



การพัฒนาแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับแนวคิดการแก้
โจทย์ปัญหาของโรจาร์ เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โมเมนตัมและการชน
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4



นัทธพงศ์ พุ่มศิริโร

การค้นคว้าอิสระเสนอบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิจัยและประเมินทางการศึกษา
ปีการศึกษา 2565
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนเรศวร

การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับแนวคิดการแก้
โจทย์ปัญหาของโรจาร์ เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โมเมนต์และการชน
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4



การค้นคว้าอิสระเสนอบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิจัยและประเมินทางการศึกษา
ปีการศึกษา 2565
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนเรศวร

การค้นคว้าอิสระ เรื่อง "การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับ
แนวคิดการแก้โจทย์ปัญหาของโรจาร์ เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โมเมนตัมและการชน
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4"

ของ นัทธพงศ์ พุ่มศิริโร

ได้รับการพิจารณาให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิจัยและประเมินทางการศึกษา

(ดร.ณัฐกานต์ ประจักษ์บาน)

อาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อัจฉรา ศรีพันธ์)

หัวหน้าภาควิชาบริหาร วิจัย และพัฒนานวัตกรรมทางการศึกษา

ชื่อเรื่อง	การพัฒนา รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับแนวคิดการแก้โจทย์ปัญหาของโรจาร์ เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โมเมนตัมและการชน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
ผู้วิจัย	นันทพงศ์ พุ่มศิริโร
ประธานที่ปรึกษา	ดร.ณัฐกานต์ ประจันบาน
ประเภทสารนิพนธ์	การค้นคว้าอิสระ กศ.ม. วิจัยและประเมินทางการศึกษา, มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2565
คำสำคัญ	การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es), แนวคิดการแก้โจทย์ปัญหาของโรจาร์, ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อสร้างและหาดัชนีประสิทธิผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับแนวคิดการแก้โจทย์ปัญหาของโรจาร์ เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โมเมนตัมและการชน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามเกณฑ์ประสิทธิผลไม่ต่ำ 0.50 2) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนใช้และหลังใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับแนวคิดการแก้โจทย์ปัญหาของโรจาร์ เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โมเมนตัมและการชน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 3) เพื่อประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับแนวคิดการแก้โจทย์ปัญหาของโรจาร์ เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โมเมนตัมและการชน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยเลือกแบบเจาะจง (Purposive Selection) คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2565 โรงเรียนวังกรดพิทยา จังหวัดพิจิตร จำนวน 9 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 5 แผน แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ชนิดปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ แบบสอบถามความพึงพอใจ มีลักษณะเป็นมาตรวัดประมาณค่า 5 ระดับ (Rating scale) จำนวน 12 ข้อ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ร้อยละ ส่วยเป็ยงเบนมาตรฐานและทดสอบสมมติฐานโดยใช้สถิติ t-test (Dependent Samples)

ผลการวิจัยพบว่า 1) การสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับแนวคิดการแก้โจทย์ปัญหาของโรจาร์ เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โมเมนตัมและการชน

สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งประกอบไปด้วย 5 ขั้นตอนหลักตามการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es เพื่อให้ให้นักเรียนได้เรียนรู้ร่วมถึงสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง และนำแนวความคิดการแก้โจทย์ปัญหาของโรจาร์ซึ่งประกอบไปด้วย 6 ขั้นตอน มาพัฒนากระบวนการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ของนักเรียนในชั้นที่ 4 ขยายความรู้ของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es นำมาสร้างเป็นชุดกิจกรรมจำนวน 5 ชุดกิจกรรม มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด และมีค่าดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 0.52 ตามเกณฑ์ประสิทธิผลไม่ต่ำ 0.50 2) การเปรียบเทียบสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังใช้สูงกว่าก่อนใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับแนวความคิดการแก้โจทย์ปัญหาของโรจาร์ เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โมเมนตัมและการชน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ 3) ระดับความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับแนวความคิดการแก้โจทย์ปัญหาของโรจาร์ เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โมเมนตัมและการชน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 อยู่ในระดับมาก

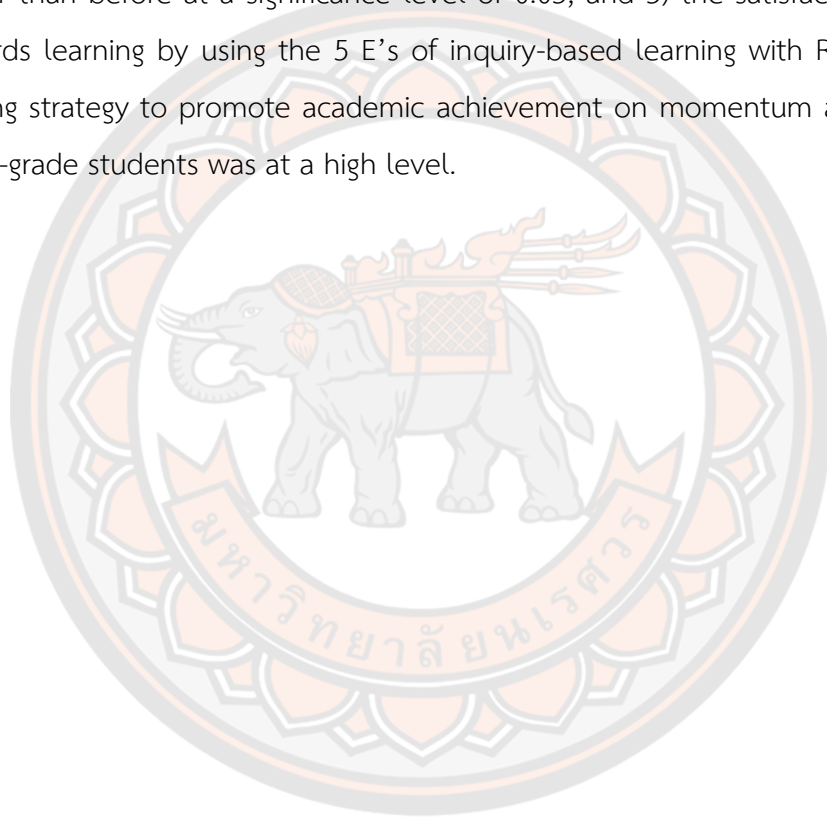


Title	THE DEVELOPMENT OF THE 5 E'S OF INQUIRY-BASED LEARNING WITH ROJAS'S PROBLEM-SOLVING STRATEGY TO PROMOTE ACADEMIC ACHIEVEMENT ON MOMENTUM AND COLLISION FOR TENTH-GRADE STUDENTS
Author	Nutthapong Pumsiro
Advisor	Nattakan Prechanban, Ph.D.
Academic Paper	M.Ed. Independent Study in Educational Research and Evaluation - (Plan B), Naresuan University, 2022
Keywords	The 5 E's of inquiry-based learning, Rojas's problem-solving strategy, Academic achievement

ABSTRACT

The purposes of this research were to 1) create and find out the effectiveness index of the 5 E's of inquiry-based learning with Rojas's problem-solving strategy to promote academic achievement on momentum and collision for tenth-grade students according to the criterion, not less than 0.50, 2) to compare academic achievement before and after learning by using the 5 E's of inquiry-based learning with Rojas's problem-solving strategy to promote academic achievement on momentum and collision for tenth-grade students, and 3) study the satisfaction of students towards learning by using the 5 E's of inquiry-based learning with Rojas's problem-solving strategy to promote academic achievement on momentum and collision for tenth-grade students. The participants were 9 tenth-grade students of the second semester in 2022 at Wangkrotpittaya School chosen by the purposive selection. The research instruments were 5 lesson plans , an achievement test on momentum and collision, 20 items , and a questionnaire measuring students' satisfaction Rating scale, 12 items . The statistics used for data analysis were mean, percentage, standard deviation, and t-test (Dependent Samples). The results showed that 1) learning by using the 5 E's of inquiry-based learning with Rojas's problem-solving strategy to promote academic achievement on momentum and collision for tenth-grade students was consists of 5 main steps according to the 5E's of inquiry-based learning management for students

to learning and creating knowledge by themselves and applied Rojas's problem-solving strategy, which consists of 6 steps, strategy to promote the physics problem-solving process of students in the 4th step, Elaboration the knowledge of the 5E's inquiry-based appropriate at a very high level and met the effectiveness index at 0.52, 2) The comparison of academic achievement between before and after learning by using the 5 E's of inquiry-based learning with Rojas's problem-solving strategy to promote academic achievement on momentum and collision for tenth-grade students was higher than before at a significance level of 0.05, and 3) the satisfaction of students towards learning by using the 5 E's of inquiry-based learning with Rojas's problem-solving strategy to promote academic achievement on momentum and collision for tenth-grade students was at a high level.



ประกาศคุณูปการ

การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองฉบับนี้ สำเร็จลงได้ด้วยความกรุณาอย่างยิ่งจาก ดร.ณัฐกานต์ ประจันบาน ที่ปรึกษาและคณะกรรมการทุกท่าน ที่ได้ให้คำแนะนำปรึกษา ตลอดจนตรวจแก้ไข ข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความเอาใจใส่เป็นอย่างยิ่ง จนการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองสำเร็จสมบูรณ์ได้ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอกราบขอบพระคุณ ผศ.ธนาวุธ เชื้อเจริญ, ผศ.ดร.ชำนาญ ปาณาวงษ์, ดร.สุรียา ชาปุ, นางสาวเรวดี เพ็ญศรี และนายอภิชาติ ต้วงดูย ที่กรุณาให้คำแนะนำ แก้ไขและตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า จนทำให้การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้สมบูรณ์และมีคุณค่า

ขอขอบพระคุณผู้บริหาร บุคลากรและนักเรียนประจำระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ทุกคน โรงเรียนวังกรดพิทยา และโรงเรียนเมธีพิทยา จังหวัดพิจิตร ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ อำนวยความสะดวก และให้ความร่วมมือเป็นอย่างยิ่ง ในการเก็บข้อมูลและตอบแบบสอบถาม

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากการศึกษาค้นคว้าฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบบูชาพระคุณบิดา มารดา ผู้มีพระคุณ ตลอดจน ครูอาจารย์ทุกท่าน ที่กรุณาประสิทธิประสาทความรู้ในการทำวิจัยในครั้งนี้

นัทธพงศ์ พุ่มศิริโร

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ค
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
ประกาศคุณูปการ.....	ช
สารบัญ.....	ซ
สารบัญตาราง.....	ฅ
สารบัญภาพ.....	๗
บทที่ 1 บทนำ.....	1
ที่มาและความสำคัญ.....	1
วัตถุประสงค์การวิจัย.....	4
สมมติฐานการวิจัย.....	4
ขอบเขตการวิจัย.....	4
ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย.....	10
บทที่ 2 แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	11
1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ.2551 (ฉบับปรับปรุง 2560).....	12
1.1. เป้าหมายวิทยาศาสตร์.....	12
1.2. เรียนรู้อะไรในวิทยาศาสตร์.....	12
1.3. ผลการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้เพิ่มเติมฟิสิกส์.....	16
2. แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบ 5Es หรือแบบสืบเสาะหาความรู้.....	27

2.1. ความหมายการจัดการเรียนรู้แบบ 5Es หรือแบบสืบเสาะหาความรู้.....	27
2.2. กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบ 5Es หรือแบบสืบเสาะหาความรู้.....	28
3. แนวคิด ทฤษฎีเกี่ยวกับเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหา.....	35
3.1. โจทย์ปัญหา.....	35
3.2. การแก้โจทย์ปัญหาทางพีสิคส์.....	35
3.3. กระบวนการของเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาตามแนวคิดโรจาร์.....	36
4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	39
4.1. ความหมายของผลสัมฤทธิ์.....	39
4.2. ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์.....	40
4.3. การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์.....	44
5. ความพึงพอใจ.....	46
5.1. ความหมายของความพึงพอใจ.....	46
5.2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจ.....	47
5.3. การวัดความพึงพอใจ.....	48
6. กิจกรรมการเรียนรู้.....	49
6.1. ความหมายของกิจกรรมการเรียนรู้.....	49
6.2. องค์ประกอบของกิจกรรมการเรียนรู้.....	50
6.3. การหาค่าประสิทธิผลของกิจกรรมการเรียนรู้.....	51
7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	54
7.1 งานวิจัยในประเทศ.....	54
7.2 งานวิจัยต่างประเทศ.....	56
8. กรอบแนวคิดการวิจัย.....	58

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	59
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	69
ตอนที่ 1 ผลการสร้างและหาดัชนีประสิทธิผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหา ความรู้ 5Es ร่วมกับแนวคิดการแก้โจทย์ปัญหาของโรจาร์ เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน เรื่อง โมเมนตัมและการชน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตาม เกณฑ์ประสิทธิผลไม่ต่ำ 0.50	69
ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนใช้และหลังใช้รูปแบบการ จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับแนวคิดการแก้โจทย์ปัญหาของโร จาร์ เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โมเมนตัมและการชน สำหรับ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4	72
ตอนที่ 3. ผลการประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้ แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับแนวคิดการแก้โจทย์ปัญหาของโรจาร์ เพื่อ ส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โมเมนตัมและการชน สำหรับนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 4	73
บทที่ 5	76
สรุปและอภิปรายผล	76
สรุปผลการวิจัย	76
อภิปรายผลการวิจัย	77
ข้อเสนอแนะ	79
บรรณานุกรม	80
บรรณานุกรม	81
ภาคผนวก	85
ภาคผนวก ก รายนามผู้เชี่ยวชาญ	86
ภาคผนวก ข เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	87

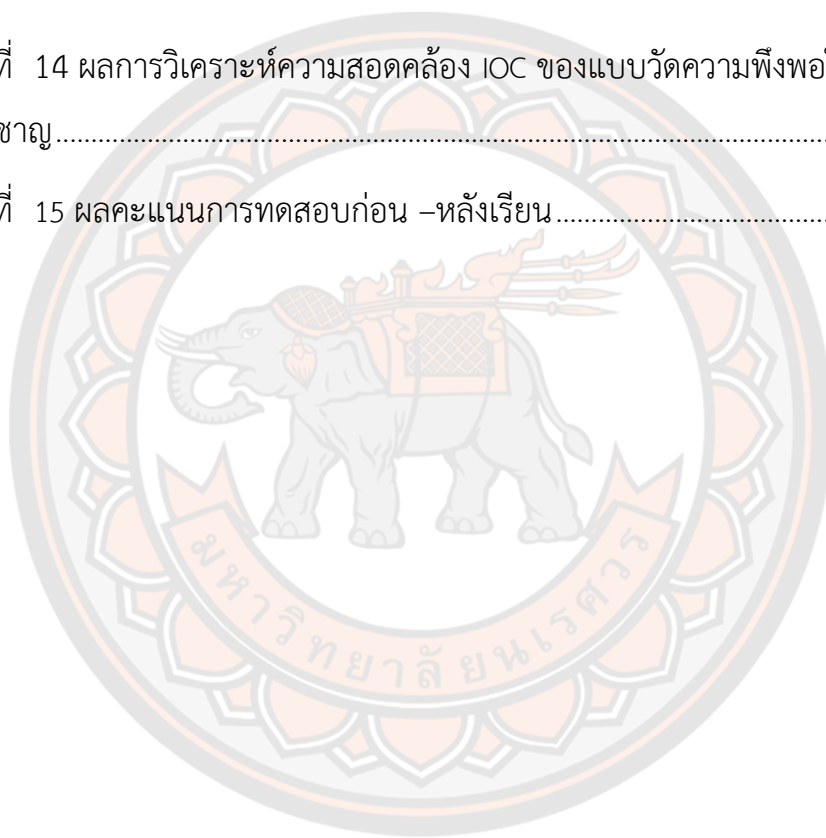
ภาคผนวก ค ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	103
ภาคผนวก ง เอกสารขอความอนุเคราะห์ผู้เชี่ยวชาญ	111
ภาคผนวก จ เอกสารขอความอนุเคราะห์เก็บข้อมูลเพื่อการศึกษาค้นคว้าอิสระ	116
ประวัติผู้วิจัย	118



สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1 ตารางแสดงตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) รายวิชาฟิสิกส์	16
ตารางที่ 2 แสดงรูปแบบการจัดกระบวนการเรียนรู้แบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน	30
ตารางที่ 3 แสดงขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาระหว่างแนวคิดของโพลยา และแนวคิดของโร จาส์	36
ตารางที่ 4 แสดงการวิเคราะห์จำนวนข้อสอบที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล	62
ตารางที่ 5 แผนการทดลอง One Group Pretest-Posttest Design	63
ตารางที่ 6 แสดงผลความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับแนวคิดของโรจาส์เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โมเมนตัมและการชน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4	71
ตารางที่ 7 แสดงผลการหาดัชนีประสิทธิผลของรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหา ความรู้ 5Es ร่วมกับแนวคิดการแก้โจทย์ปัญหาของโรจาร์ เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียน เรื่อง โมเมนตัมและการชน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามเกณฑ์ ประสิทธิผลไม่ต่ำ 0.50	72
ตารางที่ 8 แสดงการวิเคราะห์การแจกแจงปกติของข้อมูล	72
ตารางที่ 9 แสดงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนใช้และหลังใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ สืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับแนวคิดการแก้โจทย์ปัญหาของโรจาร์ เพื่อส่งเสริม ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โมเมนตัมและการชน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4	73

ตารางที่ 10 ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับแนวคิดของโรจาส์ เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โมเมนตัมและการชน	74
ตารางที่ 11 ผลการวิเคราะห์ IOC ของแบบทดสอบ	103
ตารางที่ 12 ผลการวิเคราะห์ความยากง่าย	106
ตารางที่ 13 การหาค่าประสิทธิผล	108
ตารางที่ 14 ผลการวิเคราะห์ความสอดคล้อง IOC ของแบบวัดความพึงพอใจจากผู้เชี่ยวชาญ	109
ตารางที่ 15 ผลคะแนนการทดสอบก่อน -หลังเรียน	110



สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 1 วัฏจักรการเรียนรู้แบบ 5 ขั้นตอน (5Es Learning Cycle Model).....	28
ภาพที่ 2 แสดงกรอบแนวคิดการวิจัย.....	58
ภาพที่ 3 แสดงรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับแนวคิดการแก้ โจทย์ปัญหาของโรจาร์.....	70



บทที่ 1

บทนำ

ที่มาและความสำคัญ

วิทยาศาสตร์ เป็นศาสตร์ที่อาศัยความรู้ที่เกิดจากสติปัญญาและความพยายามของมนุษย์ในการศึกษาเพื่อทำความเข้าใจสิ่งต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นบนโลกและในเอกภพ โดยปรากฏการณ์ต่าง ๆ บนโลกหรือในเอกภพที่เกิดขึ้นมีลักษณะเป็นรูปแบบสามารถเข้าใจด้วยสติปัญญา โดยอาศัยวิธีการศึกษาที่เป็นระบบ ผนวกกับการใช้ประสาทสัมผัสและเครื่องมือต่าง ๆ ในการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยการสังเกต ทดลอง สร้างแบบจำลอง หรือวิธีอื่น ๆ เพื่อให้มั่นใจ และมีความถูกต้อง การทำความเข้าใจปรากฏต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นบนโลกจะต้องใช้ความเป็นเหตุเป็นผล เพื่อเชื่อมโยงหลักฐานเชิงประจักษ์เข้ากับข้อมูลอื่น ๆ โดยหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ.2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) กำหนดเป้าหมายในการศึกษารายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ค้นพบความรู้ด้วยตนเองมากที่สุด เพื่อให้ผู้เรียนได้เกิดความรู้เกี่ยวกับหลักการ ทฤษฎี และกฎที่เป็นพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ รวมถึงทักษะเกี่ยวกับกระบวนการคิดและจินตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหา การจัดการข้อมูล การสื่อสารและการตัดสินใจ โดยนำความรู้ ความเข้าใจ ในวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิต (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546)

รายวิชาฟิสิกส์เป็นวิทยาศาสตร์ธรรมชาติแขนงหนึ่งที่ศึกษาค้นคว้าเพื่ออธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ในธรรมชาติ เช่น เหตุใดวัตถุจึงตกสู่พื้นโลก รุ่งกินน้ำเกิดขึ้นได้อย่างไร สสารเปลี่ยนสถานะได้อย่างไร เหตุใดดวงอาทิตย์จึงมีสีแดงเมื่อจะลับขอบฟ้า เป็นต้น แนวคิด ทฤษฎี หลักการหรือกฎทางฟิสิกส์ มีการพัฒนาสะสมกันมานานหลายศตวรรษจำแนกได้เป็นสาขาต่าง ๆ เช่น กลศาสตร์ คลื่น เสียง แสง ไฟฟ้าและแม่เหล็ก ความร้อน ฟิสิกส์อะตอม ฟิสิกส์นิวเคลียร์ และฟิสิกส์อนุภาค ความรู้ทางฟิสิกส์สามารถนำมาอธิบายเกี่ยวกับสสาร พลังงาน อันตรกิริยาระหว่างสสารกับพลังงาน และแรงพื้นฐานในธรรมชาติ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, กระทรวงศึกษาธิการ) ความรู้ทางฟิสิกส์ประกอบไปด้วยส่วนที่เป็นเนื้อหาที่เป็นกฎ ทฤษฎีที่ศึกษาและอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในธรรมชาติ และส่วนที่เป็นการแก้โจทย์ปัญหา ในการแก้โจทย์ปัญหาหรือสถานการณ์ปัญหาทางฟิสิกส์จะต้องอาศัยความรู้ที่เป็นกฎและทฤษฎีที่ได้ศึกษาเพื่อใช้ในการอธิบายในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ซึ่งสอดคล้องกับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จะต้องมีทั้งองค์ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ (Scientific knowledge) การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยหลักการทางวิทยาศาสตร์

(Scientific principles) เป็นแนวทางการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนรู้คิด รู้ทำรวมถึงการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (UNESCO, 2010 อ้างถึงใน อรุณา สิงห์สวัสดิ์และคณะ)

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในรายวิชาฟิสิกส์นั้นมักเกิดปัญหา เนื่องจากเนื้อหาทางฟิสิกส์มีลักษณะเฉพาะมีความเชื่อมโยงต่อเนื่องซับซ้อน และมีความเป็นนามธรรม ทำให้นักเรียนมีมุมมองกับรายวิชาฟิสิกส์เป็นวิชาที่มีเนื้อหายาก ทำให้นักเรียนหมดกำลังใจในการเรียนรู้เกิดเป็นทัศนคติที่ไม่ดีต่อรายวิชาฟิสิกส์ ส่งผลให้นักเรียนใช้วิธีการท่องจำสูตรและตัวอย่างโจทย์ปัญหาในการวัดผลสัมฤทธิ์ ปัญหาการเรียนในรายวิชาฟิสิกส์ไม่เพียงเกิดขึ้นกับประเทศไทย ยังพบว่าปัญหาการเรียนรู้อิสิกส์ในประเทศสหรัฐอเมริกา พบว่า นักเรียนจำนวนมากไม่สามารถแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ได้ ทั้งนี้เนื่องจากมีระดับความรู้ความเข้าใจในเนื้อหา และกระบวนการใช้ความรู้ทางฟิสิกส์ไม่เพียงพอทำให้ไม่สามารถประยุกต์แนวคิดต่าง ๆ ในการแก้ปัญหาฟิสิกส์ได้ (Chi, Feltovich & Glaser อ้างถึงในทวิช มณีพนา, 2563) ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในรายวิชาฟิสิกส์ของโรงเรียนวังกรดพิทยา พบว่า นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนค่อนข้างต่ำ ตั้งแต่ปีการศึกษา 2562 - 2564 ในรายวิชาฟิสิกส์ 2 โดยเฉพาะในเรื่องของ โมเมนตัมและการชน (ฝ่ายวิชาการโรงเรียนวังกรดพิทยา, 2565) ซึ่งเนื้อหาของโมเมนตัมและการชน เป็นปริมาณเวกเตอร์ที่มีทั้งขนาดและทิศทาง การคิดวิเคราะห์ต้องอาศัยความรู้และหลักการในเรื่องของเวกเตอร์มาแก้ไข้ปัญหา ทำให้นักเรียนเกิดความสับสนผนวกกับนักเรียนไม่มีการวางแผนการแก้ไข้ปัญหา ผู้วิจัยจึงหาแนวทางในการแก้ไข้ปัญหาโดยศึกษาแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และแนวทางการแก้ไข้ปัญหา ให้มีความเหมาะสมกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในรายวิชาฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน ที่มีทั้งเนื้อหาที่เป็นทางหลักการและทฤษฎีและการแก้ไข้ปัญหา

