจัดการการศึกษา*. กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาการบริหารการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- สมพร สีताल. (2560). *การพัฒนาชุดฝึกทักษะเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนประชาอุปถัมภ์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต, กรุงเทพมหานคร.
- สมฤทัย พุทมนต์สิงห์. (2559). *การศึกษาค้นคว้าพื้นฐานทางคณิตศาสตร์สำหรับใช้ในวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการจัดการเรียนรู้รูปแบบการแก้ปัญหาของ Polya ร่วมกับเทคนิค KWDL*. *วารสารศึกษาศาสตร์ ฉบับวิจัยบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยขอนแก่น*, 10(พิเศษ), 129-137.
- สิริเกศ หมดเจริญ. (2559). *การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่องเสียง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้กลวิธีเมตาคอกนิชัน*. *วารสารศึกษาศาสตร์ ฉบับวิจัยบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยขอนแก่น*, 5(4).
- สุจิตรา ศรีสละ. (2554). *ผลการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค K-W-D-L เรื่องโจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3*. (สารนิพนธ์ปริญญาามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพมหานคร.
- สุจินต์ สุทธิวรากล. (2561). *การพัฒนาแบบฝึกวิเคราะห์การแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์คำนวณ วิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ว23101 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามแนวคิดของโพลยา สำหรับการสอนซ่อมเสริม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนท่าชนะ อำเภوتاชนะ จังหวัดสุราษฎร์ธานี*. *วารสารราชภัฏสุราษฎร์ธานี*, 2(1), 147-169.
- สุทธิวรรณ ตันติธนาวงศ์. (2554). *การพัฒนากระบวนการจัดการศึกษาที่สนับสนุนการเรียนรู้ในสถานศึกษาขั้นพื้นฐานจังหวัดนนทบุรี*. *วารสารศึกษาศาสตร์ มสธ.*, 4(1), 15-29.
- สุพจน์ อิงอาจ. (2555). *การวิจัยทางเทคโนโลยีการศึกษาเบื้องต้น*. กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษา มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- สุระ วุฒิพรหม. (2547). *ทางเลือกใหม่ของการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ฟิสิกส์ เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง*. *การศึกษาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี*, 32(130), 20-23.
- สุริพร เปรมปรีดี. (2547). *ปัจจัยบางประการที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา*

คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 2. (ปริญญาณิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพมหานคร.

เสาวนีย์ บุญแก้ว. (2554). การศึกษาความสามารถในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค K-W-D-L โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย นครศรีธรรมราช. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต).

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.

เสาวนีย์ เวชพิทักษ์. (2551). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และความคงทนในการเรียน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง แรงและความดันที่เรียนโดยใช้โปรแกรมบทเรียนแบบจำลองสถานการณ์กับการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, มหาสารคาม.

อดิเรก เฉลียวฉลาด. (2550). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และเจตคติต่อการเรียน คณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหาย่อยละของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้เทคนิค K-W-D-L กับการสอนปกติ. (ปริญญาณิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี, สิงห์บุรี.

อนัญญา อินทรภักดี. (2558). ผลการใ้บทเรียนมัลติมีเดียแบบแก้ปัญหาที่มีต่อความสามารถ ในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาชั้นปีที่ 5. (วิทยานิพนธ์ ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศิลปากร, นครปฐม.

อัมพร วัจนะ. (2550). การสำรวจความคาดหวังในการเรียนฟิสิกส์. Paper presented at the การประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 33, ขอนแก่น.

เอกวิทย์ ดวงแก้ว. (2559). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้โจทย์ ปัญหาทางฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหา ความรู้ (5E) ร่วมกับกลวิธีแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์เชิงตรรกะของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร, 18(1), 202-210.

เอี่ยมพร หลินเจริญ. (2554). เทคนิคการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ. วารสารการวัดผลการศึกษามหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 17(1), 17-30.





ภาคผนวก ก

- รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ
- หนังสือขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ
- หนังสือขอความอนุเคราะห์เก็บข้อมูลเพื่อการวิจัย
- ใบรับรองโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์

รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ

1. รองศาสตราจารย์.ดร.พัศตริน วรรณเกตุศิริ
ภาควิชาครุศึกษา คณะศึกษาศาสตร์และพัฒนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
2. อาจารย์ ดร.กิตติมา พันธุ์พุกษา
ภาควิชาการจัดการเรียนรู้ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เกริก ศักดิ์สุภาพ
อาจารย์ โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร



หนังสือขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

ที่ อว 8718/1๒8๖



บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
114 สุขุมวิท 23 แขวงคลองเตยเหนือ
เขตวัฒนา กรุงเทพฯ 10110

1๒ ตุลาคม 2562

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์บุคลากรในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน คณบดีคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

เนื่องด้วย นางสาววินัส ชาลี นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง “แนวทางการปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา และผลที่มีต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ” โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนินันท์ พงษ์ประมุข เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญ อาจารย์ ดร.กิตติมา พันธุ์พุกษา เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบแผนการจัดการเรียนรู้ ทั้งนี้ นิสิตได้ติดต่อประสานงานเบื้องต้นกับบุคลากรของท่านแล้ว และจะประสานงานในรายละเอียดดังกล่าวต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์บุคลากรในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญให้ นางสาววินัส ชาลี และขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ นายแพทย์ฉัตรชัย เอกปัญญาสกุล)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 0 2649 5064

หมายเหตุ : สอบถามข้อมูลเพิ่มเติมกรุณาติดต่อ นิสิต โทรศัพท์ 083 652 7089

ที่ อว 8718/1๖85



บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
114 สุขุมวิท 23 แขวงคลองเตยเหนือ
เขตวัฒนา กรุงเทพฯ 10110

1๖ ตุลาคม 2562

เรื่อง ขออนุมัติขอความเห็นชอบในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน คณบดีคณะศึกษาศาสตร์และพัฒนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน

เนื่องด้วย นางสาววินัส ชาลี นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง “แนวทางการปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา และผลที่มีต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ” โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนินท์ พงษ์ประมุข เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทศธริน วรรณเกตุศิริ เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจแผนการจัดการเรียนรู้ ทั้งนี้ นิสิตได้ติดต่อประสานงานเบื้องต้นกับบุคลากรของท่านแล้ว และจะประสานงานในรายละเอียดดังกล่าวต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขออนุมัติขอความเห็นชอบในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญให้ นางสาววินัส ชาลี และขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ นายแพทย์ฉัตรชัย เอกปัญญาสกุล)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 0 2649 5064

หมายเหตุ : สอบถามข้อมูลเพิ่มเติมกรุณาติดต่อ นิสิต โทรศัพท์ 083 652 7089



บันทึกข้อความ

ส่วนงาน งานบริหารและธุรการ บัณฑิตวิทยาลัย โทร. 15644

ที่ อว 8718.1/1684

วันที่ 16 ตุลาคม 2562

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์บุคลากรในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายมัธยม)

เนื่องด้วย นางสาววินัส ชาลี นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ทำปริญญาานิพนธ์ เรื่อง “แนวทางการปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา และผลที่มีต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ” โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนินันท์ พงษ์ประมุข เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาานิพนธ์

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญ อาจารย์เกริก ศักดิ์สุภาพ เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจแผนการจัดการเรียนรู้ ทั้งนี้ นิสิตได้ติดต่อประสานงานเบื้องต้นกับบุคลากรของท่านแล้ว และจะประสานงานในรายละเอียดดังกล่าวต่อไป และสามารถสอบถามข้อมูลเพิ่มเติมได้ที่ 083 652 7089

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์บุคลากรในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญให้ นางสาววินัส ชาลี และขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

(รองศาสตราจารย์ นายแพทย์ฉัตรชัย เอกปัญญาสกุล)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ที่ อว 8718/2256



บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
114 สุขุมวิท 23 แขวงคลองเตยเหนือ
เขตวัฒนา กรุงเทพฯ 10110

12 ธันวาคม 2562

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์บุคลากรในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน คณะศึกษาศาสตร์และพัฒนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน

เนื่องด้วย นางสาววินัส ขาสี นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง “แนวทางการปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา และผลที่มีต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ” โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนินันท์ พฤกษ์ประมุข เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทศธริน วรณเกตุศิริ เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ทั้งนี้ นิสิตได้ติดต่อประสานงานเบื้องต้นกับบุคลากรของท่านแล้ว และจะประสานงานในรายละเอียดดังกล่าวต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์บุคลากรในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญให้ นางสาววินัส ขาสี และขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ นายแพทย์ฉัตรชัย เอกปัญญาสกุล
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย)

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 0 2649 5064

หมายเหตุ : สอบถามข้อมูลเพิ่มเติมกรุณาติดต่อ นิสิต โทรศัพท์ 083 652 7089

ที่ อว 8718/2266



บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
114 สุขุมวิท 23 แขวงคลองเตยเหนือ
เขตวัฒนา กรุงเทพฯ 10110

12 ธันวาคม 2562

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์บุคลากรในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน คณบดีคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

เนื่องด้วย นางสาววินัส ชาลี นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง “แนวทางการปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา และผลที่มีต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ” โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนินันท์ พงษ์ประมุข เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญ อาจารย์ ดร.กิตติมา พันธุ์พุกษา เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจแบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ทั้งนี้ นิสิตได้ติดต่อประสานงานเบื้องต้นกับบุคลากรของท่านแล้ว และจะประสานงานในรายละเอียดดังกล่าวต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์บุคลากรในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญให้ นางสาววินัส ชาลี และขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ นายแพทย์ฉัตรชัย เอกปัญญาสกุล
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย)

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 0 2649 5064

หมายเหตุ : สอบถามข้อมูลเพิ่มเติมกรุณาติดต่อ นิสิต โทรศัพท์ 083 652 7089



บันทึกข้อความ

ส่วนงาน งานบริหารและธุรการ บัณฑิตวิทยาลัย โทร. 15644

ที่ อว 8718.1/2255

วันที่ 12 ธันวาคม 2562

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์บุคลากรในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายมัธยม)

เนื่องด้วย นางสาววินัส ชาลี นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง “แนวทางการปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา และผลที่มีต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ” โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนินท์ พุกษ์ประมุข เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เกริก ศักดิ์สุภาพ เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจแบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ทั้งนี้ นิสิตได้ติดต่อประสานงานเบื้องต้นกับบุคลากรของท่านแล้ว และจะประสานงานในรายละเอียดดังกล่าวต่อไป และสามารถสอบถามข้อมูลเพิ่มเติมได้ที่ 083 652 7089

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์บุคลากรในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญให้ นางสาววินัส ชาลี และขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้



(รองศาสตราจารย์ นายแพทย์ฉัตรชัย เอกปัญญาสกุล)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ภาคผนวก ข

- ค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Consistency: IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้
- ค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Consistency: IOC) ค่าดัชนีอำนาจจำแนกและค่าดัชนีความยากของแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์
- ค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Consistency: IOC) ของแบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
- ใบรับรองโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์

ค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Consistency: IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้

ตาราง 13 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Consistency: IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้

ข้อ	รายการพิจารณา	ผลการประเมินของ			ผลรวม	ค่าเฉลี่ย	ผลการวิเคราะห์
		ผู้เชี่ยวชาญ					
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
1	เนื้อหา/สาระสำคัญในการจัดการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
2	กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
3	กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับสาระสำคัญ	0	+1	+1	2	0.67	สอดคล้อง
4	กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
5	กิจกรรมการเรียนรู้หลากหลายสอดคล้องกับความสามารถของผู้เรียน	+1	+1	0	2	0.67	สอดคล้อง
6	กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้	+1	+1	0	2	0.67	สอดคล้อง
7	กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับการส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
8	สื่อ/แหล่งเรียนรู้สอดคล้องกับกิจกรรมการจัดการเรียนรู้	+1	+1	0	2	0.67	สอดคล้อง
9	สื่อ/แหล่งเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	0	2	0.67	สอดคล้อง
10	สื่อ/แหล่งเรียนรู้หลากหลายสอดคล้องกับวัยและความสามารถผู้เรียน	0	+1	+1	2	0.67	สอดคล้อง
11	วิธีการประเมินผลสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
12	วิธีการประเมินผลสอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
13	เกณฑ์ในการประเมินผล ชัดเจนและสอดคล้องกับเครื่องมือที่ใช้ในการประเมินผล	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
14	แผนมีองค์ประกอบโดยภาพรวมสอดคล้องและสัมพันธ์กัน	+1	+1	0	2	0.67	สอดคล้อง

ค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Consistency: IOC) ค่าดัชนีอำนาจจำแนกและค่าดัชนีความยากของแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์

ตาราง 14 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Consistency: IOC) ค่าดัชนีความยากง่าย (P_E) และค่าดัชนีอำนาจจำแนก (D) ของแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์