ผู้วิจัยจึงทำการการศึกษาหาแนวทางในการจัดการเรียนรู้เพื่อให้บรรลุตามผลการเรียนรู้ในรายวิชาฟิสิกส์มีรูปแบบการสอนที่ผู้วิจัยสนใจ คือ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) เป็นกลยุทธ์การสอนแบบ Active Learning ที่ช่วยให้นักเรียนเข้าใจในสิ่งที่เรียนรู้ได้ด้วยตนเอง สร้างทั้งความสนใจ กระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้ และปูทางให้กับการพัฒนาทักษะโดยใช้การตั้งคำถาม (inquiry) เป็นพื้นฐานในการให้ผู้เรียนได้นำประสบการณ์ที่เรียนรู้หรือฝึกฝน มาทดลองปฏิบัติหรือแสวงหาคำตอบ เกิดเป็นการเรียนรู้จากความเข้าใจที่ผู้เรียนค่อยๆ สร้างสมขึ้นมา โดยผู้สอนจะเป็นผู้ช่วยแนะนำแก้ไข้และเสริมต่อในส่วนที่จำเป็น ต่างจากการสอนแบบเดิมที่ใช้การป้อนความรู้จากผู้สอนเป็นหลัก รูปแบบการสอนแบบ 5Es ประกอบด้วยการเรียนการสอน 5 ลำดับ (phases) คือ ขั้นสร้างความสนใจในการเรียนรู้ (Engagement), ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration), ขั้นอธิบายและสร้างความเข้าใจที่ถูกต้อง (Explanation), ขั้นขยายความ (Elaboration) และ ขั้นประเมินผล (Evaluation) (ปิยนันท์ สวัสดิ์ศฤงคาร, 2563) และยังสอดคล้องกับการที่จะให้นักเรียนเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จะต้องประกอบไปด้วย 3 กลุ่มใหญ่ ๆ ตามการจัดของสมาคมความก้าวหน้าทาง

วิทยาศาสตร์ ได้แก่ 1. โลกทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ 2. การสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ และ 3. กิจการทางวิทยาศาสตร์ (ทวีศักดิ์ จินดารุรักษ์, 2559) นอกจากจะอาศัยรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ Active Learning แล้วนั้นรายวิชาฟิสิกส์ยังคงต้องอาศัยกระบวนการทางคณิตศาสตร์เพื่อนำมาอธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นโดยจะเน้นวิเคราะห์เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นทางธรรมชาติและสิ่งที่มีมนุษย์ได้กระทำขึ้นโดยจะต้องอาศัยความฝึกฝนกระบวนการคิดและการแก้ปัญหาเพื่อให้ได้แนวทางในการแก้ไขปัญหาต่างๆ ได้ กระบวนการแก้ปัญหานั้นมีหลากหลายรูปแบบและหลากหลายขั้นตอน แต่กระบวนการที่ยอมรับและนำมาใช้กันอย่างแพร่หลายอย่างหนึ่งที่น่าสนใจคือ แนวคิดของโรจาร์

แนวคิดของโรจาร์ถูกพัฒนาจากแนวคิดของโพลยาที่มีทั้งหมด 4 ขั้นตอน ได้แก่ 1. ทำความเข้าใจปัญหา 2. วางแผนการแก้ปัญหา 3. ดำเนินการตามแผน 4. การตรวจสอบผล มาประยุกต์ให้เหมาะกับการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์โดยเพิ่มขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาขึ้นอีก 2 ขั้นตอน จึงทำให้เทคนิคของการแก้โจทย์ปัญหาตามแนวคิดของโรจาร์จึงมีทั้ง 6 ขั้นตอน (Rojas, 2010, p24) คือ 1. ขั้นทำความเข้าใจปัญหา (Understand the Problem) เป็นการพิจารณาสิ่งที่เกี่ยวข้องกับคำถามหรือปัญหา 2. ขั้นจัดเตรียมปริมาณที่ใช้ในการอธิบายปัญหา (Provide a Qualitative Description of the Problem) เป็นการที่พิจารณาในส่วนของกฎ หลักการ แนวคิดหรือสูตรต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องที่สามารถจะนำมาใช้ในการแก้ปัญหา 3. วางแผนแก้ปัญหา (Plan a Solution) เป็นการพิจารณาว่าสิ่งที่โจทย์ต้องการหาเกี่ยวข้องกับสัมพันธ์เชื่อมโยงกันอย่างไร และวางแผนแนวทางในการแก้ปัญหา 4. ดำเนินการตามแผน (Carry out the Plan) เป็นขั้นตอนที่ให้นักเรียนได้ดำเนินการแก้ปัญหาตามแผนที่นักเรียนได้วางแผนไว้ 5. พิสูจน์ความสอดคล้องของสมการ (Verify the Internal Consistency and Coherence of the Equations Used) เป็นขั้นตอนที่พิจารณาความถูกต้องจากการคำนวณในทุก ๆ ส่วนที่ได้วางแผนไว้ 6. ตรวจสอบและประเมินคำตอบ (Check and Evaluate the Obtained Solution) จากการที่นักเรียนได้พิจารณาในขั้นตอนที่ 5 หลังจากที่ได้ตรวจสอบพิสูจน์ความสอดคล้องของสมการและได้มาเป็นผลลัพธ์ และตรวจสอบความสมเหตุสมผลมีความน่าเชื่อถือหรือไม่ และส่งเสริมลงหาทางเลือกในการแก้ปัญหาที่แตกต่างในการแก้ปัญหาเดิมเพื่อเพิ่มความเข้าใจที่ดียิ่งขึ้น (เกริก ศักดิ์สุภาพ, 2562)

จากเหตุผลและความสำคัญดังกล่าว ผู้วิจัยมีความเห็นว่า กิจกรรมการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับแนวคิดการแก้โจทย์ปัญหาของโรจาร์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สามารถทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงขึ้นอย่างมีประสิทธิภาพ เพราะสามารถทำให้นักเรียนเข้าใจในเนื้อหาหลัก การทางฟิสิกส์ที่ใช้ในการอธิบายของปัญหา และนักเรียนยังสามารถที่จะวางแผนการแก้โจทย์ปัญหา หาผลลัพธ์โดยใช้ทักษะการคำนวณทางคณิตศาสตร์ โดยนักเรียนสามารถตรวจสอบความสอดคล้องของสมการด้วยตนเองและมีความเชื่อมั่นของผลลัพธ์ที่มีความถูกต้องแม่นยำ

วัตถุประสงค์การวิจัย

งานวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับแนวความคิดการแก้โจทย์ปัญหาของโรจาร์ เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โมเมนตัมและการชน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยมีวัตถุประสงค์ย่อยดังนี้

1. เพื่อสร้างและหาค่าดัชนีประสิทธิผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับแนวความคิดการแก้โจทย์ปัญหาของโรจาร์ เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โมเมนตัมและการชน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามเกณฑ์ประสิทธิผลไม่ต่ำ 0.50
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนใช้และหลังใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับแนวความคิดการแก้โจทย์ปัญหาของโรจาร์ เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โมเมนตัมและการชน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
3. เพื่อประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับแนวความคิดการแก้โจทย์ปัญหาของโรจาร์ เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โมเมนตัมและการชน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

สมมติฐานการวิจัย

หลังใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับแนวความคิดการแก้โจทย์ปัญหาของโรจาร์ เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โมเมนตัมและการชน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สูงกว่าก่อนใช้

ขอบเขตการวิจัย

ผู้วิจัยแบ่งขั้นตอนการวิจัยออกเป็น 3 ขั้นตอน กำหนดขอบเขตการวิจัยในแต่ละขั้นตอนดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 การสร้างและหาค่าดัชนีประสิทธิผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับแนวความคิดการแก้โจทย์ปัญหาของโรจาร์ เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โมเมนตัมและการชน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามเกณฑ์ประสิทธิผลไม่ต่ำ 0.50

1. ด้านเนื้อหา

ผู้วิจัยศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ.2551 ฉบับปรับปรุง 2560 เรื่อง โมเมนตัมและการชน มาสร้างและพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับ

แนวความคิดการแก้โจทย์ปัญหาของโรจาร์ เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โมเมนตัมและการชน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 5 แผน 12 คาบ โดยมีรายละเอียดดังนี้

- | | |
|---------------------------------|-------------|
| 1. โมเมนตัม | จำนวน 2 คาบ |
| 2. แรงและการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัม | จำนวน 2 คาบ |
| 3. การดล | จำนวน 2 คาบ |
| 4. กฎการอนุรักษ์โมเมนตัม | จำนวน 2 คาบ |
| 5. การชนและการตีตัวแยกจากกัน | จำนวน 4 คาบ |

2. ด้านแหล่งข้อมูล

2.1 ผู้ให้ข้อมูล เป็นผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน เพื่อให้ข้อเสนอแนะและประเมินเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย

- 2.1.1 ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 2 ท่าน
- 2.1.2 ผู้เชี่ยวชาญทางการสอนทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 2 ท่าน
- 2.1.3 ผู้เชี่ยวชาญทางการวัดประเมินผล จำนวน 1 ท่าน

2.2 กลุ่มเป้าหมายนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนเมธีพิทยา จำนวน 1 ห้องเรียน ใช้สำหรับการตรวจสอบและหาคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3. ด้านตัวแปร

ตัวแปรต้น

กระบวนการในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับแนวความคิดการแก้โจทย์ปัญหาของโรจาร์

ตัวแปรตาม

1. ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญต่อความถูกต้องและเหมาะสมของรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับแนวความคิดการแก้โจทย์ปัญหาของโรจาร์เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โมเมนตัมและการชน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

2. ค่าดัชนีประสิทธิผลของรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับแนวความคิดการแก้โจทย์ปัญหาของโรจาร์ เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โมเมนตัมและการชน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้เกณฑ์ประสิทธิผล 0.50

4. ด้านระยะเวลา

ใช้ระยะเวลาในการสร้างรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับแนวคิดการแก้โจทย์ปัญหาของโรจาร์ เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โมเมนตัมและการชน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565

ขั้นตอนที่ 2 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนใช้และหลังใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับแนวคิดการแก้โจทย์ปัญหาของโรจาร์ เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องโมเมนตัมและการชน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

1. ด้านเนื้อหา

ผู้วิจัยศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ.2551 ฉบับปรับปรุง 2560 เรื่อง โมเมนตัมและการชน มาสร้างและพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับแนวคิดการแก้โจทย์ปัญหาของโรจาร์ วิเคราะห์ผลการเรียนรู้และเนื้อหา เรื่อง โมเมนตัมและการชน จำนวน 5 แผน รวม 12 คาบ และทำการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแนวคิดการแก้โจทย์ปัญหาของโรจาร์ จำนวน 2 คาบ รวมการจัดกิจกรรมทั้งสิ้น 14 คาบ โดยมีเนื้อหา ดังนี้

- | | |
|------------------------------------|-------------|
| 1. ทดสอบก่อนการเรียนรู้ | จำนวน 1 คาบ |
| 2. โมเมนตัม | จำนวน 2 คาบ |
| 3. แรงแรงและการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัม | จำนวน 2 คาบ |
| 4. การดล | จำนวน 2 คาบ |
| 5. กฎการอนุรักษ์โมเมนตัม | จำนวน 2 คาบ |
| 6. การชนและการติดตัวแยกจากกัน | จำนวน 4 คาบ |
| 7. ทดสอบหลังการเรียนรู้ | จำนวน 1 คาบ |

2. ด้านแหล่งข้อมูล

ประชากร คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนวังกรดพิทยา

กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สายวิทย์ – คณิต จำนวน 1 ห้องเรียน โรงเรียนวังกรดพิทยา ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565

3. ด้านตัวแปร

ตัวแปรต้น

การเรียนรู้ด้วยรูปแบบแบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับแนวคิดการแก้โจทย์ปัญหาของโรจาร์ ก่อนและหลังจัดกิจกรรม

ตัวแปรตาม

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โมเมนตัมและการชน

4. ด้านระยะเวลา

ระยะเวลาในการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ เป็นภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 14 ชั่วโมง

ขั้นตอนที่ 3 การประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับแนวคิดการแก้โจทย์ปัญหาของโรจาร์ เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องโมเมนตัมและการชน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

1. ด้านแหล่งข้อมูล

กลุ่มเป้าหมายได้แก่ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนวังกรดพิทยา ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 9 คน ซึ่งได้รับการจัดการเรียนรู้รูปแบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับแนวคิดการแก้โจทย์ปัญหาของโรจาร์

2. ด้านตัวแปร

ตัวแปรต้น

กระบวนการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับแนวคิดการแก้โจทย์ปัญหาของโรจาร์

ตัวแปรตาม

ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการใช้รูปแบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับแนวคิดการแก้โจทย์ปัญหาของโรจาร์

3. ด้านระยะเวลา

ใช้ระยะเวลาในการประเมินความพึงพอใจในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 หลังจากจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับแนวคิดการแก้โจทย์ปัญหาของโรจาร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เสร็จสิ้นลง โดยใช้เวลานอกชั่วโมงเรียน ประมาณ 30 นาที

นิยามศัพท์เฉพาะ

รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับแนวคิดการแก้โจทย์ปัญหาของโรเจอร์ หมายถึง กระบวนการจัดการเรียนรู้โดยการสร้างองค์ความรู้ให้แก่ตัวผู้เรียนเองในการค้นพบความจริงในเรื่องต่าง ๆ โดยผู้สอนช่วยอำนวยความสะดวกในการจัดการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียนรวมทั้งกระตุ้นให้นักเรียนเกิดข้อสงสัยหรือความต้องการที่จะค้นพบความจริงในเรื่องนั้น ๆ และช่วยในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียน โดยมีวิธีการแก้โจทย์ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอนเพื่อให้นักเรียนได้นำความรู้ได้เรียนรู้มาประยุกต์ใช้ในการแก้ไข้ปัญหา ประกอบไปด้วย

1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement phase) เป็นขั้นที่ผู้สอนจะต้องดึงดูดความสนใจของผู้เรียนเพื่อที่จะนำเข้าสู่บทเรียนทำให้ผู้เรียนมีความสนใจ อยากรู้อยากเห็น จากการทบทวนความรู้เก่า จากการเปิดคลิปวิดีโอหรือภาพต่าง ๆ โดยมีการใช้คำถามในการกระตุ้นนักเรียนให้มีส่วนร่วม
2. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration phase) เป็นขั้นที่ผู้สอนจะเป็นผู้อำนวยความสะดวกโดยการจัดกิจกรรม เตรียมวัสดุอุปกรณ์ เพื่อให้นักเรียนดำเนินการสังเกต สำรวจทดลองและรวบรวมข้อมูลโดยตรง และให้ผู้เรียนได้มีโอกาสในการพูดคุยกับผู้เรียนคนอื่น ๆ จากนั้นสร้างองค์ความรู้และทำความเข้าใจด้วยตนเอง
3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation phase) เป็นขั้นที่ผู้เรียนมีข้อมูลจากการสำรวจและค้นหาอย่างเพียงพอแล้วจึงนำข้อมูลมาวิเคราะห์ หรือสรุปผลและนำเสนอผลที่ได้
4. ขั้นขยายความรู้ (Elaboration phase) เป็นการนำความรู้ที่นักเรียนสร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติมหรือนำแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่น ๆ ทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้นในการแก้้ปัญหา ในขั้นนี้มีการนำวิธีการแก้โจทย์ปัญหาตามแนวคิดของโรเจอร์ มาประยุกต์ใช้เพื่อให้นักเรียนแก้้โจทย์ปัญหาได้อย่างเป็นขั้นตอน โดยมีขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา เป็นขั้นที่นักเรียนต้องอธิบายให้ได้ว่าสิ่งที่โจทย์ต้องการรู้ อะไร และเงื่อนไขต่าง ๆ ที่โจทย์กำหนดให้มีอะไรบ้าง

ขั้นที่ 2 การอธิบายคุณลักษณะของปัญหา เป็นขั้นที่นักเรียนต้องอธิบายให้ได้ว่าปัญหาที่นักเรียนต้องการแก้้จะอาศัยความรู้เกี่ยวกับ กฎหรือทฤษฎี ที่นำมาใช้ในการอธิบายแก้้ปัญหา

ขั้นที่ 3 การวางแผนการแก้้ปัญหา เป็นขั้นที่นักเรียนออกแบบวางแผนในการคิดแก้้ปัญหาโดยอาศัยข้อมูลจากขั้นที่ 1 และความรู้กฎและทฤษฎีจากขั้นที่ 2 มาใช้ในการวางแผนในการแก้้ปัญหาและต้องอาศัยความรู้ทางคณิตศาสตร์ในเรื่องใดในการช่วยแก้้โจทย์ปัญหาในครั้งนี้

ขั้นที่ 4 การดำเนินการตามแผน เป็นขั้นที่นักเรียนพยายามที่จะหาผลลัพธ์ตามแผนที่นักเรียนได้วางไว้ในขั้นที่ 3

ขั้นที่ 5 ตรวจสอบความสอดคล้องของสมการที่ใช้ ในขั้นนี้เมื่อนักเรียนดำเนินการขั้นที่ 4 นักเรียนจะต้องตรวจสอบความสอดคล้องของสมการกับสิ่งที่นักเรียนได้แก้ไขปัญหามาตามแผนที่วางไว้ ว่าสิ่งที่นักเรียนนำมาแทนในสมการมีความสอดคล้องสมเหตุสมผลหรือไม่ โดยพิจารณาจากหน่วยที่นักเรียนนำมาดำเนินการทางคณิตศาสตร์

ขั้นที่ 6 การตรวจสอบและประเมินคำตอบ ในขั้นนี้เมื่อนักเรียนได้ผลลัพธ์จากการแก้โจทย์ปัญหามีความสอดคล้องกับสิ่งที่โจทย์ต้องการแล้วหรือไม่ และส่งเสริมแนวทางการแก้ปัญหานี้ให้ผู้เรียนนำไปปรับคิดแก้ไขปัญหาหรือประยุกต์กับโจทย์ปัญหาอื่น ๆ ได้

5. ขั้นประเมินผล (Evaluation phase) เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่าผู้เรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร โดยใช้คำถามที่ถามในขั้นสร้างความสนใจ ให้นักเรียนได้อธิบาย

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสามารถของผู้เรียนในการเรียนรู้รายวิชาฟิสิกส์ ซึ่งวัดได้จากการตอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรูปแบบข้อสอบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ เรื่อง โมเมนตัมและการชน ตามเนื้อหาและผลการเรียนรู้รายวิชาฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์ หมายถึง ชุดของสื่อประสมที่จัดทำขึ้นสำหรับหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง โมเมนตัมและการชน สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เพื่ออธิบายถึงเนื้อหา ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ให้เข้าใจในเนื้อหามากยิ่งขึ้น โดยจัดเนื้อหาไว้เป็นชุด ๆ จำนวน 5 ชุด ได้แก่ ชุดที่ 1 โมเมนตัม ชุดที่ 2 แรงและการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัม ชุดที่ 3 การดล ชุดที่ 4 กฎการอนุรักษ์โมเมนตัม และชุดที่ 5 การชนและการตีตัวแยกจากกัน โดยแต่ละชุดประกอบด้วยองค์ประกอบ 2 ส่วน คือ

1. คู่มือการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับครู ประกอบด้วย
 - 1.1. คำชี้แจงการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้
 - 1.2. บทบาทของครูและนักเรียน
 - 1.3. แผนการจัดการเรียนรู้
 - 1.4. เนื้อหาสาระ
 - 1.5. แบบฝึกหัด
 - 1.6. เฉลยคำตอบ
2. คู่มือการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับเรียน ประกอบด้วย
 - 2.1. คำสั่ง
 - 2.2. เนื้อหาสาระ
 - 2.3. แบบฝึกหัด

2.4. เฉลยแบบฝึกหัด

2.5. แบบบันทึกคะแนน

ค่าดัชนีประสิทธิผล หมายถึง ค่าแสดงความก้าวหน้าของนักเรียน หลังการจัดการเรียน เรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับแนวคิดการแก้โจทย์ปัญหาของโรจาร์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน โดยคำนวณจากผลรวมคะแนนหลังเรียนของนักเรียนทุกคน ลบด้วยผลรวมคะแนนก่อนเรียนของนักเรียนทุกคน ทหารด้วยจำนวนของนักเรียนทุกคนคูณด้วยจำนวนเต็มลบด้วยผลรวมคะแนนก่อนเรียน โดยเกณฑ์ค่าดัชนีประสิทธิผล มีค่าตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป

ความพึงพอใจ หมายถึง หมายถึง ความรู้สึกนึกคิด ทศนคติของผู้เรียนที่มีต่อการจัดการเรียน เรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับแนวคิดการแก้โจทย์ปัญหาของโรจาร์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน วัดได้จากการตอบแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนซึ่งเป็นแบบวัดแบบสอบถามเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า ระดับ คือ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย น้อยที่สุด จำนวน 12 ข้อ โดยมีองค์ประกอบ 3 ด้าน คือ

ด้านปัจจัยนำเข้า คือ สื่อกิจกรรมที่นำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย เนื้อหาที่เรียนและขนาดของตัวอักษรมีความเหมาะสม ระยะเวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรม แอปพลิเคชัน Phet และกิจกรรมการทดลอง

ด้านกระบวนการ คือ ขั้นตอนที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสม นักเรียนสามารถสร้างองค์ความรู้จากรูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) และนักเรียนสามารถวิเคราะห์ปัญหาและแก้ปัญหาได้ตามแนวคิดของโรจาร์

ด้านผลผลิต คือ นักเรียนเกิดองค์ความรู้จากรูปแบบการเรียน นักเรียนสามารถนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

1. เป็นแนวทางสำหรับครูผู้สอนวิชาฟิสิกส์ที่จะสามารถนำการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับแนวคิดของโรจาร์ไปประยุกต์ใช้สำหรับนักเรียนที่ขาดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา

2. ผู้เรียนมีการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับแนวคิดของโรจาร์ และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์อื่น ๆ ต่อไป

บทที่ 2

แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัย เรื่อง การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับแนวคิดการแก้โจทย์ปัญหาของโรเจอร์ เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โมเมนต์และกราฟสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องโดยนำเสนอตามลำดับหัวข้อต่อไปนี้

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ.2551 (ฉบับปรับปรุง 2560)
 - 1.1. เป้าหมายวิทยาศาสตร์
 - 1.2. เรียนรู้อะไรในวิทยาศาสตร์
 - 1.3. ผลการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้เพิ่มเติมฟิสิกส์
2. แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบ 5Es หรือแบบสืบเสาะหาความรู้
 - 2.1. ความหมายการจัดการเรียนรู้แบบ 5Es หรือแบบสืบเสาะหาความรู้
 - 2.2. กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบ 5Es หรือแบบสืบเสาะหาความรู้
3. แนวคิด ทฤษฎีเกี่ยวกับเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหา
 - 3.1. โจทย์ปัญหา
 - 3.2. การแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์
 - 3.3. กระบวนการของเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาตามแนวคิดโรเจอร์
4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 4.1. ความหมายของผลสัมฤทธิ์
 - 4.2. ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์
 - 4.3. การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์
5. ความพึงพอใจ
 - 5.1. ความหมายของความพึงพอใจ
 - 5.2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจ
 - 5.3 การวัดความพึงพอใจ

6. กิจกรรมการเรียนรู้

- 6.1. ความหมายของกิจกรรมการเรียนรู้
- 6.2. องค์ประกอบของกิจกรรมการเรียนรู้
- 6.3. การหาค่าประสิทธิผลของกิจกรรมการเรียนรู้

7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

- 7.1 งานวิจัยในประเทศ
- 7.2 งานวิจัยต่างประเทศ

8. กรอบแนวคิดการวิจัย

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

1.1. เป้าหมายวิทยาศาสตร์

ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ค้นพบความรู้ด้วยตนเองมากที่สุด เพื่อให้ได้ทั้งกระบวนการและความรู้ จากวิธีการสังเกต การสำรวจตรวจสอบ การทดลอง แล้วนำผลที่ได้ มาจัดระบบเป็นหลักการ แนวคิด และองค์ความรู้

การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จึงมีเป้าหมายที่สำคัญ ดังนี้

1. เพื่อให้เข้าใจหลักการ ทฤษฎี และกฎที่เป็นพื้นฐานในวิชาวิทยาศาสตร์
2. เพื่อให้เข้าใจขอบเขตของธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์และข้อจำกัดในการศึกษา วิชาวิทยาศาสตร์
3. เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางเทคโนโลยี
4. เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย์ และสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน
5. เพื่อนำความรู้ ความเข้าใจ ในวิชาวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ ต่อสังคมและการดำรงชีวิต
6. เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและจินตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหา และ การจัดการ ทักษะในการสื่อสาร และความสามารถในการตัดสินใจ
7. เพื่อให้เป็นผู้ที่มีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมในการใช้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์

1.2. เรียนรู้อะไรในวิทยาศาสตร์

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ ที่เน้นการ เชื่อมโยง ความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้ กระบวนการในการ สืบเสาะหาความรู้ และแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ ทุกขั้นตอน มีการทำ

กิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลาย เหมาะสมกับระดับชั้น โดยกำหนดสาระสำคัญ ดังนี้

➤ วิทยาศาสตร์ชีวภาพ เรียนรู้เกี่ยวกับ ชีวิตในสิ่งแวดล้อม องค์ประกอบของสิ่งมีชีวิต การดำรงชีวิตของมนุษย์และสัตว์ การดำรงชีวิตของพืช พันธุกรรม ความหลากหลายทางชีวภาพ และ วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต

➤ วิทยาศาสตร์กายภาพ เรียนรู้เกี่ยวกับ ธรรมชาติของสาร การเปลี่ยนแปลงของสาร การเคลื่อนที่ พลังงาน และคลื่น

➤ วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ เรียนรู้เกี่ยวกับ องค์ประกอบของเอกภพ ปฏิสัมพันธ์ ภายในระบบสุริยะ เทคโนโลยีอวกาศ ระบบโลก การเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยา กระบวนการ เปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ และผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

➤ เทคโนโลยีการออกแบบและเทคโนโลยี เรียนรู้เกี่ยวกับ เทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิต ในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และ ศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ด้วยกระบวนการออกแบบ เชิง วิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสมโดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

วิทยาการคำนวณ เรียนรู้เกี่ยวกับ การคิดเชิงคำนวณ การคิดวิเคราะห์ แก้ปัญหา เป็น ขั้นตอนและเป็นระบบ ประยุกต์ใช้ความรู้ด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ และ การสื่อสาร ในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คุณภาพผู้เรียน

จบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

- เข้าใจการลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ กลไกการรักษาคุณภาพของ มนุษย์ ภูมิคุ้มกันในร่างกายของมนุษย์และความผิดปกติของระบบภูมิคุ้มกัน การใช้ประโยชน์จากสาร ต่าง ๆ ที่พืชสร้างขึ้น การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม วิวัฒนาการ ที่ทำให้เกิดความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต ความสำคัญและผลของเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอต่อมนุษย์ สิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อม

- เข้าใจความหลากหลายของไบโอมในเขตภูมิศาสตร์ต่าง ๆ ของโลก การเปลี่ยนแปลง แทนที่ในระบบนิเวศ ปัญหาและผลกระทบที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม แนวทางในการ อนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ และการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม

- เข้าใจชนิดของอนุภาคสำคัญที่เป็นส่วนประกอบในโครงสร้างอะตอม สมบัติ บาง ประการของธาตุ การจัดเรียงธาตุในตารางธาตุ ชนิดของแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคและสมบัติ ต่าง

ๆ ของสารที่มีความสัมพันธ์กับแรงยึดเหนี่ยว พันธะเคมี โครงสร้างและสมบัติของพอลิเมอร์ การเกิดปฏิกิริยาเคมี ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี และการเขียนสมการเคมี

- เข้าใจปริมาณที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ ความสัมพันธ์ระหว่างแรง มวลและความเร่ง ผลของความเร่งที่มีต่อการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุ แรงโน้มถ่วง แรงแม่เหล็ก ความสัมพันธ์ระหว่างสนามแม่เหล็กและกระแสไฟฟ้า และแรงภายในนิวเคลียส

- เข้าใจพลังงานนิวเคลียร์ ความสัมพันธ์ระหว่างมวลและพลังงานการเปลี่ยน พลังงานทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้า เทคโนโลยีด้านพลังงาน การสะท้อน การหักเห การเลี้ยวเบน และการรวมคลื่น การได้ยิน ปฏิกิริยาการแผ่รังสีที่เกี่ยวข้องกับเสียง สีกับการมองเห็นสี คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า และประโยชน์ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

- เข้าใจการแบ่งชั้นและสมบัติของโครงสร้างโลก สาเหตุ และรูปแบบการเคลื่อนที่ของแผ่นธรณีที่สัมพันธ์กับการเกิดลักษณะธรณีสัณฐาน สาเหตุ กระบวนการเกิดแผ่นดินไหว ภูเขาไฟ ระเบิด สึนามิ ผลกระทบ แนวทางการเฝ้าระวัง และการปฏิบัติตนให้ปลอดภัย

- เข้าใจผลของแรงเนื่องจากความแตกต่างของความกดอากาศ แรงคอริโอลิส ที่มีต่อการหมุนเวียนของอากาศ การหมุนเวียนของอากาศตามเขตละติจูด และผลที่มีต่อภูมิอากาศ ความสัมพันธ์ของการหมุนเวียนของอากาศ และการหมุนเวียนของกระแสน้ำผิวหน้าในมหาสมุทร และผลต่อลักษณะลมฟ้าอากาศ สิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม ปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก และแนวปฏิบัติเพื่อลดกิจกรรมของมนุษย์ที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก รวมทั้งการแปลความหมายสัญลักษณ์ลมฟ้าอากาศที่สำคัญจากแผนที่อากาศ และข้อมูลสารสนเทศ

- เข้าใจการกำเนิดและการเปลี่ยนแปลงพลังงาน สสาร ขนาด อุณหภูมิของ เอกภพ หลักฐานที่สนับสนุนทฤษฎีบิกแบง ประเภทของกาแล็กซี โครงสร้างและองค์ประกอบของ กาแล็กซี ทางช้างเผือก กระบวนการเกิดและการสร้างพลังงาน ปัจจัยที่ส่งผลต่อความส่องสว่างของ ดาวฤกษ์ และความสัมพันธ์ระหว่างความส่องสว่างกับโชติมาตรของดาวฤกษ์ ความสัมพันธ์ระหว่างสี อุณหภูมิผิว และสเปกตรัมของดาวฤกษ์ วิวัฒนาการและการเปลี่ยนแปลงสมบัติบางประการของ ดาวฤกษ์ กระบวนการเกิดระบบสุริยะ การแบ่งเขตบริวารของดวงอาทิตย์ ลักษณะของดาวเคราะห์ ที่เอื้อต่อการดำรงชีวิต การเกิดลมสุริยะ พายุสุริยะและผลที่มีต่อโลก รวมทั้งการสำรวจอวกาศและ การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอวกาศ

- ระบุปัญหา ตั้งคำถามที่จะสำรวจตรวจสอบ โดยมีการกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ สืบค้นข้อมูลจากหลายแหล่ง ตั้งสมมติฐานที่เป็นไปได้หลายแนวทาง ตัดสินใจเลือกตรวจสอบสมมติฐานที่เป็นไปได้

- ตั้งคำถามหรือกำหนดปัญหาที่อยู่บนพื้นฐานของความรู้และความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ ที่แสดงให้เห็นถึงการใช้ความคิดระดับสูงที่สามารถสำรวจตรวจสอบหรือศึกษาค้นคว้าได้อย่างครอบคลุมและเชื่อถือได้ สร้างสมมติฐานที่มีทฤษฎีรองรับหรือคาดการณ์สิ่งที่จะพบ เพื่อนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ ออกแบบวิธีการสำรวจตรวจสอบตามสมมติฐานที่กำหนดไว้ได้อย่างเหมาะสม มีหลักฐานเชิงประจักษ์ เลือกว่าสตุ อุปกรณ์ รวมทั้งวิธีการในการสำรวจตรวจสอบอย่างถูกต้อง ทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพ และบันทึกผลการสำรวจตรวจสอบอย่างเป็นระบบ
- วิเคราะห์ แปลความหมายข้อมูล และประเมินความสอดคล้องของข้อสรุป เพื่อตรวจสอบกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ ให้ข้อเสนอแนะเพื่อปรับปรุงวิธีการสำรวจตรวจสอบ จัดกระทำข้อมูล และนำเสนอข้อมูลด้วยเทคนิควิธีที่เหมาะสม สื่อสารแนวคิด ความรู้จากผลการสำรวจตรวจสอบ โดยการพูด เขียน จัดแสดงหรือใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจโดยมีหลักฐานอ้างอิง หรือมีทฤษฎีรองรับ
- แสดงถึงความสนใจ มุ่งมั่น รับผิดชอบ รอบคอบ และซื่อสัตย์ ในการสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้เครื่องมือและวิธีการที่ได้ผลถูกต้อง เชื่อถือได้ มีเหตุผลและยอมรับได้ว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์อาจมีการเปลี่ยนแปลงได้
- แสดงถึงความพอใจและเห็นคุณค่าในการค้นพบความรู้ พบคำตอบ หรือแก้ปัญหาได้ทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ แสดงความคิดเห็นโดยมีข้อมูลอ้างอิงและเหตุผลประกอบเกี่ยวกับผลของการพัฒนาและการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างมีคุณธรรมต่อสังคม และสิ่งแวดล้อม และยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น
- เข้าใจความสัมพันธ์ของความรู้วิทยาศาสตร์ที่มีผลต่อการพัฒนาเทคโนโลยี ประเภทต่าง ๆ และการพัฒนาเทคโนโลยีที่ส่งผลให้มีการคิดค้นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ก้าวหน้า ผลของเทคโนโลยีต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม
- ตระหนักถึงความสำคัญและเห็นคุณค่าของความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่ใช้ในชีวิตประจำวัน ใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในการดำรงชีวิต และการประกอบอาชีพ แสดงความชื่นชม ภูมิใจ ยกย่อง อ้างอิงผลงาน ชิ้นงานที่เป็นผลมาจาก ภูมิปัญญาท้องถิ่น และการพัฒนาเทคโนโลยีที่ทันสมัย ศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม ทำโครงการหรือ สร้างชิ้นงานตามความสนใจ
- แสดงความซาบซึ้ง ห่วงใย มีพฤติกรรมเกี่ยวกับการใช้และรักษาทรัพยากร ธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อมอย่างรู้คุณค่า เสนอตัวเองร่วมมือปฏิบัติกับชุมชนในการป้องกัน ดูแลรักษาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมของท้องถิ่น

- วิเคราะห์แนวคิดหลักของเทคโนโลยี ได้แก่ ระบบทางเทคโนโลยีที่ซับซ้อน การเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยี ความสัมพันธ์ระหว่างเทคโนโลยีกับศาสตร์อื่น โดยเฉพาะวิทยาศาสตร์ หรือคณิตศาสตร์ วิเคราะห์ เปรียบเทียบ และตัดสินใจเพื่อเลือกใช้เทคโนโลยี โดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม เศรษฐกิจ และสิ่งแวดล้อม ประยุกต์ใช้ความรู้ ทักษะ ทฤษฎีการเพื่อออกแบบ สร้าง หรือพัฒนาผลงาน สำหรับแก้ปัญหาที่มีผลกระทบต่อสังคม โดยใช้กระบวนการออกแบบ เชิงวิศวกรรม ใช้ซอฟต์แวร์ช่วยในการออกแบบและนำเสนอผลงาน เลือกใช้วัสดุ อุปกรณ์ และ เครื่องมือ ได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม ปลอดภัย รวมทั้งคำนึงถึงทรัพย์สินทางปัญญา

- ใช้ความรู้ทางด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์ สื่อดิจิทัล เทคโนโลยีสารสนเทศและ การสื่อสาร เพื่อรวบรวมข้อมูลในชีวิตจริงจากแหล่งต่าง ๆ และความรู้จากศาสตร์อื่น มาประยุกต์ใช้ สร้าง ความรู้ใหม่ เข้าใจการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีที่มีผลต่อการดำเนินชีวิต อาชีพ สังคม วัฒนธรรม และใช้อย่างปลอดภัย มีจริยธรรม

1.3. ผลการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้เพิ่มเติมฟิสิกส์

สาระฟิสิกส์

1. เข้าใจธรรมชาติของฟิสิกส์ ปริมาณและกระบวนการวัด การเคลื่อนที่แนวตรง แรงและกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน กฎความโน้มถ่วงสากล แรงเสียดทานสมดุลของวัตถุ งานและกฎการอนุรักษ์พลังงานกล โมเมนตัมและกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม การเคลื่อนที่แนวโค้ง รวมทั้งความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตารางที่ 1 ตารางแสดงตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) รายวิชาฟิสิกส์

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
ม.4	1. สืบค้น และอธิบายการค้นหาคำความรู้ทางฟิสิกส์ประวัติความเป็นมา รวมทั้งพัฒนาการของหลักการและแนวคิดทางฟิสิกส์ที่มีผลต่อการแสวงหาคำรู้ใหม่ และพัฒนาเทคโนโลยี	ฟิสิกส์เป็นวิทยาศาสตร์แขนงหนึ่งที่ศึกษาเกี่ยวกับสสาร พลังงาน อันตรกิริยาระหว่างสสารกับพลังงาน และแรงพื้นฐานในธรรมชาติ การค้นคว้าหาความรู้ทางฟิสิกส์ได้มาจากการสังเกต การทดลอง และเก็บรวบรวมข้อมูลมาวิเคราะห์หรือจากการสร้าง

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
		<p>แบบจำลองทางความคิด เพื่อสรุปเป็น ทฤษฎี หลักการหรือกฎ ความรู้เหล่านี้ สามารถนำไปใช้อธิบายปรากฏการณ์ ธรรมชาติหรือทำนายสิ่งที่เกิดขึ้นในอนาคต ประวัติความเป็นมาและพัฒนาการของ หลักการและแนวคิดทางฟิสิกส์เป็นพื้นฐาน ในการแสวงหาความรู้ใหม่เพิ่มเติม รวมถึง การพัฒนาและความก้าวหน้าทาง เทคโนโลยีก็มีส่วนร่วมในการค้นหาความรู้ ใหม่ทางวิทยาศาสตร์</p>
	<p>2. วัด และรายงานการวัดปริมาณทาง ฟิสิกส์ได้ถูกต้องเหมาะสม โดยนำความ คลาดเคลื่อนในการวัดมาพิจารณาใน การนำเสนอผล รวมทั้งแสดงผลการ ทดลองในรูปของกราฟ วิเคราะห์และ แปลความหมายจากกราฟเส้นตรง</p>	<p>ความรู้ทางฟิสิกส์ส่วนหนึ่งได้จากการ ทดลองซึ่งเกี่ยวข้องกับกระบวนการวัด ปริมาณทางฟิสิกส์ซึ่งประกอบไปด้วยตัวเลข และหน่วยวัด ปริมาณทางฟิสิกส์สามารถวัดได้ด้วย เครื่องมือต่าง ๆ โดยตรงหรือทางอ้อม หน่วยที่ใช้ในการวัดปริมาณทาง วิทยาศาสตร์ คือ ระบบหน่วยระหว่างชาติ เรียกว่า ระบบเอสไอ ปริมาณทางฟิสิกส์ที่มีค่าน้อยกว่าหรือ มากกว่า 1 มาก ๆ นิยมเขียนในรูปสัญกรณ์ วิทยาศาสตร์หรือเขียนโดยใช้คำนำหน้า หน่วยของระบบเอสไอการเขียนโดยใช้สัญ กรณ์วิทยาศาสตร์เป็นการเขียนเพื่อแสดง จำนวนเลขนัยสำคัญที่ถูกต้อง การทดลองทางฟิสิกส์เกี่ยวกับการวัด ปริมาณต่าง ๆ การบันทึกปริมาณที่ได้จาก การวัดด้วยจำนวนเลขนัยสำคัญที่เหมาะสม</p>

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
		<p>และค่าความคลาดเคลื่อนการวิเคราะห์และ การแปลความหมายจากกราฟ เช่น การหา ความชันจากกราฟเส้นตรง จุดตัดแกน พื้นที่ใต้กราฟ เป็นต้น</p> <p>การวัดปริมาณต่าง ๆ จะมีความ คลาดเคลื่อนเสมอขึ้นอยู่กับเครื่องมือ วิธีการวัด และประสิทธิภาพของผู้วัด ซึ่งค่า ความคลาดเคลื่อนสามารถแสดงในการ รายงานผลทั้งในรูปแบบตัวเลขและกราฟ การวัดควรเลือกใช้เครื่องมือวัดให้เหมาะสม กับสิ่งที่ต้องการวัด เช่น การวัดความยาว ของวัตถุที่ต้องการความละเอียดสูง อาจใช้ เวอร์เนียแคลิเปอร์ส หรือไมโครมิเตอร์ ฟิสิกส์อาศัยคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือใน การศึกษาค้นคว้า และการศึกษา</p>
	<p>3. ทดลอง และอธิบายความสัมพันธ์ ระหว่างตำแหน่ง การกระจัด ความเร็ว และความเร่งของการเคลื่อนที่ของวัตถุ ในแนวตรงที่มีความเร่งคงตัวจากกราฟ และสมการ รวมทั้งทดลองหาค่า ความเร่งโน้มถ่วงของโลก และคำนวณ ปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง</p>	<p>ปริมาณที่เกี่ยวกับการเคลื่อนที่ ได้แก่ ตำแหน่ง การกระจัด ความเร็ว และความเร่ง โดยความเร็วและความเร่งมีทั้ง ค่าเฉลี่ยและค่าขณะหนึ่งซึ่งคิดในช่วงสั้น ๆ สำหรับปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการ เคลื่อนที่แนวตรงด้วยความเร่งคงตัวมี ความสัมพันธ์ตามสมการ</p> $v = u + at$ $\Delta x = \left(\frac{u + v}{2}\right)t$ $\Delta x = ut + \frac{1}{2}at^2$ $v^2 = u^2 + 2a\Delta x$ <p>การอธิบายการเคลื่อนที่ของวัตถุสามารถ เขียนอยู่ในรูปกราฟตำแหน่งกับเวลา กราฟ</p>

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
		<p>ความเร็วกับเวลา หรือกราฟความเร่งกับเวลา ความชันของเส้นกราฟตำแหน่งกับเวลาเป็นความเร็วความชันของเส้นกราฟความเร็วกับเวลาเป็นความเร่ง และพื้นที่ใต้กราฟความเร็วกับเวลาเป็นการกระจัด ในกรณีที่ผู้สังเกตมีความเร็วความเร็วของวัตถุที่สังเกตได้เป็นความเร็วที่เทียบกับผู้สังเกต การตกแบบเสรีเป็นตัวอย่างหนึ่งของการเคลื่อนที่ในหนึ่งมิติที่มีความเร่งเท่ากับความเร่งโน้มถ่วงของโลก</p>
	<p>4. ทดลอง และอธิบายการหาแรงลัพธ์ของแรงสองแรงที่ทำมุมต่อกัน</p>	<p>แรงเป็นปริมาณเวกเตอร์จึงมีทั้งขนาดและทิศทางกรณีที่มีแรงหลาย ๆ แรง กระทำต่อวัตถุ สามารถหาแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุ โดยใช้วิธีเขียนเวกเตอร์ของแรงแบบหางต่อหัว วิธีสร้างรูปสี่เหลี่ยมด้านขนานของแรง และวิธีคำนวณ</p>
	<p>5. เขียนแผนภาพของแรงที่กระทำต่อวัตถุอิสระทดลอง และอธิบายกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันและการใช้กฎการเคลื่อนที่ของ นิวตันกับสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุ รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง</p>	<p>สมบัติของวัตถุที่ด้านการเปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่ เรียกว่า ความเฉื่อย มวลเป็นปริมาณที่บอกให้ทราบว่าวัตถุใดมีความเฉื่อยมากหรือน้อย การหาแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุสามารถเขียนเป็นแผนภาพของแรงที่กระทำต่อวัตถุอิสระได้</p> <p>กรณีที่ไม่มีแรงภายนอกมากกระทำ วัตถุจะไม่เปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่ซึ่งเป็นไปตามกฎการเคลื่อนที่ข้อหนึ่งของนิวตัน</p> <p>กรณีที่มีแรงภายนอกมากกระทำโดยแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุไม่เป็นศูนย์ วัตถุจะมี</p>

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
		<p>ความเร่งโดยความเร่งมีทิศทางเดียวกับแรงลัพธ์ความสัมพันธระหว่างแรงลัพธ์ มวล และความเร่งเขียนแทนได้ด้วยสมการ</p> $\sum_{i=1}^n \vec{F} = m\vec{a}$ <p>ตามกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สองของนิวตัน เมื่อวัตถุสองก้อนออกแรงกระทำต่อกัน แรงระหว่างวัตถุทั้งสองจะมีขนาดเท่ากัน แต่มีทิศทางตรงข้ามและกระทำต่อวัตถุคนละก้อน เรียกว่า แรงคู่กิริยา – ปฏิกิริยา ซึ่งเป็นไปตามกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สามของนิวตัน และเกิดขึ้นได้ทั้งกรณีที่วัตถุทั้งสองสัมผัสกันหรือไม่สัมผัสกันก็ได้</p>
	6. อธิบายกฎความโน้มถ่วงสากลและผลรวมของสนามโน้มถ่วงที่ทำให้วัตถุมีน้ำหนัก รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง	<p>แรงดึงดูดระหว่างมวลสองก้อนดึงดูดซึ่งกันและกัน ด้วยแรงขนาดเท่ากันแต่ทิศทางตรงข้ามกันและเป็นไปตามกฎความโน้มถ่วงสากล เขียนแทนได้ด้วยสมการ</p> $F_G = G \frac{m_1 m_2}{R^2}$ <p>รอบโลกมีสนามโน้มถ่วงทำให้เกิดแรงโน้มถ่วงซึ่งเป็นแรงดึงดูดของโลกที่กระทำต่อวัตถุ ทำให้วัตถุมีน้ำหนัก</p>
	7. วิเคราะห์ อธิบาย และคำนวณแรงเสียดทานระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุคู่หนึ่ง ๆ ในกรณีที่วัตถุหยุดนิ่งและวัตถุเคลื่อนที่ รวมทั้งทดลองหาสัมประสิทธิ์ความเสียดทานระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุคู่หนึ่ง ๆ และนำความรู้เรื่องแรงเสียดทานไปใช้ในชีวิตประจำวัน	<p>แรงที่เกิดขึ้นที่ผิวสัมผัสระหว่างวัตถุสองก้อนในทิศทางตรงข้ามกับทิศทางการเคลื่อนที่หรือแนวโน้มที่จะเคลื่อนที่ของวัตถุ เรียกว่า แรงเสียดทาน แรงเสียดทานระหว่างผิวสัมผัสคู่หนึ่ง ๆ ขึ้นกับสัมประสิทธิ์ความเสียดทานและแรงปฏิบัติที่ตั้งฉากระหว่างผิวสัมผัสคู่นั้น ๆ</p>

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
		<p>ขณะวัตถุยังคงอยู่นิ่ง แรงเสียดทานมีขนาดเพิ่มขึ้นตามแรงที่กระทำต่อวัตถุนั้น และจะมีค่ามากที่สุดเมื่อวัตถุเริ่มเคลื่อนที่ เรียกแรงเสียดทานที่กระทำต่อวัตถุขณะอยู่นิ่งว่า แรงเสียดทานสถิต และเรียกแรงเสียดทานที่กระทำต่อวัตถุขณะกำลังเคลื่อนที่ว่า แรงเสียดทานจลน์ โดยแรงเสียดทานที่เกิดขึ้นระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุคู่หนึ่ง ๆ คำนวณได้จากสมการ</p> $f_s \leq \mu_s N$ $f_k = \mu_k N$ <p>การเพิ่มหรือลดแรงเสียดทานมีผลต่อการเคลื่อนที่ของวัตถุซึ่งสามารถนำไปใช้ใน ชีวิตประจำวัน</p>
	<p>8. อธิบายสมดุลกลของวัตถุ โมเมนต์ และผลรวมของโมเมนต์ที่มีต่อการหมุน แรงคู่ควบและผลของแรงคู่ควบที่มีต่อสมดุลของวัตถุ เขียนแผนภาพของแรงที่กระทำต่อวัตถุอิสระเมื่อวัตถุอยู่ในสมดุล และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งทดลองและอธิบาย สมดุลของแรงสามแรง</p>	<p>สมดุลกลเป็นสภาพที่วัตถุรักษาสภาพการเคลื่อนที่ให้คงเดิมหรือหยุดนิ่งหรือเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัวหรือหมุนด้วยความเร็วเชิงมุมคงตัว วัตถุที่สมดุลต่อการเคลื่อนที่คือหยุดนิ่ง หรือเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัวเมื่อแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุเป็นศูนย์ เขียนแทนได้ด้วยสมการ</p> $\sum_{i=1}^n F_i = 0$ <p>วัตถุจะสมดุลต่อการหมุนคือไม่หมุนหรือหมุนด้วยความเร็วเชิงมุมคงตัวเมื่อผลรวมของโมเมนต์ที่กระทำต่อวัตถุเป็นศูนย์ เขียนแทนได้ด้วยสมการ</p>

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
		$\sum_{i=1}^n M_i = 0$ <p>โดยโมเมนต์คำนวณได้จากสมการ</p> $M = Fl$ <p>เมื่อมีแรงคู่ควบกระทำต่อวัตถุ แรงลัพธ์จะเท่ากับศูนย์ทำให้วัตถุสมดุลต่อการเลื่อนที่ แต่ไม่สมดุลต่อการหมุน</p> <p>การเขียนแผนภาพของแรงที่กระทำต่อวัตถุอิสระสามารถนำมาใช้ในการพิจารณาแรงลัพธ์และผลรวมของโมเมนต์ที่กระทำต่อวัตถุเมื่อวัตถุอยู่ในสมดุล</p>
	<p>9. สังเกต และอธิบายสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุเมื่อแรงที่กระทำต่อวัตถุผ่านศูนย์กลางมวลของวัตถุ และผลของศูนย์ถ่วงที่มีต่อเสถียรภาพของวัตถุ</p>	<p>เมื่อออกแรงกระทำต่อวัตถุที่วางบนพื้นที่ไม่มีแรงเสียดทานในแนวระดับ ถ้าแนวแรงนั้นกระทำผ่านศูนย์กลางมวลของวัตถุ วัตถุจะเคลื่อนที่แบบเลื่อนที่โดยไม่หมุน</p> <p>วัตถุที่อยู่ในสนามโน้มถ่วงสม่ำเสมอ ศูนย์กลางมวลและศูนย์ถ่วงอยู่ที่ตำแหน่งเดียวกัน โดยศูนย์ถ่วงของวัตถุมีผลต่อเสถียรภาพของวัตถุ</p>
	<p>10. วิเคราะห์ และคำนวณงานของแรงคงตัว จากสมการและพื้นที่ใต้กราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับตำแหน่ง รวมทั้งอธิบาย และคำนวณกำลังเฉลี่ย</p>	<p>งานของแรงที่กระทำต่อวัตถุหาได้จากผลคูณระหว่างขนาดของแรงกับขนาดของการกระจัดและโคไซน์ของมุมระหว่างแรงกับการกระจัด ตามสมการ $W = F\Delta x \cos\theta$ หรือหาได้จากพื้นที่ใต้กราฟระหว่างแรงกับการกระจัด โดยแรงที่กระทำอาจเป็นแรงคงตัวหรือไม่คงตัวก็ได้</p> <p>งานที่ทำได้ในหนึ่งหน่วยเวลา เรียกว่ากำลังเฉลี่ย ดังสมการ $P_{av} = \frac{W}{\Delta t}$</p>