ข้อ	ผลการประเมินของ			ผลรวม (ΣR)	IOC	ผลการ วิเคราะห์	ค่าดัชนี ความยาก ง่าย (P _E)	ค่าดัชนี อำนาจ จำแนก (D)
	ผู้เชี่ยวชาญ							
	คนที่ 1	คนที่ 2						
1	+1	+1	1	3	1	สอดคล้อง	0.35	0.25
2	+1	+1	1	3	1	สอดคล้อง	0.28	0.36
3	+1	+1	1	3	1	สอดคล้อง	0.31	0.63
4	+1	+1	1	3	1	สอดคล้อง	0.23	0.48
5	+1	+1	1	3	1	สอดคล้อง	0.23	0.49
6	+1	+1	1	3	1	สอดคล้อง	0.34	0.29

ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ เท่ากับ 0.83

หมายเหตุ : ข้อคำถามของแบบวัดที่ใช้ได้ หมายถึง ข้อคำถามนั้นต้องมีค่าดัชนีความยากง่ายระหว่าง 0.20-0.80 และค่าดัชนีอำนาจจำแนก ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป

ค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Consistency: IOC) ของแบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ตาราง 15 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Consistency: IOC) ของแบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ข้อ	รายการพิจารณา	ผลการประเมินของ			ผลรวม	ค่าเฉลี่ย	ผลการวิเคราะห์
		ผู้เชี่ยวชาญ					
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
ด้านกระบวนการจัดการเรียนรู้							
1	ครูผู้สอนมีการชี้แจงขอบเขตเนื้อหาจุดประสงค์ในการจัดการเรียนรู้การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยาทำให้นักเรียนแต่ละครั้งที่ชัดเจน	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
2	กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยาส่งเสริมให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างกัน	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
3	เนื้อหาที่นำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยาเป็นเนื้อหาที่สอดคล้องกับชีวิตประจำวัน	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
4	การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยาที่ครูใช้ทำให้นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาได้ดียิ่งขึ้น	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
5	กิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยามีความหลากหลาย	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
ด้านบรรยากาศการเรียนรู้							
1	สภาพห้องเรียนเอื้อต่อการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
2	ครูผู้สอนสร้างบรรยากาศในชั้นเรียนที่ส่งเสริมการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยาของนักเรียน	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง

ตาราง 15 (ต่อ)

ข้อ	รายการพิจารณา	ผลการประเมินของ ผู้เชี่ยวชาญ			ผลรวม	ค่าเฉลี่ย	ผลการ วิเคราะห์
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
3	การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้โจทย์ ปัญหาของโพลยาทำให้นักเรียนได้ มี โอกาสแสดงความคิดเห็นระหว่างและหลัง การจัดการเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
4	การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้โจทย์ ปัญหาของโพลยาทำให้นักเรียนได้มีส่วน ร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
5	มีการสรุปและอภิปรายหลังการปฏิบัติ กิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ โจทย์ปัญหาของโพลยา	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
ด้านการใช้สื่อการเรียนรู้							
1	สื่อ อุปกรณ์และเอกสารในกิจกรรมการ เรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของ โพลยาสอดคล้องกับเนื้อหา	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
2	การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้โจทย์ ปัญหาของโพลยาทำให้นักเรียนได้เรียนรู้ จากสื่อ และอุปกรณ์การเรียนรู้ที่ หลากหลาย	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
3	การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้โจทย์ ปัญหาของโพลยาทำให้นักเรียนมีส่วนร่วม ในการเลือกใช้สื่อ อุปกรณ์	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
4	ครูชี้แจงแหล่งการสืบค้นข้อมูลที่เป็น ประโยชน์ต่อการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ โจทย์ปัญหาของโพลยา	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
5	สื่อ และอุปกรณ์ในการจัดการเรียนรู้ด้วย กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา สามารถหาได้จากสิ่งรอบตัวใน ชีวิตประจำวัน	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
ด้านการวัดและประเมินผล							
1	การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้โจทย์ ปัญหาของโพลยาทำให้นักเรียนทราบแนว ทางการวัดและประเมินผลที่ชัดเจน	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง

ตาราง 15 (ต่อ)

ข้อ	รายการพิจารณา	ผลการประเมินของ			ผลรวม	ค่าเฉลี่ย	ผลการวิเคราะห์
		ผู้เชี่ยวชาญ					
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
2	การวัดและประเมินผลการเรียน สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการ จัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้โจทย์ ปัญหาของโพลยา	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
3	มีการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ด้วย กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา ด้วยเครื่องมือที่หลากหลาย	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
4	นักเรียนมีความพึงพอใจในการวัดและ ประเมินผล ก่อนเรียน ระหว่างเรียนและ หลังเรียนด้วยกระบวนการแก้โจทย์ ปัญหาของโพลยา	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
5	การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ โจทย์ปัญหาของโพลยาทำให้นักเรียน ได้รับข้อเสนอแนะเป็นข้อมูลย้อนกลับ จากครูผู้สอน	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง

ใบรับรองโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์

MF-04-version-2.0

วันที่ 18 ต.ค. 61



หนังสือยืนยันการยกเว้นการรับรอง
คณะกรรมการจริยธรรมสำหรับพิจารณาโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

(เอกสารนี้เพื่อแสดงว่าคณะกรรมการจริยธรรมสำหรับพิจารณาโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์ ได้พิจารณาโครงการวิจัยนี้)

ชื่อโครงการวิจัย : แนวการปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้ โดยใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา และผล
ที่มีต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
ชื่อหัวหน้าโครงการวิจัย : นางสาววินัส ชาลี
หน่วยงานต้นสังกัด : คณะวิทยาศาสตร์
รหัสโครงการวิจัย : SWUEC-G-109/2562X

โครงการวิจัยนี้เป็นโครงการวิจัยที่เข้าข่ายยกเว้น (Research with Exemption from SWUEC)

วันที่ยืนยัน : 29 พฤษภาคม 2562

ยืนยันโดย : คณะกรรมการจริยธรรมสำหรับพิจารณาโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

คณะกรรมการจริยธรรมสำหรับพิจารณาโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ดำเนินการ
รับรองโครงการวิจัยตามแนวทางหลักจริยธรรมการวิจัยในคนที่เป็นสากล ได้แก่ Declaration of Helsinki, the
Belmont Report, CIOMS Guidelines และ the International Conference on Harmonization in Good Clinical
Practice (ICH-GCP)

ออกให้ ณ วันที่ 24 มิถุนายน 2562

ลงชื่อ.....

(นายปิยชาติ บุญเพ็ญ)

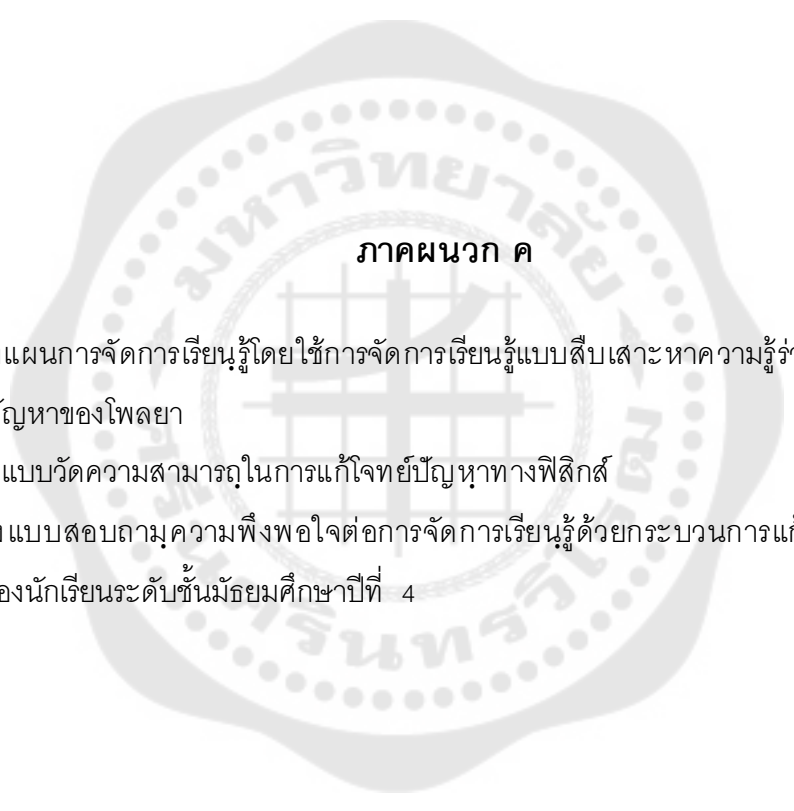
กรรมการและผู้ช่วยเลขานุการคณะกรรมการจริยธรรม
สำหรับพิจารณาโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์

(ลงชื่อ).....

(แพทย์หญิงสุรีพร ภัทรสุวรรณ)

ประธานคณะกรรมการจริยธรรม
สำหรับพิจารณาโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์

หมายเลขรับรอง : SWUEC/X/G-109/2562



ภาคผนวก ค

- ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา
- ตัวอย่างแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์
- ตัวอย่างแบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 แรง มวลและการเคลื่อนที่

วิชา ฟิสิกส์

เรื่อง การประยุกต์ใช้กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน

ภาคเรียนที่ 2

(การออกแรงลากหรือดันวัตถุบนพื้นราบ)

เวลา 2 คาบ

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว 6.1 เข้าใจธรรมชาติทางฟิสิกส์ ปริมาณและกระบวนการวัด การเคลื่อนที่แนวตรง แรง และกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน กฎความโน้มถ่วงสากล แรงเสียดทาน สมดุลกลของวัตถุ งานและกฎการอนุรักษ์พลังงานกล โมเมนตัมและกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม การเคลื่อนที่แนวโค้ง รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระสำคัญ

เมื่อวัตถุวางนิ่งอยู่กับที่ หรือกำลังเคลื่อนที่ด้วยความเร็วค่าต่าง ๆ ต่างมีแรงกระทำต่อวัตถุทั้งสิ้น โดยวัตถุที่วางบนพื้นราบมักจะถูกแรงกระทำที่แตกต่างกันไป ได้แก่ แรงโน้มถ่วง แรงปฏิกิริยาตั้งฉาก แรงเสียดทาน แรงดันและแรงลาก

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนสามารถอธิบายการออกแรงลากหรือดันวัตถุบนพื้นราบด้วยกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันได้
2. นักเรียนสามารถแก้สถานการณ์โจทย์ปัญหาต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการออกแรงลากหรือดันวัตถุบนพื้นราบด้วยกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน
3. นักเรียนมีความตรงเวลาในการเข้าเรียน และรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย

กิจกรรมการจัดการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 สร้างความสนใจ (10 นาที)

1. นักเรียนดูวีดิทัศน์ ภาพยนตร์เรื่อง ก๊อตซิลล่า (2 นาที) แล้วตั้งคำถาม “ในขณะที่ก๊อตซิลล่าต่อสู้กับอสูรยักษ์ตัวประหลาดอีกตัว มีแรงใดที่เกี่ยวข้องกับเหตุการณ์ในวีดิทัศน์บ้าง” โดยอภิปรายร่วมกันทั้งชั้นเรียน จนสามารถสรุปได้ว่า ขณะที่ก๊อตซิลล่าต่อสู้กับอสูรยักษ์ตัวประหลาดมีแรงดันที่ก๊อตซิลล่า

กระทำกับสัตว์ประหลาด แรงเสียดทานที่กระทำระหว่างพื้นกับเท้าของก๊อตซิลล่าและสัตว์ประหลาด แรงที่สัตว์ประหลาดออกแรงต้านแรงที่ก๊อตซิลล่ากระทำ น้ำหนักของก๊อตซิลล่าและสัตว์ประหลาด กระทำกับพื้น แรงที่พื้นกระทำกับเท้าของก๊อตซิลล่าและสัตว์ประหลาด

2. ครูยกตัวอย่างเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน ที่มีลักษณะคล้ายกันกับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในวิดีโอเรื่อง ก๊อตซิลล่า ได้แก่ เหตุการณ์การออกแรงผลักดันที่จุดขวางทางเข้าอยู่ และเหตุการณ์ต่างไปจากในวิดีโอ ได้แก่ การลากกระเป๋าดูหนัง

3. นักเรียนร่วมกันอภิปรายเรื่อง “หากเปรียบเทียบระหว่าง 2 เหตุการณ์ โดยเหตุการณ์แรกคือการการดันรถยนต์ที่จุดขวางทางเข้าอยู่ และเหตุการณ์ที่สองคือ การลากกระเป๋าดูหนัง มีแรงที่กระทำกับรถยนต์และกระเป๋าดูหนัง แตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร” จนสามารถสรุปได้ว่า แตกต่างกัน โดยแรงที่กระทำกับกระเป๋าดูหนังเป็นแรงที่ไม่ได้อยู่ในแนวการเคลื่อนที่ของกระเป๋าดูหนัง แต่แรงที่ใช้ดันรถยนต์เป็นแรงที่อยู่ในแนวการเคลื่อนที่ของรถยนต์

ขั้นที่ 2 สำรองและค้นหา (20 นาที)