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
	<p>11. อธิบาย และคำนวณพลังงานจลน์ พลังงานศักย์ พลังงานกล ทดลองหาความสัมพันธ์ระหว่างงานกับพลังงานจลน์ ความสัมพันธ์ระหว่างงานกับพลังงานศักย์โน้มถ่วง ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของแรงที่ใช้ดึงสปริงกับระยะที่สปริงยืดออกและความสัมพันธ์ระหว่างงานกับพลังงานศักย์ยืดหยุ่น รวมทั้งอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างงานของแรงลัพธ์และพลังงานจลน์ และคำนวณงานที่เกิดขึ้นจากแรงลัพธ์</p>	<p>พลังงานเป็นความสามารถในการทำงาน พลังงานจลน์เป็นพลังงานของวัตถุที่กำลังเคลื่อนที่ คำนวณได้จากสมการ</p> $E_k = \frac{1}{2}mv^2$ <p>พลังงานศักย์เป็นพลังงานที่เกี่ยวข้องกับตำแหน่งหรือรูปร่างของวัตถุซึ่งแบ่งออกเป็นพลังงานศักย์โน้มถ่วง คำนวณได้จากสมการ $E_p = mgh$ และพลังงานศักย์ยืดหยุ่น คำนวณได้จากสมการ $E_p = \frac{1}{2}kx^2$ พลังงานกลเป็นผลรวมของพลังงานจลน์และพลังงานศักย์ ตามสมการ</p> $E = E_k + E_p$ <p>แรงที่ทำให้เกิดงานโดยงานของแรงนั้นไม่ขึ้นกับเส้นทางการเคลื่อนที่ เช่น แรงโน้มถ่วงและแรงสปริง เรียกว่าแรงอนุรักษ์ งานและพลังงานมีความสัมพันธ์กันโดยงานของแรงลัพธ์เท่ากับพลังงานจลน์ของวัตถุที่เปลี่ยนไปตามทฤษฎีบทงาน-พลังงานจลน์ เขียนแทนได้ด้วยสมการ</p> $W = \Delta E_k$
	<p>12. อธิบายกฎการอนุรักษ์พลังงานกล รวมทั้ง วิเคราะห์ และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ของวัตถุในสถานการณ์ต่าง ๆ โดยใช้กฎการอนุรักษ์พลังงานกล</p>	<p>ถ้างานที่เกิดขึ้นกับวัตถุเป็นงานเนื่องจากแรงอนุรักษ์เท่านั้น พลังงานกลของวัตถุจะคงตัวซึ่งเป็นไปตามกฎการอนุรักษ์พลังงานกล เขียนแทนได้ด้วยสมการ $E_k + E_p =$ ค่าคงตัวโดยที่พลังงานศักย์อาจเปลี่ยนเป็นพลังงานจลน์</p> <p>กฎการอนุรักษ์พลังงานกลใช้วิเคราะห์การเคลื่อนที่ต่างๆ เช่น การเคลื่อนที่ของวัตถุที่</p>

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
		ติดสปริงการเคลื่อนที่ภายใต้สนามโน้มถ่วงของโลก
	13. อธิบายการทำงาน ประสิทธิภาพ และการได้เปรียบเชิงกลของเครื่องกลอย่างง่ายบางชนิดโดยใช้ความรู้เรื่องงานและสมดุลกล รวมทั้งคำนวณหา ประสิทธิภาพและการได้เปรียบเชิงกล	<p>การทำงานของเครื่องกลอย่างง่าย ได้แก่ คาน รอก พื้นเอียง ลิ่ม สกรู และล้อกับเพลา ใช้หลักของงานและสมดุลกล ประกอบการพิจารณาประสิทธิภาพและการได้เปรียบเชิงกลของเครื่องกลอย่างง่าย ประสิทธิภาพคำนวณได้จากสมการ</p> $Efficiency = \frac{W_{out}}{W_{in}} \times 100\%$ <p>การได้เปรียบเชิงกลคำนวณได้จากสมการ</p> $M.A. = \frac{F_{out}}{F_{in}} = \frac{S_{in}}{S_{out}}$
	14. อธิบาย และคำนวณโมเมนตัมของวัตถุและการดลจากสมาการและพื้นที่ใต้กราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงลัพธ์กับเวลา รวมทั้งอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแรงดลกับโมเมนตัม	<p>วัตถุที่เคลื่อนที่จะมีโมเมนตัมซึ่งเป็นปริมาณเวกเตอร์มีค่าเท่ากับผลคูณระหว่างมวลและความเร็วของวัตถุ ดังสมการ $\vec{p} = m\vec{v}$ เมื่อมีแรงลัพธ์กระทำต่อวัตถุจะทำให้โมเมนตัมของวัตถุเปลี่ยนไป โดยแรงลัพธ์เท่ากับอัตราการเปลี่ยนโมเมนตัม ของวัตถุ แรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุในเวลาสั้น ๆ เรียกว่า แรงดล โดยผลคูณของแรงดลกับเวลา เรียกว่า การดล ตามสมการ</p> $I = \left(\sum_{i=1}^n \vec{F}_i \right) \Delta t$ <p>ซึ่งการดลอาจหาได้จากพื้นที่ใต้กราฟระหว่างแรงดลกับเวลา</p>
	15. ทดลอง อธิบาย และคำนวณ ปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับการชนขิงวัตถุ	ในการชนของวัตถุและการตีตัวออกจกกันของวัตถุในหนึ่งมิติ เมื่อไม่มีแรงภายนอก

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
	<p>ในหนึ่งมิติทั้งแบบยืดหยุ่น ไม่ยืดหยุ่น และการตีตัวแยกจากกันในหนึ่งมิติซึ่งเป็นไปตามกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม</p>	<p>มากระทำ โมเมนตัมของระบบมีค่าคงตัวซึ่งเป็นไปตามกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม เขียนแทนได้ด้วยสมการ $\vec{p}_i = \vec{p}_f$ โดย \vec{p}_i เป็นโมเมนตัมของระบบก่อนชน และ \vec{p}_f เป็นโมเมนตัมของระบบหลังชน ในการชนกันของวัตถุที่พลังงานจลน์ของระบบอาจคงตัวหรือไม่คงตัวก็ได้ การชนที่พลังงานจลน์ของระบบคงตัวเป็นการชนแบบยืดหยุ่น ส่วนการชนที่พลังงานจลน์ของระบบไม่คงตัวเป็นการชนแบบไม่ยืดหยุ่น</p>
	<p>16. อธิบาย วิเคราะห์ และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์และการทดลองการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์</p>	<p>การเคลื่อนที่แนวโค้งพาราโบลาภายใต้สนามโน้มถ่วง โดยไม่คิดแรงต้านของอากาศเป็นการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ วัตถุประสงค์การเรียนรู้เปลี่ยนตำแหน่งในแนวตั้งและแนวระดับพร้อมกันและเป็นอิสระต่อกัน สำหรับการเคลื่อนที่ในแนวตั้งเป็นการเคลื่อนที่ที่มีแรงโน้มถ่วงกระทำจึงมีความเร็วไม่คงตัว ปริมาณต่างๆ มีความสัมพันธ์ตามสมการ</p> $v_y = u_y + a_y t$ $\Delta y = \left[\frac{u_y + v_y}{2} \right] t$ $\Delta y = u_y t + \frac{1}{2} a_y t^2$ $v_y^2 = u_y^2 + 2a_y \Delta y$ <p>ส่วนการเคลื่อนที่ในแนวระดับไม่มีแรงกระทำไม่มีแรงกระทำจึงมีความเร็วคงตัว ตำแหน่ง ความเร็ว และเวลามีความสัมพันธ์ตามสมการ</p>

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
		$\Delta x = u_x t$
	17. ทดลอง และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแรงสู่ศูนย์กลาง รัศมีของการเคลื่อนที่ อัตราเร็วเชิงเส้น อัตราเร็วเชิงมุม และมวลของวัตถุ ในการเคลื่อนที่แบบวงกลมในระนาบระดับ รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องและประยุกต์ใช้ความรู้การเคลื่อนที่แบบวงกลมในการอธิบายการโคจรของดาวเทียม	<p>วัตถุที่เคลื่อนที่เป็นวงกลมหรือส่วนของวงกลม เรียกว่า เป็นการเคลื่อนที่แบบวงกลม ซึ่งมีแรงลัพธ์ที่กระทำกับวัตถุในทิศเข้าสู่ศูนย์กลาง เรียกว่า แรงสู่ศูนย์กลาง ทำให้เกิดความเร่งสู่ศูนย์กลางที่มีขนาดสัมพันธ์กับรัศมีของการเคลื่อนที่ และอัตราเร็วเชิงเส้นของวัตถุซึ่งแรงสู่ศูนย์กลางคำนวณได้จากสมการ</p> $F_c = \frac{mv^2}{r}$ <p>นอกจากนี้ การเคลื่อนที่แบบวงกลมยังสามารถอธิบายได้ด้วยอัตราเร็วเชิงมุม ซึ่งมีความสัมพันธ์กับอัตราเร็วเชิงเส้นตามสมการ</p> $v = \omega r$ <p>และแรงสู่ศูนย์กลางมีความสัมพันธ์กับอัตราเร็วเชิงมุมตามสมการ</p> $F_c = m\omega^2 r$ <p>ดาวเทียมที่โคจรเป็นแนววงกลมรอบ โลกมีแรงดึงดูดที่โลกกระทำต่อดาวเทียมเป็นแรงสู่ศูนย์กลาง ดาวเทียมที่มีวงโคจรค้างฟ้าในระนาบของเส้นศูนย์สูตรมีคาบการโคจรเท่ากับคาบการหมุนรอบตัวเองของโลกหรือมีอัตราเร็วเชิงมุม</p>

จากการศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ.2551 (ฉบับปรับปรุง2560) ทำให้ผู้วิจัยได้ทราบถึงเป้าหมายของรายวิชาวิทยาศาสตร์ที่เน้นให้ผู้เรียนได้ค้นพบความรู้ด้วยตนเองมากที่สุด โดยใช้วิธีการจัดการเรียนการสอนที่หลากหลาย การเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์มุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้าง

องค์ความรู้ โดยใช้ กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้ และแก้ปัญหาที่หลากหลาย รวมไปถึงคุณภาพของผู้เรียนเมื่อผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์จนจบการศึกษาระดับมัธยมศึกษาปีที่ 6 นอกจากนี้ เป้าหมาย การเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ และคุณภาพผู้เรียนที่เกิดขึ้นแล้วหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ.2551 (ฉบับปรับปรุง2560) ยังมีการกำหนดตัวชี้วัดหรือผลการเรียนรู้ และสาระการเรียนรู้ให้แก่ครูผู้สอนเพื่อให้ผู้สอนได้รู้ว่าเมื่อผู้เรียนได้เรียนในวิชาหรือเนื้อหา นั้น ๆ แล้ว โดยพบว่าผลการเรียนรู้ เรื่อง โมเมนตัมและการชนประกอบไปด้วย อธิบาย และคำนวณโมเมนตัมของวัตถุ และการตกลงจากสมการและพื้นที่ใต้กราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงลัพธ์กับเวลา รวมทั้งอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแรงตกกับโมเมนตัม ทดลองอธิบายและคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับการชนของวัตถุในหนึ่งมิติทั้งแบบยืดหยุ่น ไม่ยืดหยุ่น และการติดตัวแยกจากกันหนึ่งมิติซึ่งเป็นไปตามกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม

2. แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบ 5Es หรือแบบสืบเสาะหาความรู้

2.1. ความหมายการจัดการเรียนรู้แบบ 5Es หรือแบบสืบเสาะหาความรู้

กรมวิชาการ (2545, หน้า 80) ได้ให้ความหมายของวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ กล่าวคือ การนำเอาความรู้หรือแบบจำลองไปใช้อธิบายหรือประยุกต์ใช้กับเหตุการณ์หรือเรื่องอื่น ๆ จะนำไปสู่ข้อโต้แย้งหรือข้อจำกัด ซึ่งจะก่อให้เกิดเป็นประเด็นหรือข้อคำถามหรือปัญหาที่จะต้องสำรวจตรวจสอบต่อไปทำให้เกิดเป็นกระบวนการที่ต่อเนื่องกัน

สุพร จันทรประทีป (2551) ได้ให้ความหมายของวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ไว้ว่า เป็นการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนค้นหาคำตอบด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการทางความคิดเน้นกระบวนการแสวงหาความรู้ ให้ผู้เรียนมีประสบการณ์ตรงในการเรียนรู้ และค้นพบความรู้ต่าง ๆ ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ทิตินา แซมมณี (2560, หน้า 141) ได้ให้ความหมายของวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ กล่าวว่า การดำเนินการเรียนการสอน โดยผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดคำถาม เกิดความคิด และลงมือแสวงหาความรู้ เพื่อนำมาประมวลหาคำตอบหรือข้อสรุปด้วยตนเอง โดยที่ผู้สอนช่วยอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ด้านต่าง ๆ ได้แก่ ในด้านการสืบค้นแหล่งความรู้ การศึกษาข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล การสรุปข้อมูล การอภิปรายโต้แย้งทางวิชาการ และการทำงานกับผู้อื่น

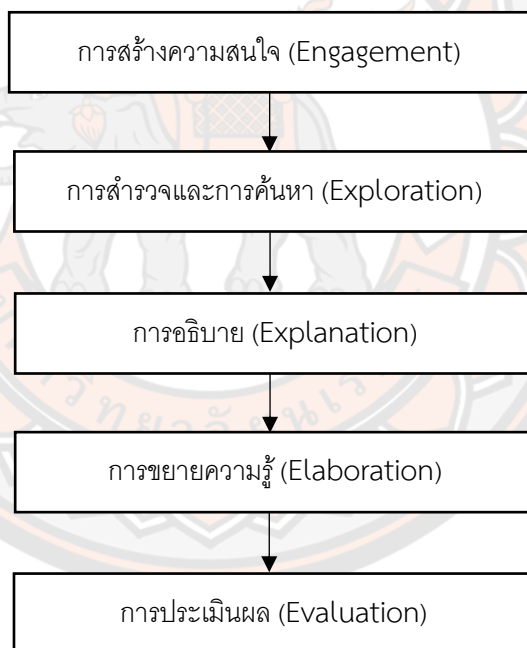
Lawson (1995, p.424) กล่าวว่า วัฏจักรการเรียนรู้ (Learning Circle) เป็นรูปแบบของกระบวนการการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนสามารถใช้วิธีการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Inquiry approach) ซึ่งต้องอาศัยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการค้นพบความรู้ หรือประสบการณ์การเรียนรู้ที่มีความหมายด้วยตนเอง โดยมีพื้นฐานมาจากแนวคิดทฤษฎีพัฒนาทางสติปัญญาของ

Piaget ซึ่งไม่เน้นการสอนแบบบรรยายหรือแบบเล่า หรือให้ผู้เรียนเป็นผู้รับเนื้อหาวิชาต่าง ๆ จากครู หากแต่ครูจะต้องกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองภายใต้สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมโดยมีความเชื่อว่า นักเรียนมีวัฏจักรการเรียนรู้อยู่แล้ว

จากความหมายของการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่นักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายไว้ สามารถสรุปได้ว่า วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ หมายถึง รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้ค้นพบองค์ความรู้ด้วยตัวของผู้เรียนเอง ผ่านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งครูผู้สอนคอยกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดข้อสงสัยอยากจะแก้ไขปัญหา และคอยอำนวยความสะดวกหรือชี้แนะในการค้นหาความรู้ให้แก่ผู้เรียน

2.2. กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบ 5Es หรือแบบสืบเสาะหาความรู้

นักการศึกษากลุ่ม BSCS (Biological Science Curriculum Study) ได้นำเสนอขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้แบบ 5 ขั้นตอน ดังแผนภาพดังนี้ (ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์, 2558 หน้า 344)



ภาพที่ 1 วัฏจักรการเรียนรู้แบบ 5 ขั้นตอน (5Es Learning Cycle Model)

จากภาพที่ 1 ขั้นตอนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ทั้ง 5 ขั้นตอนอธิบายได้พอสังเขปดังนี้

ขั้นที่ 1 การสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นขั้นแรกโดยการนำเข้าสู่บทเรียน ทำให้ผู้เรียนใคร่รู้ในสิ่งที่จะเรียน ผู้สอนควรมีการเชื่อมโยงประสบการณ์การเรียนรู้เดิมของผู้เรียนกับปัจจุบัน และควรเป็นกิจกรรมที่ทำให้ผู้เรียนมีความสนใจ จดจ่อกับสิ่งที่กำลังจะศึกษาความรู้อย่างลึกซึ้ง

ขั้นที่ 2 การสำรวจและค้นหา (Exploration) เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนมีประสบการณ์ร่วมกัน มีการสร้างและพัฒนาความคิดรวบยอดจากกระบวนการและทักษะโดยการให้เวลาและโอกาสแก่ผู้เรียน การทำกิจกรรมการสำรวจ และค้นหาสิ่งที่ผู้เรียนต้องการเรียนรู้ตามความคิดของผู้เรียนแต่ละคน

ขั้นที่ 3 การอธิบาย (Explanation) เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนได้พัฒนาความสามารถในการอธิบายและความคิดรวบยอดที่ได้จากการสำรวจและค้นหา ผู้สอนควรให้ผู้เรียนได้อภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันเกี่ยวกับทักษะหรือพฤติกรรมการเรียนรู้ จากการอภิปรายเพื่อให้ผู้เรียนได้ใช้ข้อสรุปร่วมกัน การเชื่อมโยงสิ่งที่เรียนรู้ในช่วงเวลานี้ ผู้สอนควรมีการชี้แนะผู้เรียนเกี่ยวกับข้อสรุปและการอภิปรายอย่างละเอียด โดยเชื่อมโยงประสบการณ์ ความรู้เดิมและสิ่งที่เรียนรู้เข้าด้วยกัน

ขั้นที่ 4 การขยายความรู้ (Elaboration) เป็นขั้นตอนที่ให้ผู้เรียนได้ยืนยันและขยายหรือเพิ่มเติมความรู้ความเข้าใจในความคิดรวบยอดให้กว้างขวางและลึกซึ้งยิ่งขึ้นและยังเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ทักษะและปฏิบัติตามที่ผู้เรียนต้องการในกรณีที่ผู้เรียนไม่เข้าใจหรือยังสับสนอยู่ เป้าหมายที่สำคัญของขั้นนี้คือครูผู้สอนควรชี้แนะให้ผู้เรียนได้นำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันจะทำให้ผู้เรียนเกิดความคิดรวบยอด กระบวนการและทักษะเพิ่มขึ้น

ขั้นที่ 5 การประเมินผล (Evaluation) ขั้นตอนนี้ผู้เรียนจะได้รับข้อมูลย้อนกลับเกี่ยวกับการอธิบายความรู้ความเข้าใจของตนเองระหว่างการเรียนรู้การสอน ในขั้นนี้ผู้สอนจะคอยกระตุ้นหรือส่งเสริมให้ผู้เรียนประเมินความรู้ความเข้าใจและความสามารถของตนเอง และยังเปิดโอกาสให้ผู้สอนได้ประเมินความรู้ความเข้าใจและพัฒนาทักษะของผู้เรียน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546) ได้กำหนดรูปแบบการจัดการกระบวนการเรียนรู้แบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน เพื่อพัฒนากระบวนการคิดระดับสูง ซึ่งเป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ให้ออกโอกาสแก่ผู้เรียนได้ฝึกคิด ฝึกสังเกต ฝึกถาม-ตอบ ฝึกการสื่อสาร ฝึกการเชื่อมโยงบูรณาการ ฝึกการนำเสนอ ฝึกการวิเคราะห์วิจารณ์ ฝึกการสร้างองค์ความรู้ โดยมีผู้สอนเป็นผู้ชี้แนะ ควบคุม ดำเนินการให้คำปรึกษา ช่วยเหลือ ให้กำลังใจ และกระตุ้นให้ผู้เรียนพยายามค้นหาคำตอบหรือสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองผ่านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ โดยมีขอบข่ายรายละเอียดของรูปแบบปรากฏดังนี้

ตารางที่ 2 แสดงรูปแบบการจัดกระบวนการเรียนรู้แบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน

ขั้นตอน	ลักษณะของกิจกรรมหรือสถานการณ์	บทบาทของผู้สอน	บทบาทของผู้เรียน
1. สร้างความสนใจ (Engagement) ผู้สอนจัดกิจกรรมหรือสร้างสถานการณ์ กระตุ้น ยั่วๆ หรือท้าทาย ทำให้ผู้เรียนสนใจ สงสัย ใคร่รู้ ขัดแย้งหรือเกิดปัญหา และทำให้ผู้เรียนต้องการศึกษา ค้นคว้า ทดลองหรือแก้ปัญหา ด้วยตัวของตนเอง	1. เชื่อมโยงกับความรู้หรือประสบการณ์เดิม 2. แปลกใหม่ผู้เรียนไม่เคยพบมาก่อน 3. ยั่วๆ ทำทาย น่าสนใจ ใคร่รู้ 4. เปิดโอกาสให้มีแนวทางการตรวจสอบ อย่างหลากหลาย 5. นำไปสู่กระบวนการตรวจสอบด้วยตนเอง	1. สร้างความสนใจ 2. สร้างความอยากรู้ อยากเห็น 3. ตั้งคำถาม กระตุ้น ให้ผู้เรียนคิด 4. ให้เวลา ผู้เรียนคิด ก่อนตอบคำถาม หรือไม่เร่งเร้าในคำตอบ 5. ดึงเอาคำตอบหรือความคิดที่ไม่ชัดเจนไม่สมบูรณ์ 6. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนทำความเข้าใจในปัญหาที่สำรวจ ตรวจสอบ 7. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนเลือกหรือกำหนดปัญหาที่จะสำรวจตรวจสอบ	1. ตั้งคำถาม 2. ตอบคำถาม 3. แสดงความคิดเห็น 4. กำหนดปัญหาหรือเรื่องที่จะสำรวจ 5. แสดงความสนใจ
2. สำรวจและค้นหา (Explore) ครูจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ให้นักเรียนสำรวจ ตรวจสอบปัญหา หรือ	1. ผู้เรียนได้เรียนรู้วิธีแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง 2. ผู้เรียนทำงานตามความคิดอย่างอิสระ 3. ผู้เรียนตั้งสมมติฐานได้หลากหลาย	1. เปิดโอกาสให้นักเรียนได้คิด วิเคราะห์กระบวนการสำรวจตรวจสอบ 2. ชักถามเพื่อนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ	1. คิดอย่างอิสระ แต่อยู่ในขอบเขตของกิจกรรม 2. ตั้งสมมติฐานและพิจารณาสมมติฐานที่เป็นไปได้สามารถอภิปรายได้