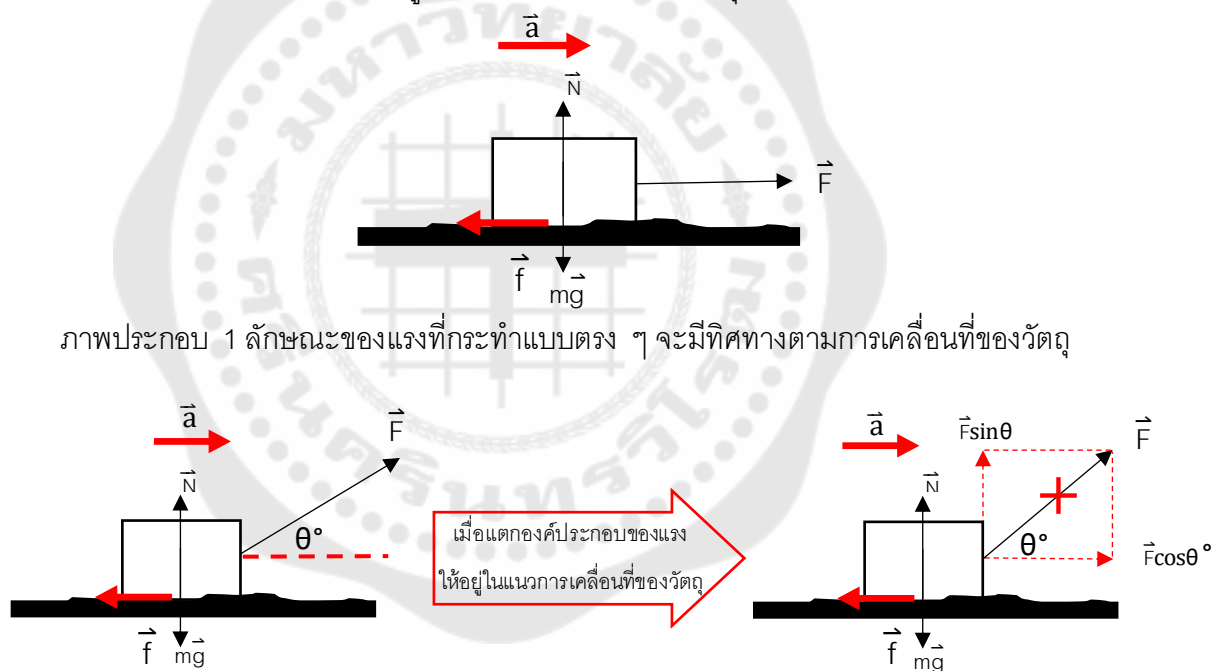
1. นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 4-5 คน เพื่อทำกิจกรรม เรื่อง ลากเลื่อน โดยใช้ใบกิจกรรม เรื่อง ลากเลื่อน ประกอบการทำกิจกรรม ซึ่งแต่ละกลุ่มได้รับอุปกรณ์การทำกิจกรรมดังนี้

- ดึงทราย 1 ถุง
- เครื่องชั่งสปริงแบบแขวน 1 เครื่อง
- โปรแทรกเตอร์ 1 อัน

2. นักเรียนทำกิจกรรม ตามขั้นตอนในใบกิจกรรม เรื่อง ลากเลื่อน

3. นักเรียนทำการสรุปผลการทำกิจกรรม โดยเปรียบเทียบค่าของขนาดแรงที่ใช้ดึงวัตถุในแนวนอนกับพื้น และแรงดึงถุงทรายทำมุม 30° กับแนวราบ และทำมุม 60° กับแนวราบ ตามลำดับ ว่ามีความเหมือนหรือต่างกันอย่างไร ลงในใบกิจกรรม เรื่อง ลากเลื่อน โดยใช้ใบความรู้ เรื่อง การออกแรงลากหรือดันวัตถุบนพื้นราบ ประกอบการสรุปผลการทำกิจกรรม แนวการสรุปผลการทำกิจกรรม แรงที่ใช้ดึงถุงทรายในแนวนอนกับพื้น และแรงดึงถุงทรายทำมุม 30° และ 60° กับแนวราบ มีค่าไม่เท่ากัน โดยแรงที่ใช้ดึงถุงทรายในแนวนอนกับพื้น มีค่ามากที่สุด และมีทิศทางขนานกับพื้นราบ ส่วนแรงที่ดึงถุงทรายทำมุม 30° และ 60° กับแนวราบ มีขนาดของแรงน้อยกว่า โดยต้องทำการแยกองค์ประกอบของแรงให้แรงอยู่ในแนวระดับ และแนวดิ่ง และสามารถนำแรงนี้ไปรวมกับแรงอื่นที่กระทำกับวัตถุต่อไป

4. นักเรียนตอบคำถามท้ายการทำกิจกรรม ลงในใบกิจกรรม เรื่อง การลากเลื่อน จากนั้นนักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายคำถามท้ายกิจกรรม “องค์ประกอบของแรงทั้งหมดที่กระทำต่อวัตถุกรณีดึงหรือดัน ขนานกับพื้นราบ และดึงหรือดันวัตถุแบบเอียงทำมุมกับพื้นราบ มีความแตกต่างและเหมือนกันอย่างไรบ้าง จงอธิบาย” จนสามารถสรุปได้ว่า องค์ประกอบของแรงทั้งหมดที่กระทำต่อวัตถุ ทั้ง 2 กรณี มีความเหมือนและแตกต่างกันดังนี้ แรงที่กระทำกับวัตถุ เช่น น้ำหนัก แรงที่พื้นกระทำกับวัตถุ รวมไปถึงแรงเสียดทานระหว่างพื้นกับวัตถุที่ยังคงเหมือนเดิม ไม่ว่าจะดึงแบบ ขนานกับพื้นราบ หรือ ดึงแบบเอียง ก็ตาม ซึ่งลักษณะของแรงที่กระทำแบบขนานกับพื้นราบ จะมีทิศทางการเคลื่อนที่ของวัตถุ แต่ลักษณะของแรงที่กระทำแบบเอียงทำมุมกับพื้นราบ จะมีทิศทางที่ไม่เป็นไปตามการเคลื่อนที่ของวัตถุ เมื่อต้องทำการคำนวณค่าเพื่อหาแรงลัพธ์จึงต้องมีการแยกองค์ประกอบของแรงออกเพื่อให้แรงอยู่ในแนวการเคลื่อนที่ของวัตถุ ดังภาพประกอบ 1 และ 2



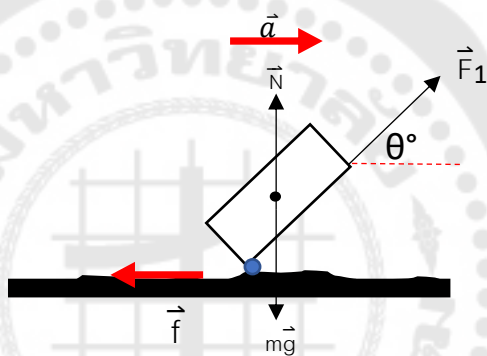
ภาพประกอบ 1 ลักษณะของแรงที่กระทำแบบตรง ๆ จะมีทิศทางตามการเคลื่อนที่ของวัตถุ

ภาพประกอบ 2 ลักษณะของแรงที่กระทำแบบเอียงทำมุมกับพื้นราบ
จะมีทิศทางที่ไม่เป็นไปตามการเคลื่อนที่ของวัตถุ

5. นักเรียนดูวีดิทัศน์ เรื่อง การลากกระเป๋าเดินทาง (1 นาที) โดยให้นักเรียนทำการอภิปรายเกี่ยวกับวีดิทัศน์ โดยใช้ผลการทำกิจกรรม เรื่อง ลากเลื่อน และใบความรู้ เรื่อง การออกแรงลากหรือดันวัตถุบนพื้นราบ ประกอบการอภิปราย ซึ่งครูผู้สอนใช้คำถามว่า

1) “การทำให้กิจกรรมลากเลื่อน กับ การลากกระเป๋าเดินทางมีความเหมือนหรือต่างกันอย่างไร” แนวคำตอบ การลากกระเป๋าเดินทางมีความเหมือนกันกับการทำให้กิจกรรมลากเลื่อน เมื่อมีการออกแรงกระทำกับวัตถุทำมุมกับแนวระดับเพื่อให้วัตถุเกิดการเคลื่อนที่

2) “กระเป๋าเดินทางถูกสร้างมาเพื่อให้ผู้ใช้ทำการออกแรงกระทำต่อกระเป๋าในลักษณะใด จึงจะทำให้กระเป๋าเกิดการเคลื่อนที่ แล้วมีองค์ประกอบของแรงใดบ้างที่กระทำกับกระเป๋า อย่างไร ” แนวคำตอบ กระเป๋าเดินทางถูกสร้างมาเพื่อให้ผู้ใช้งานลากลักษณะที่เอียงทำมุมกับพื้นราบกระเป๋าจึงจะเกิดการเคลื่อนที่ ซึ่งองค์ประกอบของแรงที่กระทำกับกระเป๋า ได้แก่ แรงเนื่องจากน้ำหนักของกระเป๋า แรงที่พื้นกระทำกับล้อในทิศตั้งฉากกับพื้น แรงเสียดทานระหว่างล้อกับพื้น แรงดึงหรือแรงลากที่กระทำเป็นมุม θ กับพื้นราบ ดังภาพประกอบ 3



ภาพประกอบ 3 ลักษณะของแรงที่กระทำกับกระเป๋าเดินทาง
เมื่อลากกระเป๋าเดินทางให้เกิดการเคลื่อนที่

6. ตัวแทนนักเรียนขึ้นมาสาธิตการดันและการลากวัตถุบนพื้นราบ ดังนี้ ออกแรงดันโต๊ะเรียนไปด้านหน้าเป็นระยะประมาณ 1 เมตร และนำเชือกไปผูกกับขาโต๊ะเรียนแล้วลากไปด้านหน้าเป็นระยะประมาณ 1 เมตร แล้วร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับแรงที่กระทำต่อโต๊ะเรียนมีแรงอะไรบ้าง แต่ละแรงทำหน้าที่อะไร จนสามารถสรุปได้ว่า กรณีดันโต๊ะเรียนไปด้านหน้า แรงที่กระทำต่อโต๊ะเรียนหากพิจารณาแนวราบ จะมีทั้งแรงที่เสริมการเคลื่อนที่ของโต๊ะ ได้แก่ แรงที่นักเรียนออกแรงดันโต๊ะ และแรงที่ต้านการเคลื่อนที่ของโต๊ะ ได้แก่ แรงเสียดทาน พิจารณาแนวตั้ง จะมีแรงเนื่องจากน้ำหนักของโต๊ะ และแรงปฏิกิริยาดังฉาก ซึ่งมีทิศทางตรงข้ามกัน กรณีลากโต๊ะเรียน แรงที่กระทำต่อโต๊ะเรียนหากพิจารณาแนวราบ จะมีทั้งแรงที่เสริมการเคลื่อนที่ของโต๊ะ ได้แก่ แรงที่นักเรียนออกแรงลากโต๊ะ ซึ่งเป็นแรงดึงในเส้นเชือก และแรงที่ต้านการเคลื่อนที่ของโต๊ะ ได้แก่ แรงเสียดทาน พิจารณาแนวตั้ง จะมีแรงเนื่องจากน้ำหนักของโต๊ะ และแรงปฏิกิริยาดังฉาก ซึ่งมีทิศทางตรงข้ามกัน ซึ่งแรงกระทำกรณีลากโต๊ะเรียนนี้จะมีความคล้ายคลึงกับการลากกระเป๋าเดินทาง และการลากถุงทราย กรณีลากเอียงทำมุมกับแนวระดับ ในกิจกรรมลากเลื่อน

7. นักเรียนร่วมกันอภิปรายจากคำถามที่ว่า “หากลากโต๊ะแบบเฉียงทำมุม θ กับแนวราบ แรงทั้งหมดที่กระทำกับวัตถุยังคงเหมือนกับกรณีลากโต๊ะแบบขนานกับพื้นหรือไม่ อย่างไร” โดยร่วมกันอภิปรายทั้งชั้นเรียน จนสามารถสรุปได้ว่า เนื่องจากแรงที่กระทำมีลักษณะไม่ได้อยู่ตามแนวการเคลื่อนที่ของโต๊ะ ดังนั้นต้องทำการแยกองค์ประกอบของแรง เพื่อให้ได้องค์ประกอบของแรงในแนวราบ ซึ่งเป็นแรงเสริมการเคลื่อนที่ของโต๊ะ อีกทั้งมีแรงเสียดทานอีกแรงที่อยู่ในแนวราบ และองค์ประกอบของแรงในแนวตั้ง รวมไปถึงแรงปฏิกิริยาดังกล่าว และแรงเนื่องจากน้ำหนักของโต๊ะ

ขั้นที่ 3 อธิบายและลงข้อสรุป (30 นาที)

1. นักเรียนทำการศึกษาสถานการณ์โจทย์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการออกแรงลากหรือดันวัตถุบนพื้นราบ ในข้อที่ 1 ของใบงานที่ 1 เรื่อง การออกแรงลากหรือดันวัตถุบนพื้นราบ โดยใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่

ขั้นที่ 1 การทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา เป็นขั้นที่นักเรียนอ่านและวิเคราะห์สถานการณ์โจทย์ปัญหา โดยสามารถเขียนแสดงแผนภาพพร้อมทั้งระบุขนาดและทิศทางของปริมาณต่าง ๆ ตามสถานการณ์ที่โจทย์กำหนดได้ เพื่อใช้ในการประกอบการแก้โจทย์ปัญหา