ขั้นตอน	ลักษณะของกิจกรรมหรือสถานการณ์	บทบาทของผู้สอน	บทบาทของผู้เรียน
ประเด็นที่ผู้เรียนสนใจใคร่รู้	4. พิจารณาข้อมูลและข้อเท็จจริงที่ปรากฏแล้วกำหนดสมมติฐานที่เป็นไปได้ 5. ผู้เรียนวางแผนแนวทางการสำรวจตรวจสอบ 6. ผู้เรียนวิเคราะห์อภิปรายเกี่ยวกับกระบวนการสำรวจตรวจสอบ 7. ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติในการสำรวจตรวจสอบ	3. ส่งเสริมให้นักเรียนได้ทำงานร่วมกันในการสำรวจตรวจสอบ 4. ให้นักเรียนในการคิดไตร่ตรองปัญหา 5. สังเกตการณ์ทำงานของนักเรียน 6. ฟังการโต้ตอบกันของนักเรียน 7. ทำหน้าที่ในการให้คำแนะนำแก่นักเรียน 8. คอยอำนวยความสะดวกให้นักเรียน	3. ระดมความคิดเห็นในการแก้ปัญหา 4. ตรวจสอบสมมติฐานอย่างเป็นระบบ ถูกต้องตามขั้นตอน 5. บันทึกผลการดำเนินกิจกรรมสำรวจในการค้นหาคำตอบ
3. อธิบายและลงข้อสรุป (Explain) ครุจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ให้นักเรียนวิเคราะห์ อธิบายความรู้หรือ อภิปรายซักถาม แลกเปลี่ยนความคิดเห็นภายในกลุ่มหรือระหว่างกลุ่ม เกี่ยวกับสิ่งที่นักเรียนได้ค้นพบเพื่อให้นักเรียนได้พัฒนาความรู้ความเข้าใจใน	1. นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการตรวจสอบมานเสนอลักษณะวิเคราะห์ สรุปผล 2. นักเรียนนำเสนอผลงานในระดับต่าง ๆ เช่น รูปวาด แผนผัง 3. มีการอภิปรายซักถามแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับผลงานของนักเรียน	1. ส่งเสริมให้นักเรียนได้อภิปรายผลการที่นักเรียนได้สำรวจตรวจสอบตามแนวคิดของตน 2. ให้นักเรียนอธิบายสิ่งที่ได้เรียนรู้และเชื่อมโยงกับองค์ความรู้เดิมของนักเรียน 3. ในการอภิปรายของนักเรียนจะต้องมีหลักฐาน หรือแหล่งข้อมูลประกอบ	1. อภิปรายการแก้ปัญหาหรือผลการสำรวจตรวจสอบ สอดคล้องกับข้อมูล 2. อธิบายความเชื่อมโยงสัมพันธ์ของความรู้ที่ได้กับองค์ความรู้เดิม 3. ฟังการอภิปรายของผู้อื่น และคิดวิเคราะห์ หากมีข้อสงสัยให้ซักถามตามประเด็นที่ตนสงสัย

ขั้นตอน	ลักษณะของกิจกรรมหรือสถานการณ์	บทบาทของผู้สอน	บทบาทของผู้เรียน
องค์ความรู้ได้มากยิ่งขึ้น		4. ให้ความสนใจกับคำอธิบายของนักเรียน 5. ส่งเสริมให้นักเรียนสร้างองค์ความรู้ที่ได้ด้วยตนเองและถูกต้องชัดเจน สมเหตุสมผล	
4. ขยายความรู้ (Elaboration) ครุจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ที่ให้นักเรียนได้ขยายความรู้เพิ่มเติม หรือเติมเต็มองค์ความรู้ใหม่ให้กว้างขวาง สมบูรณ์กระชับและลึกซึ้งยิ่งขึ้น	1. ให้นักเรียนเชื่อมโยงความรู้เดิมไปสู่ความรู้ใหม่ 2. ให้นักเรียนได้อภิปรายแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติม หรือเพิ่มเติมเพื่อให้องค์ความรู้ที่สมบูรณ์ หรือลึกซึ้งขึ้น 3. ให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน	1. ส่งเสริมให้นักเรียนอธิบายอย่างละเอียด ชัดเจน สมบูรณ์และแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติม หรือเติมเต็ม ขยายแนวความคิด และทักษะ 2. ส่งเสริมให้นักเรียนเชื่อมโยงความรู้จากการสำรวจตรวจสอบ ความรู้อื่น ๆ 3. ร่วมอภิปรายแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติมหรือเติมเต็ม หรือขยายกรอบความรู้	1. ใช้ข้อมูลจากการสำรวจตรวจสอบไปอธิบายหรือทักษะจากการสำรวจตรวจสอบไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่มีลักษณะใกล้เคียงกัน 2. นำข้อมูลจากการสำรวจตรวจสอบไปสร้างองค์ความรู้ใหม่ 3. นำความรู้ใหม่สร้างองค์ความรู้เดิมหรืออธิบาย หรือนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน
5. ประเมินผล (Evaluate) ครุจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ที่เปิดโอกาสให้นักเรียน	มีการตรวจสอบความถูกต้อง ความชัดเจน ความสมบูรณ์ของกระบวนการและองค์ความรู้ที่ได้โดย	1.ถามคำถามเพื่อนำไปสู่การประเมิน 2.ส่งเสริมให้นักเรียนประเมินกระบวนการและผลงานของตนเอง	1. วิเคราะห์กระบวนการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง 2.ถามคำถามที่เกี่ยวข้องจากการ

ขั้นตอน	ลักษณะของกิจกรรมหรือสถานการณ์	บทบาทของผู้สอน	บทบาทของผู้เรียน
วิเคราะห์ หรือ อภิปรายซักถาม แลกเปลี่ยนองค์ความรู้ซึ่งกันและกัน	1. วิเคราะห์ แลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกัน	3. ให้นักเรียนวิเคราะห์ สิ่งที่ควรปรับปรุง แก้ไขในการสำรวจ	สังเกต หลักฐานและ คำอธิบายเพื่อความเข้าใจที่ถูกต้อง ชัดเจน
ความรู้ซึ่งกันและกัน ในเชิงเปรียบเทียบ ประเมินปรับปรุง เพิ่มเติมหรือทบทวน ใหม่ทั้งกระบวนการ และองค์ความรู้	2. วิจารณ์หรือ อภิปรายเพื่อ เปรียบเทียบประเมิน ปรับปรุง หรือเพิ่มเติม ทั้งกระบวนการและ องค์ความรู้	ตรวจสอบทั้ง กระบวนการและองค์ ความรู้ที่ได้	สมบูรณ์และอาจ นำไปสู่การสำรวจ ตรวจสอบใหม่
	3. เปรียบเทียบผลการ สืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น (5E) ดังนี้		3. ประเมิน กระบวนการและองค์ ความรู้ของตนเอง

วิไลวรรณ แสนนาน (2553, หน้า 76-77) ได้เสนอขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ สืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น (5E) ดังนี้

1. การสร้างความสนใจและมีส่วนร่วม เป็นขั้นตอนเริ่มต้นบทเรียน โดยครูกระตุ้นให้ นักเรียนสนใจ อยากรู้ อยากเรียนในบทเรียนที่ครูเตรียมมา ด้วยวิธีต่าง ๆ ดังนี้

1.1. การสาธิตการทดลอง การใช้คลิปวิดีโอ การใช้ภาพหรือของจริงมาให้นักเรียน สังเกต การอ่านหนังสือพิมพ์มาให้อ่าน การใช้เหตุการณ์ที่นักเรียนคาดไม่ถึง เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิด คำถามที่ครูสามารถเชื่อมโยงไปสู่เรื่องที่จะจัดให้เรียน

1.2. เมื่อครูเหนียวหนำนักเรียนไปสู่เรื่องที่จะเรียนแล้ว ครูควรให้นักเรียนเขียนสิ่งที่รู้ มาแล้ว เพื่อเป็นการตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียนรวมทั้งความเข้าใจคลาดเคลื่อน

1.3 ครูอาจนำอภิปรายประเด็นที่นักเรียนอยากรู้ เพื่อกระตุ้นให้มีส่วนร่วม

2. การสำรวจและค้นหา เป็นขั้นตอนที่ครูจัดกิจกรรม และวัสดุอุปกรณ์ให้นักเรียน ดำเนินการสังเกต สืบเสาะหาข้อมูลโดยตรง หรือประจักษ์พยานอย่างเพียงพอ และ เชื้อถือได้ มาตอบคำถามหรือประเด็นต่าง ๆ ที่อยากรู้

3. การอธิบาย เป็นขั้นที่นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจและค้นหาวิเคราะห์ แปลความหมาย สรุปและอภิปราย เพื่อสร้างคำอธิบายหรือแนวคิดหลักทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Concept) ตามประจักษ์พยานที่มี พร้อมทั้งนำเสนอผลงานในรูปแบบต่าง ๆ เช่น ข้อสรุป ภาพวาดตาราง หรือแผนผังความคิด (Graphic organizer)

4. การขยายความรู้ เป็นขั้นที่ครูจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ เพื่อให้นักเรียนมีความรู้ลึกซึ้งขึ้น หรือขยายกรอบความคิดกว้างขึ้นหรือเชื่อมโยงความรู้เดิมสู่ความรู้ใหม่หรือนำไปสู่การศึกษาค้นคว้า ทดลอง เพิ่มขึ้น เช่น ตั้งประเด็น เพื่อให้นักเรียนร่วมอภิปรายแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติมชัดเจนยิ่งขึ้น ชักถามให้นักเรียนชัดเจนหรือกระจ่างในความรู้ที่ได้หรือเชื่อมโยงความรู้ที่ได้กับความรู้เดิม การนำความรู้ที่ได้รับไปประยุกต์ในการแก้ปัญหา หรือนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตจริง หรือทำโครงการวิทยาศาสตร์

5. การประเมิน เป็นการประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียน ซึ่งครูจะต้องทำในขั้นตอนเพื่อพัฒนาและสะท้อนถึงการจัดการเรียนการสอนของครู ว่ามีปัญหาและความสำเร็จอย่างไรนักเรียนได้ความรู้ตามจุดประสงค์หรือไม่ ถ้าครูจะต้องสอนเรื่องเดียวกันในครั้งต่อไปจะต้องปรับปรุงอย่างไร

จากการศึกษาข้างต้นสรุปได้ว่า กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบ 5Es หรือแบบสืบเสาะหาความรู้ดังนี้

1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement phase) เป็นขั้นที่ผู้สอนจะต้องกระตุ้นหรือดึงดูดความสนใจของนักเรียนเพื่อที่จะนำเข้าสู่บทเรียนทำให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ อยากรู้อยากเห็นจากการทบทวนความรู้เก่า จากการเปิดคลิปวิดีโอหรือภาพต่าง ๆ โดยมีการใช้คำถามในการกระตุ้นนักเรียนให้มีส่วนร่วม

2. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration phase) เป็นขั้นที่ผู้สอนจะเป็นผู้อำนวยความสะดวก โดยการจัดกิจกรรม เตรียมวัสดุอุปกรณ์ เพื่อให้นักเรียนดำเนินการสังเกต สำรวจทดลองและรวบรวมข้อมูลโดยตรง และให้นักเรียนได้มีโอกาสในการพูดคุยกับนักเรียนหรือนักเรียนคนอื่น ๆ จากนั้นสร้างองค์ความรู้และทำความเข้าใจด้วยตนเอง

3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation phase) เป็นขั้นที่นักเรียนมีข้อมูลจากการสำรวจและค้นหาอย่างเพียงพอแล้วจึงนำข้อมูลมาวิเคราะห์ หรือสรุปผลและนำเสนอผลที่ได้

4. ขั้นขยายความรู้ (Elaboration phase) เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติมหรือนำแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่น ๆ ทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น

5. ขั้นประเมินผล (Evaluation phase) เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด ผู้สอนควรวัดและประเมินผลการเรียนรู้ตามผลการเรียนรู้ เพื่อตรวจสอบความรู้ความเข้าใจของผู้เรียน และที่สำคัญคือทำให้ผู้เรียนมีโอกาสประเมินความเข้าใจของตนเองด้วย

3. แนวคิด ทฤษฎีเกี่ยวกับเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหา

3.1. โจทย์ปัญหา

จักรพันธ์ พิรัชชา (2553, หน้า13) กล่าวว่า โจทย์ปัญหา หมายถึง สภาพปัญหาเหตุการณ์หรือสถานการณ์หรือคำถามที่ต้องการแก้ไข ซึ่งประกอบด้วยจำนวน และตัวเลขรวมถึงคำห้อมล้อมที่ก่อให้เกิดปัญหา ซึ่งจะต้องตัดสินใจว่าจะต้องใช้วิธีการใดมาแก้ปัญหานั้น

โสมภิลลีย์ สุวรรณ (2554, หน้า 7) กล่าวว่า โจทย์ปัญหา คือ สถานการณ์ที่ประกอบไปด้วยภาษาและตัวเลขที่ก่อให้เกิดปัญหา ซึ่งผู้ที่จะคิดแก้ปัญหานั้นจะต้องใช้ทักษะการตีความโจทย์มาเป็นสัญลักษณ์เสียก่อนและจะต้องคิดและตัดสินใจว่าจะใช้วิธีการอะไรทางคณิตศาสตร์มาดำเนินการเพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบ

จากความหมายที่กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า โจทย์ปัญหา หมายถึง ข้อความ ตัวเลขหรือสถานการณ์ที่ต้องการให้ผู้เรียนคิดหาคำตอบด้วยตนเองในเรื่อง โมเมนตัมและการชน

3.2. การแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (2544, หน้า 54) ได้กล่าวถึง การแก้ปัญหาคือ เป็นกระบวนการปัญหาว่าเป็นกระบวนการทำงานที่สลับซับซ้อนของสมองที่ต้องอาศัยสติปัญญา ทักษะ ความรู้ ความเข้าใจ ความคิด การรับรู้ ความชำนาญ รูปแบบ พฤติกรรมต่างๆ ประสบการณ์เดิมทั้งจาก ทางตรงและทางอ้อม มโนทัศน์ กฎเกณฑ์ ข้อสรุป การพิจารณา การสังเกต และการใช้กลยุทธ์ทาง สติปัญญาที่จะวิเคราะห์ สังเคราะห์ ความรู้ความเข้าใจต่างๆ อย่างมีวิจารณญาณ มีเหตุผล และ จินตนาการเพื่อหาแนวทางปฏิบัติให้ปัญหานั้นหมดสิ้นไป

Singh, A. (1993, p.18) ได้ให้ความหมายไว้ว่า การแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ หมายถึง การแก้โจทย์ปัญหาเป็นลักษณะกิจกรรมสืบสวน ที่นักเรียนจะต้องสืบเสาะหาวิธีการในการแก้ปัญหานั้น ให้บรรลุถึงเป้าหมายจากข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้ แนวทางดังกล่าวนำไปสู่คำถามที่ว่า ทำอย่างไร นักเรียนจึงจะมีความรู้ความเข้าใจหลักการฟิสิกส์ และสามารถนำความรู้ฟิสิกส์ไปใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ได้

Gaighers (2007, p.1106-1108) ได้ให้ความหมายไว้ว่า การแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ หมายถึง การแก้โจทย์ปัญหาที่มีกระบวนการเป็นขั้นตอน ซึ่งกระบวนการนั้นต้อง สามารถทำให้นักเรียน เกิดการพัฒนากระบวนการคิดในวิชาฟิสิกส์ได้เป็นอย่างดี

จากความหมายการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ที่กล่าวมาข้างต้น การแก้โจทย์ปัญหาทาง ฟิสิกส์ หมายถึง กระบวนการวิเคราะห์สถานการณ์ที่กำหนดและแก้ไขปัญหาสถานการณ์ทางฟิสิกส์ โดยอาศัยความรู้และหลักการหรือทฤษฎีมาค้นหาคำตอบ โดยมีการวางแผนกระบวนการค้นหา คำตอบและใช้วิธีการคิดแก้ปัญหาย่อยเป็นขั้นตอน

3.3. กระบวนการของเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาตามแนวคิดโรจาร์

Rojas, S. (2010, p.22-28) เป็นอาจารย์อยู่ที่มหาวิทยาลัย Sim'on Bolivar ประเทศ Venezuela ได้มีการพัฒนาขั้นตอนกลยุทธ์การแก้โจทย์ปัญหา สำหรับการจัดการเรียน การสอนรายวิชา ฟิสิกส์ จากแนวคิดกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา (George Polya นักคณิตศาสตร์ ชาวฮังการีเรียน ค.ศ.1187-1985) เพื่อแก้โจทย์ปัญหาที่เกิดขึ้นในการจัดการเรียนการสอนรายวิชาฟิสิกส์ 3 ปัญหา ได้แก่

1. แก้ปัญหาการเมื่อครูผู้สอนต้องการวิธีการสอนที่มีประสิทธิภาพ ซึ่งเป็นวิธีการ สอนที่ สามารถสอนได้ทั้งหลักการ แนวคิด และทฤษฎีทางฟิสิกส์ วิธีการคำนวณและการสรุปผล
2. แก้ปัญหานักเรียนที่ขาดทักษะการคำนวณทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นทักษะ ที่สำคัญในการ เรียนการสอนในวิชาฟิสิกส์
3. แก้ปัญหาเมื่อต้องการอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างการเลือกใช้สูตรและ ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง กับการเรียนการสอนในวิชาฟิสิกส์

กระบวนการทั้ง 4 ขั้นตอนของโพลยา ยังคงใช้เป็นพื้นฐานสำหรับการแก้โจทย์ ปัญหาในรูป ของการคำนวณ แต่เพื่อให้มีกลยุทธ์ที่เหมาะสมกับการแก้โจทย์ปัญหาในวิชาฟิสิกส์ โรจาร์จึงทำการ ขยายกลยุทธ์ของการแก้โจทย์ปัญหาจาก 4 ขั้นตอนของโพลยา ออกเป็น 6 ขั้นตอน ดังตารางที่ 3 ตารางที่ 3 แสดงขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาระหว่างแนวคิดของโพลยา และแนวคิดของโรจาร์

การแก้โจทย์ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา	การแก้โจทย์ปัญหาตามแนวคิดของโรจาร์
ขั้นตอนที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา (Understanding the problem)	ขั้นตอนที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา (Understanding the problem)
ขั้นตอนที่ 2 วางแผนการแก้โจทย์ปัญหา (Devising a plan)	ขั้นตอนที่ 2 อธิบายคุณลักษณะของปัญหา (Provide a qualitative description of the problem)

การแก้โจทย์ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา	การแก้โจทย์ปัญหาตามแนวคิดของโรจาส์
ขั้นตอนที่ 3 การดำเนินการตามแผน (Carrying out the plan)	ขั้นตอนที่ 3 วางแผนการแก้โจทย์ปัญหา (Carrying out the plan)
ขั้นตอนที่ 4 การตรวจสอบ (Looking back)	ขั้นตอนที่ 4 การดำเนินการตามแผน (Carrying out the plan)
	ขั้นตอนที่ 5 ตรวจสอบความสอดคล้องภายในของสมการที่ใช้ (Verify the internal consistency and coherence of the equations used)
	ขั้นตอนที่ 6 การตรวจสอบและประเมินผลคำตอบ (Check and evaluate the obtained solution)

กลยุทธ์การแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของโรจาส์ ได้แยกกลยุทธ์การแก้ปัญหามาเป็นขั้นตอนที่ 1 ของโพลยา ออกเป็นขั้นตอน 1-2 ของโรจาส์ และได้แยกขั้นตอนที่ 3 ของโพลยาออกเป็น ขั้นตอนที่ 4-5 ของโรจาส์ ดังนั้น การแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ทั้ง 6 ขั้นตอน มีการนำเสนอ ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา สิ่งที่จะต้องพิจารณาในขั้นตอนนี้ ได้แก่ โจทย์ ต้องการรู้อะไร จากข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้หรือจากเงื่อนไขที่โจทย์กำหนดให้เพียงพอหรือไม่ที่จะนำไปสู่ผลลัพธ์ ซึ่งในขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่นักเรียนจะต้องรู้ว่าจริงๆ แล้วโจทย์ต้องการผลลัพธ์ อะไร นอกจากนักเรียนจะใช้การวาดภาพเพื่อให้เข้าใจโจทย์ปัญหามากยิ่งขึ้น นักเรียนยังสามารถ ใช้วิธีการตั้งคำถามให้กับตัวเองเกี่ยวกับข้อมูลต่างๆ ของโจทย์ที่จะนำไปสู่ผลลัพธ์

ขั้นตอนที่ 2 การอธิบายคุณลักษณะของปัญหา ในขั้นตอนนี้ นักเรียนจำเป็นต้อง คิดและเขียนกฎ หลักการ สูตรที่จะช่วยให้นักเรียนแก้ปัญหา เช่น กฎของนิวตัน กฎการอนุรักษ์ พลังงาน โมเมนตัม เป็นต้น

ขั้นตอนที่ 3 การวางแผนการแก้ปัญหา เป็นการพิจารณาแนวทางเพื่อพัฒนา ขั้นตอนและวิธีการการนำไปสู่ผลลัพธ์ ซึ่งนักเรียนแต่ละคนจะเลือกวิธีการแก้โจทย์ปัญหาและ เลือกการคำนวณทางคณิตศาสตร์ให้สอดคล้องกับวิธีการแก้โจทย์ปัญหา นอกจากนั้น นักเรียนยังต้อง คิดด้วยว่าข้อมูลที่มืออยู่เพียงพอที่จะนำไปสู่ผลลัพธ์หรือไม่ถ้าไม่เพียงพอจะแก้ปัญหานั้นอย่างไร

ขั้นตอนที่ 4 การดำเนินการตามแผน ในขั้นตอนนี้ นักเรียนจะพยายามหาผลลัพธ์ โดยวิธีการทางคณิตศาสตร์จากการวางแผนในขั้นตอนที่ 3

ขั้นตอนที่ 5 ตรวจสอบความสอดคล้องภายในของสมการที่ใช้ในขณะที่หาแนวทาง การแก้ปัญหาสมการทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง นักเรียนต้องตรวจสอบความสอดคล้องกับสมการ ที่เลือกใช้ด้วย แต่ถ้าพบข้อผิดพลาดนักเรียนก็สามารถประเมินคำตอบได้ว่าถูกต้องหรือไม่ในขั้นตอนต่อไป

ขั้นตอนที่ 6 การตรวจสอบและประเมินผลคำตอบ การแก้โจทย์ปัญหาเมื่อได้รับการรับรองว่าผลลัพธ์ที่ได้นั้นมีความถูกต้อง จะต้องมีการประเมินผลของคำตอบด้วย ซึ่งอาจจะประเมินคำตอบโดยใช้คำถามว่า ผลลัพธ์ที่ได้มีความแตกต่างกันอย่างไร สามารถนำผลลัพธ์หรือ วิธีการที่ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาไปประยุกต์ใช้กับโจทย์ปัญหาอื่นได้อย่างไร เป็นต้น

เกริก ศักดิ์สุภาพ (2556 อ้างถึงใน Rojas, S., 2010, p.22-28) ได้เขียนขั้นตอน การแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ตามแนวคิดโรจาส์ไว้ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา ในขั้นตอนนี้ นักเรียนจะต้องพิจารณาสิ่งที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ว่าสิ่งใดเป็นสิ่งที่ไม่ทราบค่าและเป็นสิ่งที่โจทย์ต้องการรู้ ซึ่งในขั้นตอนนี้ นักเรียน จะต้องใช้เหตุผลในการคิดวิเคราะห์ปัญหาและทำการคาดคะเนคำตอบ โดยพิจารณาแยกปัญหา ใหญ่ๆ ออกเป็นปัญหาย่อย ๆ และทำการคิดอย่างเป็นระบบ โดยนำความรู้ความเข้าใจ ข้อมูลและประสบการณ์เดิมที่เคยศึกษามาแล้ว มาคิดแก้ปัญหาและคาดคะเนคำตอบ

ขั้นตอนที่ 2 นักเรียนจะต้องจัดเตรียมปริมาณในการอธิบายปัญหา ซึ่งเป็น ขั้นตอนที่จะต้องคิดและเขียนในส่วนของกฎ หลักการ แนวคิดสูตรต่างๆ ที่เกี่ยวข้องที่จะสามารถ นำมาใช้ในการแก้ปัญหา หรือสร้างกรอบแนวคิด แผนภาพลงไป เพื่อให้ นักเรียนสามารถอธิบาย และสามารถวิเคราะห์ปัญหาในทางฟิสิกส์

ขั้นตอนที่ 3 วางแผนการแก้ปัญหา นักเรียนจะต้องวางแผนแก้ปัญหาและ พิจารณาว่า ปัญหาที่โจทย์ต้องการเกี่ยวข้องสัมพันธ์ และเชื่อมโยงกันอย่างไร นักเรียนจะต้อง วางแผนในการแก้ปัญหา โดยรวมวิธีการแก้ปัญหาหลายๆ วิธีเข้าด้วยกัน เพื่อที่จะเตรียมนำมาใช้ ในการแก้ปัญหา อาจจะกำหนดแผนการไว้หลายๆ แผนการก็ได้ หากแผนการใดไม่ประสบความสำเร็จ จะได้มีแผนการอื่นมาใช้แก้ปัญหาแทน

ขั้นตอนที่ 4 ดำเนินการตามแผนการแก้ปัญหา นักเรียนจะต้องดำเนินการ แก้ปัญหาตามแผนการที่วางไว้ เพื่อให้ได้คำตอบหรือการแก้ปัญหาให้ได้ตามแผน

ขั้นตอนที่ 5 พิสูจน์ความสอดคล้องของสมการ นักเรียนจะต้องพิสูจน์ตรวจสอบ สมการที่ใช้ในการคำนวณว่ามีความถูกต้อง แต่ถ้าพบข้อผิดพลาดนักเรียนก็สามารถประเมินคำตอบ ได้ว่าถูกต้องหรือไม่ในขั้นตอนต่อไป

ขั้นตอนที่ 6 ตรวจสอบและประเมินคำตอบ นักเรียนจะต้องทำการพิสูจน์ ความสอดคล้องของสมการและผลลัพธ์ โดยตรวจสอบว่าสอดคล้องกับโจทย์หรือไม่ ผลลัพธ์สมเหตุ สมผลเพียงใด และส่งเสริมให้นักเรียนลองหาวิธีการแก้ปัญหาที่แตกต่างเพื่อเพิ่มความเข้าใจที่ดียิ่งขึ้น