ขั้นที่ 2 การวางแผนการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา เป็นขั้นที่นักเรียนระบุสิ่งที่โจทย์ปัญหาต้องการทราบ และทำการเปลี่ยนจากภาษาเขียนในโจทย์ปัญหาเป็นสัญลักษณ์เพื่อเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของสัญลักษณ์และปริมาณให้อยู่ในรูปแบบของสมการได้

ขั้นที่ 3 การดำเนินการตามแผน เป็นขั้นที่นักเรียนดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาตามที่ได้วางแผนไว้ โดยนักเรียนสามารถนำเสนอสมการความสัมพันธ์ของตัวแปรทางฟิสิกส์มาดำเนินการทางคณิตศาสตร์ จนได้มาซึ่งคำตอบของโจทย์ปัญหา

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบผลลัพธ์ เป็นขั้นที่นักเรียนดำเนินการสรุปและตรวจสอบคำตอบเพื่อหาความถูกต้อง โดยการให้นักเรียนเขียนสรุปคำตอบพร้อมระบุหน่วย และตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบตามรูปแบบของแต่ละสถานการณ์โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ ได้แก่ การสรุปความสมเหตุสมผลจากการคำนวณค่าย้อนกลับเพื่อดูความเท่ากันของสมการทางคณิตศาสตร์ การหาปริมาณที่โจทย์ต้องการทราบจากการดำเนินการอีกวิธีหนึ่งเพื่อตรวจสอบคำตอบ หรือการวิเคราะห์และระบุถึงความสมเหตุสมผลของการเกิดขึ้นในสถานการณ์โจทย์ปัญหานั้น ๆ

2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับสถานการณ์โจทย์ปัญหาตามกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา ขั้นที่ 1 คือ การทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา ในลักษณะของการเขียนสิ่งที่

ทราบได้จากการศึกษาสถานการณ์โดยสื่อความออกมาในรูปแบบต่าง ๆ ตามขั้นได้แก่ วาดภาพเขียนระบุสิ่งที่กำหนดในสถานการณ์โจทย์ปัญหาเป็นข้อความ

3. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับสถานการณ์โจทย์ปัญหา ตามกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา ขั้นที่ 2 คือ การวางแผนการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา เพื่อทำการระบุว่าสถานการณ์โจทย์ปัญหานั้นเกี่ยวข้องกับกฎของนิวตันข้อใดเขียนความสัมพันธ์ของปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์โจทย์ปัญหาได้อย่างไร และต้องให้หลักการใดเข้ามาใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาเพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบ

4. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายในการดำเนินการตามกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา ขั้นที่ 3 การดำเนินการตามแผน ที่ได้มาจากการวางแผนในขั้นที่ 2 เพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบที่ถูกต้อง และร่วมทำการสรุปคำตอบและตรวจสอบคำตอบตาม ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบผลลัพธ์

5. นักเรียนดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาในใบงานที่ 1 ข้อที่ 2-3 ด้วยตนเองโดยใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา ทั้ง 4 ขั้นตอน โดยครูทำหน้าที่เป็นผู้คอยดูแลช่วยเหลือนักเรียนในระหว่างที่นักเรียนทำแบบฝึกหัด

6. ครูสุ่มเลือกตัวแทนนักเรียนจำนวน 2 คน ออกมานำเสนอการแก้โจทย์ปัญหาข้อที่ 2-3 โดยทำคนละข้อ หน้าชั้นเรียน พร้อมทั้งร่วมกันอภิปรายกับนักเรียนทั้งชั้นเรียนเกี่ยวกับวิธีการได้มาซึ่งคำตอบ โดยหากพบว่านักเรียนมีวิธีการไม่ถูกต้องจนส่งผลให้คำตอบที่ได้มาผิด ครูและนักเรียนร่วมชั้นเรียนคนอื่นทำการเสนอแนะเพื่อปรับปรุงวิธีการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาของผู้ที่มานำเสนอ

ขั้นที่ 4 ขยายความรู้ (20 นาที)

1. นักเรียนเรียนรู้ และลงมือทำการแก้โจทย์ปัญหาเพิ่มเติมจากโจทย์ปัญหาในใบงานที่ 1 ด้วยตนเอง โดยเป็นสถานการณ์โจทย์ปัญหาเกี่ยวข้องกับกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน ซึ่งอยู่ในใบงานที่ 2 เรื่อง สถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการออกแรงลากหรือดันวัตถุบนพื้นราบ โดยนำกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันไปใช้ในการแก้ปัญหา หรืออธิบายสถานการณ์เหล่านี้ แนวทางการแก้โจทย์ปัญหาโดยใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา ในการนำมาแก้โจทย์ปัญหา โดยประกอบด้วยขั้นตอนต่อไปนี้ ขั้นที่ 1 การทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา ขั้นที่ 2 การวางแผนการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา ขั้นที่ 3 การดำเนินการตามแผน และขั้นที่ 4 ตรวจสอบผลลัพธ์

ขั้นที่ 5 ประเมินผล (20 นาที)

1. ครูทำการตรวจสอบการตอบคำถามท้ายกิจกรรม ในใบกิจกรรม เรื่อง ลากเลื้อน เพื่อทำการตรวจสอบความเข้าใจในเรื่องการอธิบายการออกแรงลากหรือดันวัตถุบนพื้นราบด้วยกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันได้
2. ครูทำการตรวจสอบกระบวนการการแก้โจทย์ปัญหา พร้อมทั้งสังเกตพฤติกรรมการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ของนักเรียนจากการทำใบงานที่ 2 เรื่อง สถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการออกแรงลากหรือดันวัตถุบนพื้นราบ เพื่อทำการตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน
3. ครูทำการตรวจสอบความตรงเวลาในการเข้าเรียน และความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย โดยทำการประเมินลงแบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียน

สื่อการเรียนรู้

1. วีดิทัศน์ ภาพยนต์เรื่อง ก๊อตซิลล่า (https://www.youtube.com/watch?v=rERCBUI_gfA)
2. วีดิทัศน์ เรื่อง การลากกระเป๋าเดินทาง (https://www.youtube.com/watch?v=rI0ydeI_avo)
3. ใบกิจกรรม เรื่อง ลากเลื้อน
4. ใบความรู้ เรื่อง การออกแรงลากหรือดันวัตถุบนพื้นราบ
5. ใบงานที่ 1 เรื่อง การออกแรงลากหรือดันวัตถุบนพื้นราบ
6. ใบงานที่ 2 เรื่อง สถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการออกแรงลากหรือดันวัตถุบนพื้นราบ

การประเมินผล

ตัวบ่งชี้/พฤติกรรม	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
นักเรียนสามารถอธิบาย การออกแรงลากหรือดัน วัตถุบนพื้นราบด้วยกฎการ เคลื่อนที่ของนิวตันได้	1.ตรวจจากผลงานใน ใบงานที่ 1 เรื่อง การ ออกแรงลากหรือดัน วัตถุบนพื้นราบ 2.ตรวจจากตอบ คำถามท้ายกิจกรรมใน ใบกิจกรรม เรื่อง ลาก เลื่อน	1.ใบงานที่ 1 เรื่อง การ ออกแรงลากหรือดัน วัตถุบนพื้นราบ 2.ใบกิจกรรม เรื่อง ลาก เลื่อน	คะแนนรวมในใบงาน ผ่านร้อยละ 70 (เอกวิทย์ ดวงแก้ว. 2558: 125) คะแนนการตอบคำถามท้าย กิจกรรมในใบกิจกรรม ผ่านร้อยละ 70 (เอกวิทย์ ดวงแก้ว. 2558: 125)
นักเรียนสามารถแก้ สถานการณ์โจทย์ปัญหา ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการ ออกแรงลากหรือดันวัตถุ บนพื้นราบด้วยกฎการ เคลื่อนที่ของนิวตัน	ตรวจจากผลงานในใบ งานที่ 2 เรื่อง สถานการณ์ปัญหาที่ เกี่ยวข้องกับการออก แรงลากหรือดันวัตถุบน พื้นราบ	ใบงานที่ 2 เรื่อง สถานการณ์ปัญหาที่ เกี่ยวข้องกับการออก แรงลากหรือดันวัตถุบน พื้นราบ	คะแนนรวมในใบงาน ผ่านร้อยละ 70 (เอกวิทย์ ดวงแก้ว. 2558: 125)
นักเรียนมีความตรงเวลา ในการเข้าเรียน และ รับผิดชอบต่องานที่ได้รับ มอบหมาย	สังเกตพฤติกรรมในการ ทำกิจกรรม	แบบสังเกตพฤติกรรม นักเรียน	ผ่าน เมื่อนักเรียนแสดง พฤติกรรมมีความตรงต่อเวลา ในการเข้าเรียนและมีความ รับผิดชอบต่องานที่ได้รับ มอบหมายอย่างครบถ้วนทั้ง สองพฤติกรรม

ตัวอย่างแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์

- คำชี้แจง : 1. แบบวัดชุดนี้จัดทำขึ้นเพื่อวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์
2. ให้นักเรียนอ่านโจทย์ปัญหาแล้วแสดงวิธีทำโดยละเอียด
3. แบบวัดมีรูปแบบเป็นข้อสอบอัตนัย จำนวน 6 ข้อ ข้อละ 20 คะแนน รวม 120

คะแนน



1.นักเรียนคนหนึ่ง นำลูกเหล็กมวล 10 กิโลกรัม ผูกติดกับเครื่องชั่งสปริงแล้วห้อยไว้ในแนวดิ่ง เมื่อดึงเครื่องชั่งสปริงให้เคลื่อนที่ขึ้นแนวดิ่งด้วยความเร่ง 1 เมตรต่อวินาที² เครื่องชั่งสปริงจะอ่านค่าได้กี่นิวตัน

จงระบุคำตอบแต่ละข้อคำถามที่แสดงถึงความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาโดยละเอียดที่สุด

สิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้	
.....	วาดแผนภาพ
สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ	
.....	
กำหนดตัวแปรแทนปริมาณทางฟิสิกส์	
.....	
หลักการและสมการทางฟิสิกส์ที่เกี่ยวข้อง	
.....	
แสดงวิธีทำ	
.....	
สรุปคำตอบ	
.....	
ตรวจสอบคำตอบ	
.....	

ตัวอย่างแบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

คำชี้แจง

1. แบบสอบถามฉบับนี้จัดทำขึ้นเพื่อการศึกษาความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
2. แบบสอบถามฉบับนี้ มีจำนวน 20 ข้อ ประกอบด้วย 2 ตอน ดังนี้
 - ตอนที่ 1 ข้อมูลสถานภาพของผู้ตอบแบบสอบถาม
 - ตอนที่ 2 ข้อคำถามเพื่อประเมินความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา
3. ข้อมูลจากแบบสอบถามนี้ ใช้เฉพาะในการวิจัยครั้งนี้เท่านั้นและไม่มีผลต่อคะแนนในการเรียนรายวิชานี้
4. ให้นักเรียนพิจารณาข้อความแต่ละข้อแล้วทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างที่ตรงกับระดับความคิดเห็นของนักเรียนให้ครบทุกข้อ
5. เกณฑ์ในการแสดงระดับความพึงพอใจ แบ่งออกเป็น 5 ระดับ ดังนี้

ระดับความพึงพอใจ	
5 หมายถึง	มีความพึงพอใจมากที่สุด
4 หมายถึง	มีความพึงพอใจมาก
3 หมายถึง	มีความพึงพอใจปานกลาง
2 หมายถึง	มีความพึงพอใจน้อย
1 หมายถึง	มีความพึงพอใจน้อยที่สุด

ตอนที่ 1 ข้อมูลสถานภาพของผู้ตอบแบบสอบถาม

เพศ ☐ ชาย ☐ หญิง

เกรดเฉลี่ยรวม.....

ตอนที่ 2 ข้อคำถามเพื่อประเมินความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา

ตาราง 16 แบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ข้อคำถาม	ระดับความพึงพอใจ				
	มากที่สุด (5)	มาก (4)	ปานกลาง (3)	น้อย (2)	น้อยที่สุด (1)
ด้านกระบวนการจัดการเรียนรู้					
1.ครูผู้สอนมีการชี้แจงขอบเขตเนื้อหา จุดประสงค์ในการจัดการเรียนรู้การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยาทำให้นักเรียนแต่ละครั้งที่ชัดเจน					
2.กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยาส่งเสริมให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างกัน					
3.เนื้อหาที่นำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยาเป็นเนื้อหาที่สอดคล้องกับชีวิตประจำวัน					
4.การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยาที่ครูใช้ทำให้นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาได้ดียิ่งขึ้น					
5.กิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา มีความหลากหลาย					

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	วินัส ชาติ
วัน เดือน ปี เกิด	29 เมษายน 2534
สถานที่เกิด	ราชบุรี
วุฒิการศึกษา	การศึกษาศาสตรบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์-ฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ที่อยู่ปัจจุบัน	92/1 หมู่ 9 ตำบลนครชุมน์ อำเภอบ้านโป่ง จังหวัดราชบุรี 70110