จากที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยได้ประยุกต์ใช้ความรู้ของกระบวนการของเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาตามแนวคิดโรเจอร์ ดังนี้

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา เป็นขั้นที่นักเรียนต้องอธิบายให้ได้ว่าสิ่งที่โจทย์ต้องการรู้อะไร และเงื่อนไขต่าง ๆ ที่โจทย์กำหนดให้มีอะไรบ้าง พร้อมทั้งสิ่งที่โจทย์ต้องการค้นหาคำตอบ

ขั้นที่ 2 การอธิบายคุณลักษณะของปัญหา เป็นขั้นที่นักเรียนต้องอธิบายให้ได้ว่าปัญหาที่นักเรียนต้องการแก้ไขจะอาศัยความรู้เกี่ยวกับ กฎหรือทฤษฎี ที่นำมาใช้ในการอธิบายแก้ไขปัญหา

ขั้นที่ 3 การวางแผนการแก้ปัญหา เป็นขั้นที่นักเรียนออกแบบวางแผนในการคิดแก้ไขปัญหา โดยอาศัยข้อมูลจากขั้นที่ 1 และความรู้กฎและทฤษฎีจากขั้นที่ 2 มาใช้ในการวางแผนในการแก้ไข ปัญหาและต้องอาศัยความรู้ทางคณิตศาสตร์ในเรื่องใดในการช่วยแก้ไขโจทย์ปัญหาในครั้งนี้

ขั้นที่ 4 การดำเนินการตามแผน เป็นขั้นที่นักเรียนพยายามที่จะหาผลลัพธ์ตามแผนที่นักเรียนได้วางไว้ในขั้นที่ 3

ขั้นที่ 5 ตรวจสอบความสอดคล้องของสมการที่ใช้ ในขั้นนี้เมื่อนักเรียนดำเนินการขั้นที่ 4 นักเรียนจะต้องตรวจสอบความสอดคล้องของสมการกับสิ่งที่นักเรียนได้แก้ไขปัญหามาตามแผนที่วางไว้ ว่าสิ่งที่นักเรียนนำมาแทนในสมการมีความสอดคล้องสมเหตุสมผลหรือไม่ อาจพิจารณาจากหน่วยที่นักเรียนนำมาดำเนินการทางคณิตศาสตร์

ขั้นที่ 6 การตรวจสอบและประเมินคำตอบ ในขั้นนี้เมื่อนักเรียนได้ผลลัพธ์จากการแก้โจทย์ปัญหา มีความสอดคล้องกับสิ่งที่โจทย์ต้องการแล้วหรือไม่ และส่งเสริมแนวทางการแก้ปัญหานี้ให้ ผู้เรียนนำไปปรับคิดแก้ไขปัญหาหรือประยุกต์กับโจทย์ปัญหาอื่น ๆ ได้อย่างไร

4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

4.1. ความหมายของผลสัมฤทธิ์

ไพโรจน์ คะเชนทร์ (2556) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า คุณลักษณะ ความรู้ ความสามารถของนักเรียนแต่ละบุคคลซึ่งเป็นผลมาจากการการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ หรือ ประสบการณ์ที่นักเรียนแต่ละบุคคลได้รับจากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ทำให้นักเรียนเกิดการ

เปลี่ยนแปลงในพฤติกรรมต่าง ๆ ของสมรรถภาพทางสมอง ซึ่งครูมีจุดมุ่งหมายเพื่อตรวจสอบระดับความสามารถของนักเรียนแต่ละบุคคลว่าหลังจากการได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แล้วนักเรียนได้เรียนรู้อะไรบ้าง และมีความสามารถในแต่ละด้านมากน้อยเพียงใด ตลอดจนผลที่เกิดจากการที่นักเรียนได้ฝึกฝนประสบการณ์ต่าง ๆ ทั้งในสถานศึกษาและนอกสถานศึกษา รวมถึงความรู้สึก ค่านิยม จริยธรรมต่าง ๆ

ราชบัณฑิตยสถาน (2555, หน้า 9) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า ผลการเรียนรู้ที่วัดหรือเทียบจากเกณฑ์ที่กำหนด โดยใช้แบบทดสอบหรือเครื่องมืออื่น ๆ ที่เหมาะสม ประเมินผลสัมฤทธิ์

จากการศึกษาความหมายของผลสัมฤทธิ์จากนักวิชาการ ผู้วิจัยสามารถสรุปความหมายของผลสัมฤทธิ์ที่กล่าวคือ ความรู้ความสามารถของผู้เรียนที่สามารถวัดได้จากเครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ โดยผลที่วัดได้นั้นเกิดจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้หรือประสบการณ์ที่ผู้สอนมอบให้แก่ผู้เรียน เพื่อตรวจสอบระดับความเข้าใจหรือความสามารถของผู้เรียน

4.2. ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

ปกรณ์ ประจันบาน (2552, หน้า 122) ได้แบ่งประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบ่งออกเป็น 2 ประเภท

1. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ครูสร้างขึ้นเอง หมายถึง ชุดของข้อคำถามที่ครูเป็นผู้สร้างขึ้น ซึ่งเป็นข้อคำถามเกี่ยวกับความรู้ที่นักเรียนได้เรียนในห้องเรียนว่า นักเรียนมีความรู้มากแค่ไหน บทพร้อมที่ตรงไหนจะได้สอนซ่อมเสริม หรือวัดดูความพร้อมที่จะเกิด บทเรียนใหม่ ๆ ตามแต่ครูปรารถนา

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมาตรฐาน หมายถึง แบบทดสอบวัดผล สัมฤทธิ์ประเภทนี้ สร้างขึ้นจากผู้เชี่ยวชาญในสาขาวิชาต่าง ๆ หรือจากครูที่สอนวิชานั้น ด้วยการผ่านการทดลองหาคุณภาพหลายๆ ครั้ง จนกระทั่งมีคุณภาพที่ดีเพียงพอ จึงสร้างเป็นเกณฑ์ปกติของแบบทดสอบนั้น ข้อสอบมาตรฐานนอกจากจะมีคุณภาพของแบบทดสอบสูงแล้ว ยังมีมาตรฐานในด้านวิธีดำเนินการสอบเป็นแบบเดียวกัน แบบทดสอบมาตรฐานจะมีคู่มือดำเนินการสอบบอกถึง วิธีการสอบว่าทำอย่างไร และมีมาตรฐานในการแปลคะแนนด้วย

แบบทดสอบทั้ง 2 ประเภทนี้ มีวิธีการในการสร้างข้อคำถามเหมือนกัน คือ จะวัดเนื้อหา และพฤติกรรมที่สอนไปแล้วโดยจะถามเนื้อหาเหมือนกัน คือ ถามสิ่งที่นักเรียนได้รับการเรียน การสอนของทฤษฎีของบลูม (Bloom, 1962) ได้รวบรวมไว้ในหนังสือ Taxonomy of Education

Objectives สรุปได้ว่า การวัดผลด้านสติปัญญาควรวัดพฤติกรรม 6 ด้าน จะใช้แบบทดสอบอัตนัย หรือปรนัยก็ได้ มีลักษณะสำคัญ ดังนี้

1. ข้อคำถามวัดความจำ (Knowledge) เป็นข้อคำถามที่วัดความสามารถที่ระลึกได้ หรือจำได้ เช่น ถามความหมายของศัพท์ นิยาม สถานที่ เวลา ขนาด ปริมาณ บุคคล ลำดับ ขั้นตอน การทำอย่างใดอย่างหนึ่ง ซึ่งเป็นสิ่งที่สอนไปแล้ว แล้วนำมาถามและถือว่าเป็นการวัดด้านความจำ เท่านั้น

2. ข้อคำถามวัดความเข้าใจ (Comprehension) เป็นข้อคำถามที่วัดความสามารถ การจับใจความสำคัญจากเรื่องราวหรือเหตุการณ์ต่างๆ ในลักษณะของการแปลความ ตีความ หรือ ขยายความ จากสิ่งที่มีอยู่ เช่น ความสามารถในการอธิบายขยายความหมายของคำศัพท์ให้ชัดเจน ยิ่งขึ้น เป็นต้น

3. ข้อคำถามวัดการนำไปใช้ (Application) เป็นข้อคำถามวัดความสามารถในการนำความรู้ที่เรียนมาไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ เป็นคำถามที่นักเรียนจะต้องสามารถนำข้อมูล ความรู้ และความเข้าใจที่ได้เรียนรู้มา ไปใช้ในการหาคำตอบและแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ดังนั้น คำถามในระดับนี้มักจะประกอบด้วยสถานการณ์ที่นักเรียนต้องดึงความรู้ ความเข้าใจมาใช้ ในการหาคำตอบ

4. ข้อคำถามวัดการวิเคราะห์ (Analysis) เป็นข้อคำถามที่วัดความสามารถของ นักเรียนที่ต้องใช้การคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดอย่างลึกซึ้งเพื่อหาคำตอบโดยพิจารณา จากข้อมูลที่มีอยู่ โดยตรง นักเรียนต้องใช้ความคิดอย่างลึกซึ้งเพื่อหาคำตอบจากการแยกแยะข้อมูล และความสัมพันธ์ของข้อมูลที่แยกแยะนั้น หรืออีกนัยหนึ่งก็คือ นักเรียนสามารถจับได้ว่าอะไร เป็นสาเหตุ เหตุผล หรือแรงจูงใจที่อยู่เบื้องหลังปรากฏการณ์ใดปรากฏการณ์หนึ่ง

5. ข้อคำถามการวัดสังเคราะห์ (Synthesis) เป็นข้อคำถามที่วัดผลการเรียนรู้ที่อยู่ในระดับที่นักเรียนสามารถ 1) คิดประดิษฐ์สิ่งใหม่ขึ้นมาได้ ซึ่งอาจอยู่ในรูปของสิ่งประดิษฐ์ความคิด หรือภาษา 2) ทำนายสถานการณ์ในอนาคตได้ 3) คิดวิธีการแก้ปัญหาได้

6. ข้อคำถามวัดการประเมินค่า (Evaluation) เป็นข้อคำถามที่วัดความสามารถ ในการวินิจฉัยตีค่าโดยสรุปอย่างมีหลักการ ซึ่งอาจเป็นสิ่งของ ผลงาน ความคิดเห็น จะต้องอาศัย หลักเกณฑ์ และมาตรฐานไปประกอบการวินิจฉัยชี้ขาดเสมอว่าสิ่งนั้น ดี-เลว อย่างไร เพราะเหตุใด จึง ดี-เลว ข้อคำถามอาจอยู่ในรูปประเมินค่าโดยอาศัยหลักเกณฑ์ภายใน หรือประเมินค่าที่อาศัย เกณฑ์ภายนอก ตัดสินก็ได้

พิชิต ฤทธิจรูญ (2545, หน้า 96) กล่าวว่าโดยทั่วไปแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเอง หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียน เฉพาะกลุ่มที่ครูสอน เป็นแบบทดสอบที่ครูใช้กัน โดยทั่วไปในสถานศึกษา มีลักษณะเป็น แบบทดสอบข้อเขียน (Paper and Pencil Test) แบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด คือ

1.1 แบบทดสอบอัตนัย (Subjective or Essay Test) เป็นแบบทดสอบที่กำหนด คำถามหรือปัญหาให้แล้ว ให้ผู้ตอบเขียนหรือแสดงความรู้ ความคิด เจตคติ ได้อย่างเต็มที่

1.2 แบบทดสอบปรนัย หรือแบบให้ตอบสั้น ๆ (Objective Test or Short Answer) เป็นแบบทดสอบที่กำหนดให้ผู้สอบเขียนตอบแบบสั้น ๆ หรือมีคำตอบให้เลือกตอบแบบจำกัดคำตอบ (Restricted Response Type) ผู้ตอบไม่มีโอกาสแสดงความรู้ ความคิดได้อย่างกว้างขวาง เหมือนแบบทดสอบอัตนัย แบบทดสอบชนิดนี้แบ่งออกเป็น 4 แบบ คือ แบบทดสอบถูก – ผิด แบบทดสอบแบบเติมคำ และแบบทดสอบแบบเลือกตอบ

2. แบบทดสอบมาตรฐาน หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนทั่ว ๆ ไป ซึ่งสร้างโดยผู้เชี่ยวชาญ มีการวิเคราะห์และมีการปรับปรุงกันอย่างดีจนมีคุณภาพ มีมาตรฐาน กล่าวคือ มีมาตรฐานในการดำเนินการสอบ วิธีการให้คะแนนและแปลความหมายของคะแนน

บรรดล สุขปิติ (2542, หน้า 7-12) ได้แบ่งประเภทแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามเกณฑ์การจำแนก ดังนี้

1. จำแนกตามลักษณะการสร้าง สามารถแบ่งได้ 2 ประเภท คือ

1.1 แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ครูสร้างขึ้นเอง เป็นแบบทดสอบที่ครู สร้างขึ้น เพื่อนำมาใช้ในห้องเรียน จะใช้ในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนเป็นครั้ง ๆ ไป และจะสร้างครอบคลุมเฉพาะเนื้อหาที่จะวัดในครั้งนั้นๆ แบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท 1) แบบทดสอบ ที่ใช้วัดการเรียนการสอน มีจุดประสงค์เพื่อใช้ในการตรวจสอบความก้าวหน้าของนักเรียน และ นำผลการวัดมาใช้ในการปรับปรุงวิธีการจัดการเรียนการสอน 2) แบบทดสอบที่ใช้วัดผลการเรียนการสอน มีจุดประสงค์เพื่อใช้ผลการวัดในการตัดสินผลการเรียน ซึ่งในการสร้างอาจจะไม่ได้มี การตรวจสอบคุณภาพมากนัก และการตรวจสอบให้คะแนนมักจะเปรียบเทียบเฉพาะกลุ่มที่จัด การเรียนการสอนด้วยกัน หรือเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่ครูผู้สอนกำหนดไว้

1.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมาตรฐาน เป็นแบบทดสอบ ที่สร้างขึ้นบนเงื่อนไขการสร้าง 3 ประการ 1) ผ่านกระบวนการตรวจสอบคุณภาพ และพัฒนาจนได้ แบบทดสอบที่น่าเชื่อถือ การออกแบบจะออกแบบให้ครอบคลุมเนื้อหาต่างๆ ในหลักสูตรนั้นๆ เพื่อจะได้ใช้ได้กับหลากหลายสถาบัน 2) มีคู่มือในการดำเนินการสอบ ซึ่งเป็นตัวกำหนดให้มี การดำเนินการสอบให้

เหมือนกันไม่ว่าจะเป็นสถาบันใดจะเป็นผู้จัดการสอบก็ตาม 3) มีมาตรฐาน การให้คะแนน หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า เกณฑ์ปกติ

2. จำแนกตามเกณฑ์ที่ใช้ในการแปลความหมายของคะแนน สามารถแบ่งออก ได้ 2 ประเภท คือ

2.1. แบบทดสอบอิงเกณฑ์ เป็นแบบทดสอบที่มุ่งวัดระดับความรู้ และ ความสามารถของนักเรียน ดังนั้นจะมีการสร้างที่ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการให้เกิด กับนักเรียน โดยนำคะแนนที่ได้จากการสอบไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์ แล้วแปลความหมายว่า นักเรียนมีความรู้และความสามารถอยู่ในระดับใด

2.2. แบบทดสอบอิงกลุ่ม เป็นแบบทดสอบที่มุ่งเปรียบเทียบระดับความรู้ และความสามารถของนักเรียนในกลุ่มที่จัดการเรียนการสอนด้วยกันเอง แล้วจำแนกนักเรียน ออกเป็นกลุ่มๆ ตามระดับความรู้ ความสามารถที่วัดได้ เพื่ออธิบายว่า นักเรียนในกลุ่มนั้นๆ มีความเก่ง หรือความอ่อนกว่าคนอื่นๆ เท่าใด ดังนั้น แบบทดสอบอิงกลุ่มมีวัตถุประสงค์ เพื่อใช้ในการจำแนก นักเรียนออกจากกัน

3. จำแนกตามลักษณะการตรวจให้คะแนน สามารถแบ่งได้ 2 ประเภท คือ

3.1. แบบทดสอบอัตนัย เป็นแบบทดสอบที่การตรวจให้คะแนนจะขึ้นอยู่กับระดับ ความคิดเห็นของผู้ตรวจเป็นสำคัญ ผู้ตรวจแต่ละคนอาจให้คะแนนที่ไม่ตรงกันและไม่สอดคล้องกัน ลักษณะของการให้คะแนนจึงไม่คงที่ แบบทดสอบอัตนัยสามารถใช้วัดความรู้และความสามารถของ นักเรียนได้หลากหลายด้าน มีจุดมุ่งหมายให้นักเรียนตอบยาวๆ โดยการอภิปรายแสดงความคิดเห็น ได้เต็มที่ในแต่ละสถานการณ์ที่โจทย์กำหนดให้

3.2. แบบทดสอบปรนัย เป็นแบบทดสอบที่มีเกณฑ์การให้คะแนนที่ตายตัว ใครตรวจก็ให้คะแนนตรงกัน หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า แบบทดสอบถูกเป็นหนึ่ง ผิดเป็นศูนย์ เป็นแบบ ทดสอบที่ให้ นักเรียนตอบคำถามในขอบเขตที่จำกัดไม่สามารถแสดงความคิดเห็นได้เหมือนดังแบบทดสอบที่เป็นอัตนัย แต่ละข้อคำถามจะใช้วัดความสามารถเพียงเรื่องหนึ่งเรื่องเดียวแบ่งออกเป็น 4 ประเภท 1) แบบทดสอบปรนัยแบบถูกผิด 2)แบบทดสอบปรนัยแบบจับคู่ 3) แบบทดสอบแบบเติมคำแบบสั้น 4) แบบทดสอบปรนัยแบบเลือกตอบ

จากประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาและดำเนินการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ขึ้นเอง โดยใช้ข้อสอบรูปแบบปรนัยในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนในการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ

สืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับแนวทางการแก้โจทย์ปัญหาของโรเจอร์ เรือง โมเมนตัมและการชน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

4.3. การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์มีแนวทางการสร้างเครื่องมือวัดให้มีคุณภาพ ซึ่งผู้กำหนดขั้นตอนการสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ไว้ดังนี้

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2545, หน้า 97) ได้กำหนดแนวทางกระบวนการสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นส่วนสำคัญในการสร้างเครื่องมือ เพื่อนำไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลงานวิจัยซึ่งมีขั้นตอนการสร้าง ดังต่อไปนี้

1. วิเคราะห์หลักสูตรและสร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตร

การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ควรเริ่มต้นด้วยการวิเคราะห์ หลักสูตร และสร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตรเพื่อวิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด เนื้อหาสาระสำคัญ และพฤติกรรมของนักเรียนที่ครูต้องการจะวัด ตารางวิเคราะห์หลักสูตรจะใช้เป็นกรอบ ที่ครูจะใช้ในการออกข้อสอบ โดยระบุจำนวนข้อสอบในแต่ละเรื่องและสาระสำคัญที่จะใช้ในการออก ข้อสอบ และกำหนดพฤติกรรมการเรียนรู้ที่ครูต้องการจะวัด

2. กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้

การกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ เป็นการกำหนดพฤติกรรมของนักเรียน จะต้องเกิดหลังการจัดการเรียนการสอน ซึ่งครูจะต้องกำหนดไว้ล่วงหน้าสำหรับเป็นแนวทางในการจัด การเรียนการสอน และเป็นกรอบในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

3. กำหนดชนิดของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและศึกษาวิธีสร้างโดยการศึกษาจากตารางวิเคราะห์หลักสูตรและจุดประสงค์การเรียนรู้ ครูจะต้องพิจารณาและตัดสินใจเลือกชนิดของแบบทดสอบว่าจะใช้แบบทดสอบประเภทไหน เพื่อจะใช้ในการวัดและประเมินผลให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้และเหมาะสมกับวัยของนักเรียน จากนั้นครูจะต้องศึกษาวิธีการสร้างแบบทดสอบชนิดนั้น เพื่อนำมาสร้างแบบทดสอบให้มีคุณภาพ

4. สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ครูจะต้องสร้างแบบทดสอบตามรายละเอียดที่กำหนดไว้ในตารางวิเคราะห์ หลักสูตรและให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยอาศัยวิธีการสร้างแบบทดสอบที่ได้ศึกษามาแล้วในขั้นที่ 3

5. ทำการตรวจสอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ครูจะต้องทำการตรวจสอบแบบทดสอบที่สร้างขึ้นว่าแบบทดสอบนั้น ความมี เนื้อหาและสาระที่ถูกต้องตามหลักวิชา มีความสมบูรณ์ครบถ้วนตามรายละเอียดที่กำหนดไว้ในตารางวิเคราะห์หลักสูตร เพื่อตรวจทานความถูกต้องของแบบทดสอบอีกครั้งก่อนที่จะนำไปใช้ ในการทดลอง

6. จัดพิมพ์แบบทดสอบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ฉบับทดลอง

เมื่อตรวจทานแบบทดสอบเสร็จแล้วให้พิมพ์แบบทดสอบฉบับทดลอง โดยพิมพ์ข้อสอบทั้งหมดทุกข้อที่ครูสร้างขึ้น ซึ่งแบบทดสอบฉบับทดลองนี้จะต้องมีคำชี้แจงหรือคำอธิบายวิธีทำแบบทดสอบ และทำการจัดวางรูปแบบการพิมพ์ให้เหมาะสม

7. ทดลองและวิเคราะห์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ครูจะต้องทำการทดลองสอบและวิเคราะห์ข้อสอบเพื่อตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบก่อนนำไปใช้จริง โดยนำแบบทดสอบไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่างที่มีลักษณะคล้ายคลึง กับกลุ่มตัวอย่างที่ต้องการสอบจริง แล้วนำผลการสอบมาวิเคราะห์และปรับปรุงข้อสอบให้มีคุณภาพ จากนั้นนำไปวิเคราะห์คุณภาพเพื่อปรับปรุงก่อนที่จะจัดทำเป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ฉบับจริง

8. จัดทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ฉบับจริง

จากผลการวิเคราะห์ข้อสอบจากขั้นที่ 7 หากพบว่า ข้อสอบข้อใดไม่มีคุณภาพ หรือมีคุณภาพไม่ดีพอ อาจจะต้องตัดข้อสอบข้อนั้นทิ้งหรือทำการปรับปรุงข้อสอบให้มีคุณภาพดีขึ้น ก่อนจะนำไปพิมพ์เป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ฉบับจริง

จากการสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ที่กล่าวมาข้างต้น สำหรับงานวิจัยการสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ใช้ความรู้หลักการ ภูมิ ทฤษฎีทางฟิสิกส์ และทักษะการคำนวณทางคณิตศาสตร์ที่ได้รับจากการเรียนรู้ด้วยด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับแนวคิดการแก้โจทย์ปัญหาของโรเจอร์ เรือง โมเมนตี้มและการชน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 นำมาใช้ในการทำแบบทดสอบ ซึ่งได้ผ่านการตรวจสอบคุณภาพที่จะนำมาใช้ในการทดลองจริง โดยมีแนวทางการสร้างเครื่องมือดังนี้

1. วิเคราะห์หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) และสร้างตารางวิเคราะห์ข้อสอบ ให้สอดคล้องกับสาระเพิ่มเติม รายวิชาฟิสิกส์
2. ศึกษาผลการเรียนรู้ จากคู่มือครูที่จัดทำโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) และกำหนดจำนวนข้อสอบ และพฤติกรรมผลการเรียนรู้ที่ต้องการจะวัด

3. กำหนดรูปแบบของชนิดแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และศึกษาวิธีการสร้างเครื่องมือ

4. สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้สอดคล้องกับผลการเรียนรู้

5. ทำการตรวจสอบคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหารายวิชาฟิสิกส์ และผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล ก่อนที่จะนำไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่มีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองจริง เพื่อทดลองค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่น

6. จัดพิมพ์แบบทดสอบฉบับทดลอง โดยจะพิมพ์ข้อสอบทั้งหมดทุกข้อที่ผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นว่าสามารถนำมาใช้ในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้

7. นำแบบทดสอบที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์หาค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนก จากนั้น คัดเลือกข้อคำถามที่มีค่าความยากและอำนาจจำแนกผ่านเกณฑ์ตามจำนวนที่ต้องการ และนำไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่างเดิมอีกครั้งเพื่อหาค่าความเชื่อมั่น ซึ่งค่าความเชื่อมั่นนั้นที่จะต้องผ่านเกณฑ์

8. จัดพิมพ์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ฉบับสมบูรณ์ เพื่อจะนำไปใช้ในการวัดผลที่ได้จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับแนวคิดการแก้โจทย์ปัญหาของโรเจอร์ เรือง โมเมนตัมและการชน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยจะสร้างแบบทดสอบปรนัย เพื่อใช้ในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยที่ข้อสอบอัตนัยเป็นเครื่องมือที่สามารถวัดพฤติกรรมของนักเรียนที่เกิดจากการใช้ความรู้และทักษะทางคณิตศาสตร์กับฟิสิกส์มาใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาให้เป็นระบบและแบบแผนที่แตกต่างกัน ซึ่งสามารถวัดโดยใช้แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน

5. ความพึงพอใจ

5.1. ความหมายของความพึงพอใจ

กอน ทศานนท์ (2553, หน้า 35) ได้กล่าวว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกหรือทัศนคติของบุคคลที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง อันเกิดจากพื้นฐานของการรับรู้ ค่านิยม ประสบการณ์ ที่แต่ละบุคคลได้รับและจะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อสิ่งนั้นสามารถตอบสนองความต้องการให้แก่บุคคลนั้นได้ ซึ่งระดับความพึงพอใจของแต่ละบุคคลย่อมมีความแตกต่างกันไป

ทิพยา นิลดี (2553, หน้า 76) กล่าวว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกชอบ หรือไม่ชอบ ต่อกิจกรรมที่กระทำที่ปรากฏออกมาทางพฤติกรรมและเป็นองค์ประกอบที่สำคัญ ในการทำกิจกรรม

ต่างๆ ของบุคคล จากความหมายของคำว่า ความพึงพอใจในการเรียนที่บุคคล ต่างๆ ได้กล่าวไว้ สรุปได้ว่า ความพึงพอใจในการเรียน หมายถึง ความรู้สึกนึกคิดหรือทัศนคติ

จากความหมายของความพึงพอใจที่มีนักวิชาการได้กำหนดความหมายไว้ นั้น ผู้วิจัยจึงให้ความหมายของความพึงพอใจ กล่าวคือ ความรู้สึกชอบ หรือไม่ชอบของนักเรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยความพึงพอใจนั้นเกิดจากกระบวนการเรียนรู้ที่ผู้สอนจัดขึ้นได้การตอบสนองความต้องการของตัวนักเรียนมากน้อยเพียงใด ซึ่งความพึงพอใจของนักเรียนแต่ละคนจะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับความต้องการของตัวผู้เรียนเอง

5.2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจ

วรวรรณ กฤตยากรนุพงศ์ (2551, หน้า 23) กล่าวว่า บุคคลจะเกิดความพึงพอใจในการเรียน จะต้องอาศัยปัจจัยหลายอย่างมากระตุ้นให้เกิดความรักหรือทัศนคติที่ดีต่อการเรียนนั้น บุคคลจะเกิดความพึงพอใจนั้นจะต้องมีการจูงใจให้เกิดขึ้น แรงจูงใจหรือการจูงใจ (motivation) หมายถึง สภาวะที่อินทรีย์ถูกกระตุ้น หรือถูกผลักดันให้แสดงพฤติกรรม เพื่อไปยังจุดหมายปลายทางที่วางไว้

ประสาธ อิศรปริดา (2552, หน้า 330-333) ได้สรุปความรู้สึกพอใจหรือทัศนคติของ ผู้เรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ สามารถปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้อย่างมีความสุขและประสบ ความสำเร็จมีอยู่ 2 ปัจจัย คือ

1. ปัจจัยกระตุ้น (Motivation Factors) เป็นปัจจัยที่เกี่ยวกับการเรียนรู้ ซึ่งมีผล ก่อให้เกิดความพึงพอใจ เช่น ความสำเร็จของงาน การได้รับการยอมรับนับถือ ลักษณะของงาน ความรับผิดชอบ

2. ปัจจัยค้ำจุน (Hygiene Factors) เป็นปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อมในการ เรียนรู้และมีหน้าที่ให้ผู้เรียนเกิดความพึงพอใจในการเรียนรู้

การวัดความพึงพอใจ เป็นการประเมิน ความรู้สึกชอบ ความต้องการ ความพอใจ ความสุข เนื่องจากผลงานที่ได้รับผลสำเร็จตามความมุ่งหมาย วัดความพึงพอใจได้จากแบบวัด ความพึงพอใจมีลักษณะเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ซึ่งได้กำหนดค่าออกเป็น 5 ระดับ ตามวิธีของลิเคอร์ท (Likert) โดยพิจารณาเนื้อหา 3 ด้านดังนี้

- 1 ด้านปัจจัยนำเข้า ได้แก่ สื่อประกอบชุดกิจกรรมที่ประกอบด้วย บัตรภาระงาน บัตรความรู้ บัตรกิจกรรม บัตรคำถาม บัตรเฉลยกิจกรรม บัตรเฉลยคำถาม แบบบันทึกกิจกรรม แบบบันทึกคำตอบที่ชัดเจนอ่านแล้วเข้าใจในงานที่จะทำชุดกิจกรรมมีขนาดตัวอักษรที่เหมาะสม เนื้อหาที่กำหนดในกิจกรรมการเรียนเหมาะสมกับนักเรียน เวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนเพียงพอต่อ

การเรียนในเนื้อหาแต่ละชุด วัสดุในกิจกรรม การเรียนมีความเหมาะสม บัตรกิจกรรมมีความยากง่ายเหมาะสม บัตรกิจกรรมมีจำนวน เหมาะสมกับนักเรียน บัตรกิจกรรมลำดับขั้นตอนการคิดอย่างมี วิจารณ์ญาณเหมาะสม

2. ด้านกระบวนการ ได้แก่ กิจกรรมการเรียนการสอนมีความน่าสนใจ ขั้นตอนของกิจกรรม นักเรียนสามารถปฏิบัติได้ กิจกรรมการเรียนทำให้นักเรียนมีความสามารถในการ พิจารณา สถานการณ์ต่าง ๆ ได้ดีขึ้น กิจกรรมการเรียนทำให้นักเรียนมีความสามารถในการ กำหนดปัญหาจาก สถานการณ์ได้ดีขึ้น กิจกรรมการเรียนทำให้นักเรียนมีความสามารถในการ เลือกข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับ ปัญหาจากสถานการณ์ได้ดีขึ้น กิจกรรมการเรียนทำให้นักเรียนมี ความสามารถในการ กำหนดและ เลือกสมมุติฐานได้ดีขึ้น กิจกรรมการเรียนทำให้นักเรียนมี ความสามารถในการ ลงสรุปอย่าง สมเหตุสมผลมากขึ้น

3 ด้านผลผลิตได้แก่ นักเรียนเกิดความรู้จากชุดกิจกรรม นักเรียนสามารถนำความรู้จากชุด กิจกรรมไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ ชุดกิจกรรมทำให้นักเรียนประสบผลสำเร็จใน การเรียนได้

5.3 การวัดความพึงพอใจ

บุญชม ศรีสะอาด (2554, หน้า 121) กล่าวว่า วิธีการวัดความพึงพอใจเป็นการศึกษา ระดับ ความพึงพอใจของนักเรียน โดยดำเนินการหลังจากนักเรียนศึกษาบทเรียนปฏิบัติการครบ ทุกหน่วย การเรียนแล้ว โดยใช้แบบสอบถามความพึงพอใจ ซึ่งเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (rating scale) แบ่งระดับความพึงพอใจเป็น 5 ระดับ คือ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย น้อยที่สุด แล้วหาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน แล้วนำค่าเฉลี่ยไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่ตั้งค่าไว้ ดังนี้

คะแนนเฉลี่ย 4.51 - 5.00 หมายถึง นักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด

คะแนนเฉลี่ย 3.51 - 4.50 หมายถึง นักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก

คะแนนเฉลี่ย 2.51 - 3.50 หมายถึง นักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับปานกลาง

คะแนนเฉลี่ย 1.51 - 2.50 หมายถึง นักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับน้อย

คะแนนเฉลี่ย 1.00 - 1.50 หมายถึง นักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับน้อยที่สุด

จากแนวคิดพื้นฐานดังกล่าวเมื่อนำมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ผลตอบแทน ภายในหรือรางวัลภายใน เป็นผลด้านความรู้สึกของผู้เรียนที่เกิดขึ้นแก่ตัวผู้เรียนเอง เช่น ความรู้สึก ต่อความสำเร็จที่เกิดขึ้นเมื่อสามารถเอาชนะความยุ่งยากต่างๆ และสามารถดำเนินงาน ภายใต้อ ความยุ่งยากทั้งหลายได้สำเร็จ ทำให้เกิดความภาคภูมิใจ ความมั่นใจ ตลอดจนได้รับการยก ย่องจากบุคคล อื่น ส่วนผลตอบแทนภายนอก เป็นรางวัลที่ผู้อื่นจัดทำให้มากกว่าที่ตนเองให้ตนเอง เช่น การได้รับคำ

ยกย่องชมเชยจากครูผู้สอน พ่อ-แม่ ผู้ปกครอง หรือแม้แต่การได้คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในระดับที่น่าพอใจ

จากการศึกษาความพึงพอใจ สรุปได้ว่า ความพึงพอใจในการเรียนและผลการเรียนจะมีความสัมพันธ์กันในทางบวก ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับกิจกรรมที่นักเรียนได้เรียนรู้ ทำให้นักเรียนได้รับการตอบสนองความต้องการทางด้านร่างกายและจิตใจ ซึ่งเป็นส่วนสำคัญที่จะทำให้เกิดความสมบูรณ์ของชีวิตอย่างน้อยเพียงใด นั่นคือ สิ่งที่ครูจะต้องคำนึงถึงองค์ประกอบต่าง ๆ ในการเสริมสร้างความพึงพอใจให้กับนักเรียน เกิดความรู้สึกรักใคร่ หรือเจตคติที่ดีต่อการเรียนรู้ ผ่านรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับแนวคิดการแก้โจทย์ปัญหาของโรเจอร์ เรือง โมเมนตัมและการชน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยผู้วิจัยกำหนดรูปแบบการประเมินออกเป็น 3 ด้าน ประกอบด้วย ด้านปัจจัยนำเข้า ด้านกระบวนการ และด้านผลผลิต

6. กิจกรรมการเรียนรู้

6.1. ความหมายของกิจกรรมการเรียนรู้

รัตนะ บัวสนธ์ (2552, หน้า.34) ได้ให้ความหมายของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ว่าเป็นสื่อ การเรียนการสอนชนิดหนึ่ง ที่มีลักษณะเป็นสื่อประสม (multimedia) ที่ประกอบด้วยสื่อตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไปที่ใช้ร่วมกันที่ให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้ในหน่วยการเรียนรู้ แต่ละหน่วย สื่อดังกล่าวนี้จะจัดไว้เป็นชุด ๆ บรรจุในซองหรือในกระเป๋า ชุดกิจกรรมการเรียนรู้เป็น สื่อที่จัดทำขึ้นสำหรับให้ครูใช้ประกอบการสอน และให้นักเรียนใช้ประกอบการเรียนเป็นรายบุคคล

สุนันทา สุนทรประเสริฐ (2546, หน้า.1) ได้ให้ความหมายของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ว่า เป็นสื่อประเภทหนึ่งที่มีจุดมุ่งหมายเฉพาะเรื่องที่จะสอนเท่านั้น ชุดกิจกรรมการเรียนรู้จึงเป็น นวัตกรรม การใช้สื่อการสอนแบบประสมโดยอาศัยระบบบูรณาการสื่อหลายๆ อย่างเข้าด้วยกัน เพื่อเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของนักเรียนในหน่วยการเรียนนั้นๆ นั่นคือชุดกิจกรรมการเรียนรู้หนึ่งๆ จะมีระบบการใช้สื่อการสอนแบบประสมเพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ตามเป้าหมายอย่างมีประสิทธิภาพ

จากการศึกษาความหมายของชุดกิจกรรมการเรียนรู้จากเอกสารข้างต้น ในงานวิจัยนี้ ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์ หมายถึง ชุดของสื่อประสมที่จัดทำขึ้นสำหรับหน่วยการเรียนรู้เรื่อง โมเมนตัมและการชน สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เพื่ออธิบายถึงเนื้อหา ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ให้เข้าใจในเนื้อหามากยิ่งขึ้น โดยจัดเนื้อหาไว้เป็นชุด ๆ จำนวน 5 ชุด ได้แก่ ชุดที่ 1 โมเมนตัม ชุดที่ 2 แรงและการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัม ชุดที่ 3 การดล ชุดที่ 4 กฎการอนุรักษ์โมเมนตัม และชุดที่ 5 การชนและการติดตัวแยกจากกัน

6.2. องค์ประกอบของกิจกรรมการเรียนรู้

รัตนะ บัวสนธ์ (2552, หน้า 35) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ดังนี้

1. คู่มือครูหรือนักเรียน เป็นคู่มือที่จัดขึ้นเพื่อให้ครูหรือนักเรียน ในคู่มือนี้ประกอบไปด้วย คำชี้แจงการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ และบทบาทของครูหรือนักเรียนที่จะต้องปฏิบัติ

2. บัตรคำสั่งหรือคำแนะนำ บัตรนี้จะใช้สำหรับนักเรียนเพื่อบอกให้นักเรียนดำเนินกิจกรรมตามลำดับขั้นตอนที่กำหนดไว้

3. เนื้อหาสาระและสื่อ เนื้อหาสาระต่างๆ จะบรรจุหรือจัดพิมพ์ไว้ในสื่อแต่ละชนิด

4. แบบวัดผลการเรียน แบบวัดผลการเรียนอาจมีหลายประเภท เช่น แบบทดสอบ ชนิดต่างๆ อาทิ แบบเลือกตอบ จับคู่ เติมคำ แบบฝึกหัด แบบสังเกตการปฏิบัติ และแบบรายงาน ตนเอง ทั้งนี้แบบวัดผลจะมีทั้งที่ใช้ทดสอบก่อนเรียนและทดสอบหลังเรียน

บุญเกื้อ ควรหาเวช (2542, หน้า.95-102) ได้กำหนดองค์ประกอบที่สำคัญ ๆ ภายใน ชุดกิจกรรมการเรียนรู้สามารถจำแนกออกเป็น 4 ส่วนด้วยกัน คือ

1. คู่มือครู เป็นคู่มือและแผนการสอนสำหรับผู้สอนหรือผู้เรียนตามแต่ชนิดของ ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ภายในคู่มือจะชี้แจงถึงวิธีการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้เอาไว้อย่างละเอียด ประกอบด้วย

1.1 คำนำ (สำหรับคู่มือที่เป็นเล่ม)

1.2 ส่วนประกอบของชุดการเรียนการสอน

1.3 คำชี้แจงสำหรับผู้เรียน

1.4 สิ่งที่ผู้สอนผู้เรียนต้องเตรียม

1.5 บทบาทของผู้สอน และผู้เรียน

1.6 การจัดห้องเรียน

1.7 แผนการสอน

1.8 เนื้อหาสาระของชุดการเรียนการสอน

1.9 แบบฝึกหัดปฏิบัติหรือกระตาดตอบคำถาม

1.10 แบบทดสอบก่อนและหลังเรียน (พร้อมเฉลย)

2. บัตรคำสั่งหรือคำแนะนำ จะเป็นส่วนที่บอกให้ผู้เรียนดำเนินการเรียนหรือประกอบกิจกรรมแต่ละอย่างตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ ประกอบด้วย

2.1 คำอธิบายในเรื่องที่จะศึกษา

2.2 คำสั่งให้ผู้เรียนดำเนินกิจกรรม

2.3 การสรุปบทเรียน

3. เนื้อหาสาระและสื่อ จะบรรจุไว้ในรูปของสื่อการสอนต่างๆ อาจประกอบด้วย บทเรียน โปรแกรม สไลด์ เทปบันทึกเสียง फिल्मสตริป แผ่นภาพโปร่งใส วัสดุกราฟฟิก หุ่นจำลอง ของตัวอย่าง รูปภาพ เป็นต้น

4. แบบประเมินผล ผู้เรียนจะทำการประเมินผลความรู้ด้วยตนเองก่อนและหลังการเรียนรู้ แบบประเมินผลที่อยู่ในชุดกิจกรรมอาจจะเป็นแบบฝึกหัด ให้เติมคำในช่องว่าง ให้เลือกคำตอบที่ถูกต้อง จับคู่ คู่มือการทดลอง หรือให้ทำกิจกรรม เป็นต้น

จากการศึกษาองค์ประกอบของชุดกิจกรรมการเรียนรู้เอกสารข้างต้น ผู้วิจัยได้สังเคราะห์องค์ประกอบของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ไว้ดังนี้ ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับแนวคิดการแก้โจทย์ปัญหาของโรจาร์ เรือง โหมเมนตัมและการชน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำแนกออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

1. คู่มือการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับครู ประกอบด้วย
 - 1.1. คำชี้แจงการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้
 - 1.2. บทบาทของครูและนักเรียน
 - 1.3. แผนการจัดการเรียนรู้
 - 1.4. เนื้อหาสาระ
 - 1.5. แบบฝึกหัด
 - 1.6. แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน
 - 1.7. เฉลยคำตอบ
2. คู่มือการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับเรียน ประกอบด้วย
 - 2.1. คำสั่ง
 - 2.2. เนื้อหาสาระ
 - 2.3. แบบฝึกหัด
 - 2.4. แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน
 - 2.5. แบบบันทึกคะแนน

6.3. การหาค่าประสิทธิผลของกิจกรรมการเรียนรู้

ดัชนีประสิทธิผล (รายบุคคล) เท่ากับ ความแตกต่างของคะแนนหลังเรียนกับก่อนเรียน หารด้วยความแตกต่างของคะแนนเต็มกับคะแนนก่อนเรียน

ดัชนีประสิทธิผล (กลุ่ม) เท่ากับ ความแตกต่างของคะแนนหลังเรียนกับก่อนเรียนของทุกคนหารด้วยความแตกต่างของ (คะแนนเต็มคูณด้วยจำนวนผู้เรียน) กับคะแนนก่อนเรียนของทุกคน

$$E.I. \text{ รายบุคคล} = \frac{\text{คะแนนสอบหลังเรียน} - \text{คะแนนสอบก่อนเรียน}}{\text{คะแนนเต็ม} - \text{คะแนนสอบก่อนเรียน}}$$

$$E.I. \text{ กลุ่ม} = \frac{\text{ผลรวมของคะแนนสอบหลังเรียน} - \text{ผลรวมของคะแนนสอบก่อนเรียน}}{(\text{จำนวนนักเรียน} \times \text{คะแนนเต็ม}) - \text{ผลรวมของคะแนนสอบก่อนเรียน}}$$

$$\text{หรือ } E.I. = \frac{P_2 - P_1}{\text{Total} - P_1}$$

เมื่อ P_1 แทน ผลรวมของคะแนนสอบก่อนเรียน

P_2 แทน ผลรวมของคะแนนสอบหลังเรียน

Total แทน ผลคูณของจำนวนนักเรียนกับคะแนนเต็ม

การหาค่า E.I. ทั้งรายบุคคลและกลุ่ม เป็นการพิจารณาพัฒนาการในลักษณะที่ว่าเพิ่มขึ้นเท่าไร ไม่ได้ทดสอบว่าเพิ่มขึ้นอย่างเชื่อถือได้หรือไม่ เช่น $E.I. = 0.6240$ นั้น เรียกว่า หาค่าดัชนีประสิทธิผล (E.I.) และเพื่อให้สื่อความหมายกันง่ายขึ้นจึงแปลงคะแนนให้อยู่ในรูปร้อยละ เช่น จากค่าดัชนีประสิทธิผล (E.I.) = 0.6240 คิดเป็นร้อยละ 62.40

การหาค่า E.I. เป็นการพิจารณาพัฒนาการในลักษณะที่ว่าเพิ่มขึ้นเท่าไร ไม่ได้ทดสอบว่าเพิ่มขึ้นอย่างเชื่อถือได้หรือไม่ วิธีการอาจแปลงคะแนนให้อยู่ในรูปของร้อยละก็ได้ ดังนี้ (เผชิญ กิจระการ, 2546 หน้า 1- 6)

$$\text{ดัชนีประสิทธิผล} = \frac{\text{ร้อยละของผลรวมของคะแนนหลังเรียน} - \text{ร้อยละของผลรวมของคะแนนก่อนเรียน}}{100 - \text{ร้อยละของผลรวมของคะแนนก่อนเรียนทุกคน}}$$

6.3.1 ข้อสังเกตและการแปลผลค่าดัชนีประสิทธิผล

ในการหาค่าดัชนีประสิทธิผลมีข้อสังเกตและการแปลผลค่าดัชนีประสิทธิผล ดังนี้

$E.I.$ เป็นเรื่องของอัตราส่วนของผลต่างจะมีค่าสูงสุดเป็น 1.00 ส่วนค่า ต่ำสุดไม่สามารถกำหนดได้ เพราะมีค่าต่ำกว่า -1.00 ก็ได้ และถ้าเป็นค่าลบแสดงว่าคะแนนผลสอบ ก่อนเรียนมากกว่า หลังเรียน ซึ่งมีความหมายว่า ระบบการเรียนการสอนหรือสื่อที่ใช้ไม่มีคุณภาพ จะยกตัวอย่างค่าของ $E.I.$ ให้ดูหลาย ๆ รูปแบบ ดังนี้

1) ถ้าผลสอบก่อนเรียนของนักเรียนทุกคนได้คะแนนรวมเท่าไรก็ได้ (ยกเว้นได้คะแนนเต็มทุกคน) ถ้าผลสอบหลังเรียนของนักเรียนทุกคนทำถูกหมดทุกข้อ(ได้คะแนนเต็มทุกคน) ค่าของ E.I. จะเป็น 1.00 เสมอ ซึ่งเป็นไปได้ยาก

2) ถ้าผลสอบก่อนเรียนมากกว่าหลังเรียนค่า E.I. จะเป็นลบ ซึ่งต่ำกว่า -1.00 ก็ได้ ลักษณะเช่นนี้ถือว่าระบบการเรียนการสอนหลังใช้สื่อล้มเหลว และเหตุการณ์เช่นนี้ ไม่น่าจะเกิดขึ้น เพราะค่า E.I. ต่ำหรือเป็นลบ แสดงว่าคะแนนหลังสอนต่ำหรือน้อยกว่าคะแนน ก่อนสอน

3) การแปลความหมายของค่า E.I. ไม่น่าจะแปลความหมายเฉพาะค่าที่ คำนวณได้ว่า ผู้เรียนมีพัฒนาการขึ้นเท่าไรหรือคิดเป็นร้อยละเท่าไร แต่ควรจะดูข้อมูลเดิมประกอบ ด้วยว่าหลังเรียน ผู้เรียนมีคะแนนเพิ่มขึ้นเท่าไร ในบางครั้งคะแนนหลังสอนเพิ่มขึ้นน้อยอาจเป็น เพราะที่ผู้เรียนกลุ่มนั้นมีความรู้เดิมในเรื่องนั้นมากอยู่แล้วซึ่งมีโอกาสเป็นไปได้ และมักจะเป็นใน ลักษณะของผู้เรียนกลุ่ม เก่ง

6.3.2 การแปลผลค่าดัชนีประสิทธิผล

การแปลผลมักจะใช้ข้อความไม่เหมาะสม ทำให้ผู้อ่านเข้าใจความหมายของ E.I. ผิดจากความเป็นจริง เช่น จากตัวอย่าง E.I. มีค่าเท่ากับ 0.6240 ก็มักจะกล่าวว่า “ค่าดัชนี ประสิทธิภาพเท่ากับ 0.6240 ซึ่งแสดงว่านักเรียนมีความรู้เพิ่มขึ้นร้อยละ 62.40” แต่ในความเป็นจริง ค่า E.I. เท่ากับ 0.6240 เพราะคิดเทียบจากค่า E.I. สูงสุดเป็น 1.00 ดังนั้นถ้าคิดเทียบเป็นร้อยละ ก็คือ คิดเทียบจากค่าสูงสุดเป็น 100 E.I. จะมีค่า 62.40 จึงควรใช้ข้อความว่า “ค่าดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 0.6240 แสดงว่าผู้เรียนมีความรู้เพิ่มขึ้น 0.6240 หรือคิดเป็นร้อยละ 62.40” (ไม่ใช่แสดงว่า ผู้เรียนมีความรู้เพิ่มขึ้น ร้อยละ 62.40) ดังนั้น ดัชนีประสิทธิผล (E.I.) สามารถนำมาประยุกต์ใช้เพื่อประเมินสื่อหรือ นวัตกรรมต่าง ๆ โดยเริ่มจากการทดสอบก่อนเรียนซึ่งเป็นตัววัดว่า ผู้เรียนมีความรู้พื้นฐานอยู่ใน - ระดับใด รวมถึงการวัดทางความเชื่อ เจตคติ และความตั้งใจของผู้เรียน คะแนนที่ได้จากการทดสอบมาแปลงเป็นร้อยละ หาค่าสูงสุดที่เป็นไปได้ นำผู้เรียนเข้ารับการทดลอง เสร็จแล้วทำการ ทดสอบหลังเรียน แล้วนำคะแนนที่ได้มาหาประสิทธิภาพ โดยนำคะแนนก่อนเรียนไปลบออกจาก คะแนนหลังเรียน ได้เท่าไรแล้วหารด้วยค่าที่ได้จากการทดสอบก่อนเรียนสูงสุดที่ผู้เรียนสามารถ ทำได้ ลบด้วยคะแนน ทดสอบก่อนเรียนโดยทำให้อยู่ในรูปร้อยละ ดัชนีประสิทธิผล (E.I.) จะมีค่าอยู่ ระหว่าง - 1.00 ถึง 1.00 หากค่าคะแนนหลังเรียนเท่ากับคะแนนก่อนเรียน ค่าดัชนีประสิทธิผล เท่ากับศูนย์ และหากคะแนน หลังเรียนมากกว่าคะแนนก่อนเรียน ค่าดัชนีประสิทธิผลจะมีค่า มากกว่าศูนย์

คุณภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับแนวคิดการแก้โจทย์ ปัญหาของโรจาส์ ทำให้นักเรียนบรรลุถึงพฤติกรรมที่ตั้งไว้ กำหนดเกณฑ์ ค่า *E.I.* ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป

7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

7.1 งานวิจัยในประเทศ

เอกวิทย์ ดวงแก้ว, ศรัณย์ ภิบาล, ชนม์ เชษฐศิริสวัสดิ์ (2559) การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา ทางฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) รวมกับกลวิธีแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์เชิงตรรกะของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์มีวัตถุประสงค์ 1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ระหว่างก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) รวมกับกลวิธีแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์เชิงตรรกะของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์ 2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) รวมกับกลวิธีแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์เชิงตรรกะของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 75 3. ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) รวมกับกลวิธีแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์เชิงตรรกะของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 75 โดยศึกษากลุ่มตัวอย่างนี้เป็นนักเรียนมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 5 โรงเรียนเบญจมราชรังสฤษฎิ์ จังหวัดฉะเชิงเทรา โดยสุ่มตัวอย่างแบบ Cluster random sampling จำนวน 45 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) รวมกับกลวิธีแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์เชิงตรรกะของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์ 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .89 วิเคราะห์ข้อมูลใช้คะแนนเฉลี่ย สถิติการทดสอบที และ 3) แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .875 วิเคราะห์ข้อมูลใช้คะแนนเฉลี่ย สวนเบี่ยงเบนมาตรฐานและการทดสอบที การเก็บข้อมูลครั้งนี้จัดทำแผนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E แทรกตัวอย่างการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์โดยใช้กลวิธีแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์เชิงตรรกะของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์ ในขั้นที่ 4 (ขั้นขยายความรู้) และทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์วัดผลกับกลุ่มตัวอย่างก่อนและหลังดำเนินการสอนตามแผน มีผลการวิจัยดังนี้ 1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้(5E) รวมกับกลวิธีแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์เชิงตรรกะของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) รวมกับกลวิธีแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์เชิงตรรกะของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3. ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้แบบ

สืบเสาะหาความรู้(5E) ร่วมกับกลวิธีแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์เชิงตรรกะของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์สูง
กว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

กมลชนก ชัยชนะ. (2560). เรื่อง การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้การแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์
โดยประยุกต์แนวคิดของโรจาส์ เรื่อง การเคลื่อนที่แนวตรง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่ม
ตัวอย่าง คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ห้อง 9 โรงเรียนสุโขทัยวิทยาคม จำนวน 39 คน เครื่องมือที่
ใช้ในการทดลอง คือ แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์โดยประยุกต์แนวคิดของ
โรจาส์ เรื่อง การเคลื่อนที่แนวตรง แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาฟิสิกส์ แบบทดสอบ
วัดความสามารถการแก้โจทย์ปัญหา สถิติที่ใช้สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ค่าเฉลี่ย ค่าส่วน
เบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที่ t-test for dependent Sample ผลการศึกษาพบว่า
กิจกรรมการเรียนรู้การแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์มีจำนวน 5 เรื่อง ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ได้แก่ ได้แก่ 1)
ทำความเข้าใจปัญหา 2) การอธิบายเชิงคุณลักษณะของปัญหา 3) วางแผนการแก้ปัญหา 4)
ดำเนินการตามแผน 5) ตรวจสอบความสอดคล้องของสมการ 6) ตรวจสอบและประเมินคำตอบ มี
ความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก ($X = 4.43$, $S.D. = 0.23$) และมีค่าดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 0.7674

ผลการใช้กิจกรรมการเรียนรู้การแก้โจทย์ปัญหา พบว่า ผลสัมฤทธิ์หลังเรียนของนักเรียน สูง
กว่าผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 และผลการศึกษาความสามารถในการแก้ไข
โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ตามแนวคิดของโรจาส์ พบว่า นักเรียนสามารถเขียนกำหนดสัญลักษณ์ทางฟิสิกส์
ได้อย่างถูกต้อง สามารถเขียนอธิบายหลักการและสูตรทางฟิสิกส์ในโจทย์ปัญหาได้ สามารถวางแผน
การแก้โจทย์ปัญหาได้อย่างเป็นระบบ และสามารถดำเนินการตามแผน ได้อย่างถูกต้องและครบถ้วน
นักเรียนสามารถเขียนอธิบายความสอดคล้องระหว่างผลลัพธ์และสิ่งที่โจทย์ต้องการคำตอบและ
นักเรียนสามารถตรวจคำตอบและอธิบายแนวทางที่จะนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

ธันยรัตน์ พลเยี่ยม (2560) การศึกษาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์และ
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์เรื่องโมเมนตัมและการชนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่4ด้วยการ
จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยา โดยมีวัตถุประสงค์ 1.
เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชนของนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการแก้ปัญหาของ
โพลยาหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 2.เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ เรื่อง โม
เมนตัมและการชนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
ร่วมกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาก่อนเรียนและหลังเรียน 3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการ

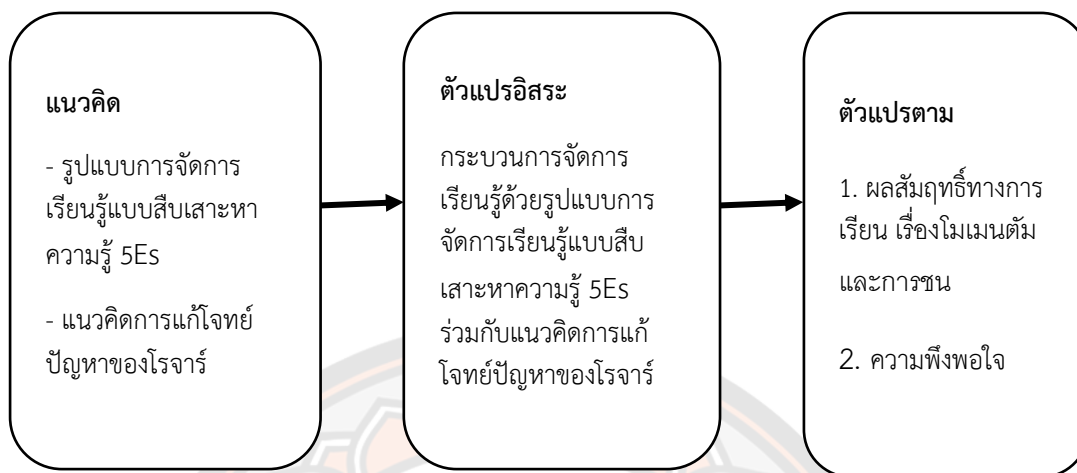
เรียนฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ใช้กลุ่มตัวอย่างในเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ – คณิตศาสตร์ โรงเรียนแสนสุข ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 1 ห้องเรียน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) รวม 41 คน อาศัยเครื่องมือในการวิจัยคือ แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาเรื่อง โมเมนตัมและการชน แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่องโมเมนตัมและการชน แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน การวิเคราะห์ข้อมูลตามสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 1 โดยใช้การทดสอบที่แบบกลุ่มเดียว (One sample t-test) สมมติฐานการวิจัยข้อที่ 2 โดยใช้การทดสอบที่แบบสองกลุ่มที่ไม่อิสระจากกัน (Dependent sample t-test) และสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 3 โดยใช้การทดสอบแบบกลุ่มเดียว (One sample t-test) ผลการวิจัยคือ 1. ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

7.2 งานวิจัยต่างประเทศ

Sibel A., Sema Altum Y., Umit Turgut (2011). ผลของการจัดการเรียนรู้รูปแบบการเรียนรู้อิง 5E ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินประสิทธิภาพของโดยใช้รูปแบบการเรียนรู้อิง 5E ที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างการวิจัยเป็นนักเรียนจำนวน 60 คน โดยแบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 30 คน และกลุ่มควบคุม 30 คน เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์แรงและการเคลื่อนที่ แบบเลือกตอบ มีจำนวนทั้งหมด 16 ข้อ เอกสารในการจัดการเรียนรู้ สถิติที่ใช้สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที่ t-test for independent Sample ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้อิง 5E มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่ด้วยแบบเดิม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

Ugur Sari, Abdillahi Hajiomer Hassan, Kutalmos Guven&Omer Faruk Sen. (2017). ผลการจัดการเรียนรู้แบบ5E ร่วมกับการใช้โปรแกรมการจำลองสถานการณ์ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจของในนักเรียนในการศึกษาทางฟิสิกส์ โดยมีคำถามการวิจัยคือ 1.ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยการเรียนรู้แบบ5E ร่วมกับการใช้โปรแกรมการจำลองสถานการณ์กับการสอนฟิสิกส์แบบเดิมในเรื่องของแสงเป็นอย่างไร 2.นักเรียนในกลุ่มทดลองคิดอย่างไรกับการใช้การจำลองด้วยคอมพิวเตอร์ด้วยแบบจำลอง 5E เพื่อเรียนรู้ฟิสิกส์ ใช้กลุ่มตัวอย่างที่ศึกษาประกอบด้วยนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 80 คน(ชาย 57 และหญิง 23 คน) อยู่ในสายการเรียนวิทยาศาสตร์ 2 กลุ่มในโรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดบรามา ในช่วงปิดเทอมปีการศึกษา 2557-2558 . วิธีการสอนที่ต่างกันสองวิธีที่ใช้ในการศึกษา ได้รับการสุ่มให้ทั้งสองชั้นเรียนเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง คือ แบบทดสอบแบบเลือกตอบ จำนวน 30 ข้อ แบบสอบถามความพึงพอใจใช้มาตรวัด 5ระดับสถิติที่ใช้สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที่ t-test for independent Sample และการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยการเรียนรู้แบบ5E ร่วมกับการใช้โปรแกรมการจำลองสถานการณ์กับการสอนฟิสิกส์เรื่องแสงมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนแบบเดิมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ความแตกต่างระหว่างทัศนคติของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมคือการเรียนที่ทดลองทำให้นักเรียนมีส่วนร่วมมากขึ้นในบทเรียนเมื่อเปรียบเทียบกับชั้นเรียนแบบดั้งเดิม การเรียนรู้โดยการทำกิจกรรมเชิงปฏิบัติช่วยเพิ่มความเข้าใจของนักเรียน และยิ่งนักเรียนเข้าใจมากขึ้นเท่าใด นักเรียนจะพัฒนาทัศนคติเชิงบวกมากขึ้น

8. กรอบแนวคิดการวิจัย



ภาพที่ 2 แสดงกรอบแนวคิดการวิจัย



บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับแนวคิดการแก้โจทย์ปัญหาของโรจาร์ เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โมเมนตัมและการชน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยมี 3 ขั้นตอน ดังนี้

1. เพื่อสร้างและหาค่าดัชนีประสิทธิผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับแนวคิดการแก้โจทย์ปัญหาของโรจาร์ เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โมเมนตัมและการชน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามเกณฑ์ประสิทธิผลไม่ต่ำ 0.50

2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนใช้และหลังใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับแนวคิดการแก้โจทย์ปัญหาของโรจาร์ เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โมเมนตัมและการชน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

3. เพื่อประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับแนวคิดการแก้โจทย์ปัญหาของโรจาร์ เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โมเมนตัมและการชน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ขั้นตอนที่ 1 เพื่อสร้างและหาค่าดัชนีประสิทธิผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับแนวคิดการแก้โจทย์ปัญหาของโรจาร์ เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โมเมนตัมและการชน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามเกณฑ์ประสิทธิผลไม่ต่ำ 0.50

1. กลุ่มเป้าหมาย

1.1 ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน เพื่อให้ข้อเสนอแนะและประเมินการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับแนวคิดการแก้โจทย์ปัญหาของโรจาร์ จำนวน 5 กิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งมีความสามารถและความเชี่ยวชาญเฉพาะด้าน โดยการเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling) ประกอบด้วย

1.1.1. ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 2 ท่าน โดยมีวิทยฐานะไม่ต่ำกว่าชำนาญการพิเศษหรือไม่ต่ำกว่าปริญญาโททางด้านวิทยาศาสตร์ ประกอบไปด้วย

1. อาจารย์ประจำภาควิชาฟิสิกส์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

2. อาจารย์ประจำภาควิชาการศึกษา มหาวิทยาลัยนเรศวร

1.1.2. ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 2 ท่าน โดยมีวิทยฐานะไม่ต่ำกว่าชำนาญการพิเศษหรือไม่ต่ำกว่าปริญญาโททางการสอนวิทยาศาสตร์ ประกอบไปด้วย

1. ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนศรีสำโรงชนูปถัมภ์
2. ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนเมธีพิทยา

1.1.3. ผู้เชี่ยวชาญทางการวัดประเมินผล จำนวน 1 ท่าน โดยมีวิทยฐานะไม่ต่ำกว่าชำนาญการพิเศษหรือไม่ต่ำกว่าปริญญาโททางด้านวัดประเมินผล ประกอบไปด้วย

- 1 อาจารย์ประจำภาควิชาบริหาร วิจัย และพัฒนานวัตกรรมการศึกษา มหาวิทยาลัยรัตนนคร

1.2 กลุ่มเป้าหมายนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนเมธีพิทยาซึ่งได้จากการเลือกแบบเจาะจง 1 ห้องเรียน

2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

การสร้างเครื่องมือเพื่อใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

2.1 รูปแบบการจัดการเรียนรู้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับแนวคิดการแก้โจทย์ปัญหาของโรเจอร์ เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โมเมนตัมและการชน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

2.1.1. ศึกษารูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ตามแนวทางของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

2.1.2. ศึกษารูปแบบการแก้โจทย์ปัญหาตามแนวคิดของโรเจอร์

2.1.3. สร้างรูปแบบกระบวนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับแนวคิดการแก้โจทย์ปัญหาของโรเจอร์

2.1.4. ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ฉบับปรับปรุง 2560 ในส่วนของสาระฟิสิกส์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 รายวิชาฟิสิกส์

2.1.5. ศึกษารายละเอียดของสาระการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ในหน่วยการเรียนรู้แต่ละหน่วย จากสาระการเรียนรู้ผลผลการเรียนรู้ในเรื่อง โมเมนตัมและการชน

2.1.6. สร้างแผนการจัดการเรียนรู้ในรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับแนวคิดการแก้โจทย์ปัญหาของโรเจอร์ เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โมเมนตัมและการชน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

2.1.7. นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมแล้วนำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไข ไปทดลองใช้กับนักเรียน โรงเรียนเมธิพิทยา ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 1 ห้องเรียน เพื่อหาประสิทธิภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับแนวคิดการแก้โจทย์ปัญหาของโรจาร์ เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามเกณฑ์ประสิทธิผลไม่ต่ำ 0.50

2.1.8. ปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ แล้วนำไปสอนจริงกับกลุ่มเป้าหมายเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

3.1 นำรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับแนวคิดการแก้โจทย์ปัญหาของ โรจาร์ เรื่อง โมเมนตัมและการชนที่ผ่านความเห็นของผู้เชี่ยวชาญนำไปทดลองใช้ (Try – Out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนเมธิพิทยา โดยเลือกแบบเจาะจง โดยใช้เกณฑ์โรงเรียนขนาดเล็กและมีบริบทคล้ายคลึงกับกลุ่มเป้าหมาย

3.2 รูปแบบการเก็บข้อมูลผู้วิจัยใช้รูปแบบการหาประสิทธิภาพของเผชิญ กิจกรรมการ (2546)

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 ความเหมาะสมของรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับแนวคิดการแก้โจทย์ปัญหาของโรจาร์ เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โมเมนตัมและการชน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

4.2 ค่าดัชนีประสิทธิผลของรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับแนวคิดการแก้โจทย์ปัญหาของโรจาร์ เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โมเมนตัมและการชน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามเกณฑ์ประสิทธิผลไม่ต่ำ 0.50 โดยการหาค่าร้อยละ

ขั้นตอนที่ 2 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนใช้และหลังใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับแนวคิดการแก้โจทย์ปัญหาของโรจาร์ เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โมเมนตัมและการชน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

1. กลุ่มเป้าหมาย

1.1 ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน เพื่อให้ข้อเสนอแนะและประเมินแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โมเมนตัมและการชน ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งมีความสามารถและความเชี่ยวชาญเฉพาะด้าน โดยการเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling) โดยผู้วิจัยใช้ผู้เชี่ยวชาญชุดเดิมในการประเมิน

1.2 กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนวังกรดพิทยากำนาน 1 ห้องเรียน สายวิทย์ – คณิต จำนวน 9 คน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 ซึ่งได้จากการเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling)

2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

การสร้างเครื่องมือเพื่อใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

2.1 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน มีขั้นตอนสร้างดังนี้

2.1.1. ศึกษาหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

2.1.2. สร้างตารางวิเคราะห์ผลการเรียนเรียนรู้ และพฤติกรรมที่จะวัดโดยจำแนกพฤติกรรมออกเป็น 3 ด้าน คือความรู้ความจำ ความเข้าใจ และการนำไปใช้ ตารางที่ 4 แสดงการวิเคราะห์จำนวนข้อสอบที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

ผลการเรียนรู้	จำนวนข้อสอบที่ออกทั้งหมด	จำนวนข้อสอบที่ต้องการจริง
อธิบาย และคำนวณโมเมนตัมของวัตถุ และการลดลงจากการชนและพื้นที่ใต้กราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงลัพธ์กับเวลารวมทั้งอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแรงลดลงกับโมเมนตัม	26	13
ทดลองอธิบายและคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับการชนของวัตถุในหนึ่งมิติทั้งแบบยืดหยุ่น ไม่ยืดหยุ่น และการตีตัวแยกจากกันในหนึ่งมิติซึ่งเป็นไปตามกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม	14	7
รวม	40	20

2.1.3 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โมเมนตัมและการชน ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เป็นข้อสอบปรนัย จำนวน 40 ข้อ ให้สอดคล้องกับตารางวิเคราะห์ผลการเรียนรู้ และพฤติกรรม

2.1.4 นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ซึ่งเป็นชุดเดิม ตรวจสอบคุณลักษณะของแบบทดสอบในด้านความสอดคล้องของเนื้อหาที่ใช้ความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการจะวัด และความเหมาะสมของข้อสอบ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเชิงเนื้อหาและความเหมาะสม โดยบันทึกผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนในแต่ละข้อ เพื่อนำมาหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้เป็นรายข้อ จากผลการให้คะแนนของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 6 ท่าน โดยได้ค่าความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.67 - 1.0 พบว่ามีค่าเท่ากับ 1.0 ทุกข้อ

2.1.5 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สร้างขึ้น และปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปทดลองใช้ (Try - out) กับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนเมธีพิทยา เกี่ยวกับเรื่อง โมเมนตัมและการชน จำนวน 1 ห้องเรียน นำแบบทดสอบมาตรวจให้คะแนน 1 คะแนนสำหรับข้อที่ถูก และให้ 0 คะแนน สำหรับข้อที่ผิดหรือไม่ตอบ แล้วทำการวิเคราะห์คุณภาพของข้อสอบเป็นรายข้อ เพื่อหาความยากง่าย (P) พบว่ามีค่า 0.25 - 0.50 และอำนาจจำแนกรายข้อ (R) พบว่ามีค่า 0.25 - 1.00 เลือกข้อสอบให้เหลือเพียง 20 ข้อโดยพิจารณาจากค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกรายข้อ นำผลคะแนนจากแบบทดสอบ 20 ข้อที่เลือกมาหาสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น (Reliability Coefficient) ทั้งหมดโดยวิธีของ Kuder - Richardson (KR - 20) ซึ่งมีค่าอยู่ที่ 0.79

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยแบบกึ่งทดลอง (Quasi - Experimental Research) ผู้วิจัยดำเนินการวิจัยโดยใช้แบบแผนการทดลองแบบกลุ่มเดียววันสองครั้ง คือการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน รูปแบบการวิจัยเป็นแบบกึ่งทดลองโดยใช้แบบแผนการทดลองแบบ One Group Pretest-Posttest Design

ตารางที่ 5 แผนการทดลอง One Group Pretest-Posttest Design

Pretest	Treatment	Posttest
T ₁	X	T ₂

T₁ คือ การทดสอบก่อนการทดลอง

T₂ คือ การทดสอบหลังการทดลอง

X คือ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับแนวคิดการแก้โจทย์ปัญหาของโรจาร์

3.1. ทดสอบก่อนเรียน (Pretest) ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชา ฟิสิกส์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นจำนวน 20 ข้อ

3.2. ดำเนินการทดลองการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้การจัดการเรียนรู้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับแนวคิดการแก้โจทย์ปัญหาของโรจาร์ เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โมเมนตัมและการชน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 5 แผน เวลา 12 คาบ

3.3. ทดสอบหลังเรียน (Posttest) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาฟิสิกส์ ฉบับเดี่ยวที่ใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาฟิสิกส์ก่อนเรียน จำนวน 20 ข้อ

3.4 นำคะแนนที่ได้จากการเก็บข้อมูลทั้งหมดจากนักเรียนกลุ่มเป้าหมายมาวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีการทางสถิติ เพื่อสรุปผลการทดลอง

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 การหาค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

4.2 ทดสอบการกระจายของข้อมูล โดยการหาค่า Skewness และค่า Kurtosis และทำการยืนยันการแจกแจงปกติโดย Kolmogorov – Smirnov Test

4.2 ทดสอบสมมติฐานของการวิจัยโดยใช้สถิติทดสอบแบบ t – test (Dependent Samples) โดยมีขนาดกลุ่มตัวอย่างเป็นขนาดเล็ก (Gosset, 1908)

ขั้นตอนที่ 3 เพื่อประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับแนวคิดการแก้โจทย์ปัญหาของโรจาร์ เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โมเมนตัมและการชน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

1. กลุ่มเป้าหมาย

1.1 ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน เพื่อให้ข้อเสนอแนะและประเมินแบบประเมินความพึงพอใจที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยผู้วิจัยใช้ผู้เชี่ยวชาญชุดเดิมในการประเมิน

1.2 กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนวังกรดพิทยา จำนวน 1 ห้องเรียน สายวิทย์ – คณิต ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 ซึ่งได้จากการเลือกแบบเจาะจง

2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

แบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับแนวคิดการแก้โจทย์ปัญหาของโรจาร์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กำหนดรูปแบบการประเมินออกเป็น 3 ด้านประกอบด้วย ด้าน

ปัจจัยนำเข้า ด้านกระบวนการ และด้านผลผลิต มีลักษณะเป็นมาตรฐานประมาณค่า 5 ระดับ (Rating Scale) จำนวน 12 ข้อ

2.1 ศึกษาเอกสารแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวิธีการสร้างแบบประเมินความพึงพอใจ

2.2 นำแบบสอบถามที่สร้างขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความเหมาะสมของข้อความจำนวน 5 คน ผู้เชี่ยวชาญชุดเดิมแล้วนำมาหาค่าความสอดคล้อง (IOC) ได้ค่าเฉลี่ยรายข้อตั้งแต่ 0.6 – 1.00 จะคัดเลือกไว้จำนวน 12 ข้อ

2.3 จัดพิมพ์เป็นฉบับสมบูรณ์เพื่อเตรียมนำไปใช้เก็บข้อมูล

3. การวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 การหาค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของความคิดเห็นของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับแนวคิดการแก้โจทย์ปัญหาของโรเจอร์ เรือง โมเมนตัมและการชน โดยมีเกณฑ์ให้คะแนนดังนี้

พึงพอใจมากที่สุด	ให้	5	คะแนน
พึงพอใจมาก	ให้	4	คะแนน
พึงพอใจปานกลาง	ให้	3	คะแนน
พึงพอใจน้อย	ให้	2	คะแนน
พึงพอใจน้อยที่สุด	ให้	1	คะแนน

เกณฑ์การพิจารณาคะแนนเฉลี่ยของมาตรการวัดของลิเคิร์ต ในการพิจารณาคัดสินคะแนนเฉลี่ยที่ได้รับจากการให้ข้อมูลมีดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2554)

ช่วงคะแนนเฉลี่ยความหมาย

คะแนนเฉลี่ย 4.51 - 5.00 หมายถึง นักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด

คะแนนเฉลี่ย 3.51 - 4.50 หมายถึง นักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก

คะแนนเฉลี่ย 2.51 - 3.50 หมายถึง นักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับปานกลาง

คะแนนเฉลี่ย 1.51 - 2.50 หมายถึง นักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับน้อย

คะแนนเฉลี่ย 1.00 - 1.50 หมายถึง นักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับน้อยที่สุด

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ใช้สถิติการศึกษา ดังนี้

1. สถิติพื้นฐาน ได้แก่

1.1. ร้อยละ (Percentage) (บุญชม ศรีสะอาด. 2545, หน้า 104)

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

เมื่อ P แทน ร้อยละ

f แทน ความถี่ที่ต้องการแปลงเป็นร้อยละ

N แทน จำนวนความถี่ทั้งหมด

1.2. ค่าเฉลี่ย (Mean) (บุญชม ศรีสะอาด. 2545, หน้า 105)

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

เมื่อ \bar{x} แทน ค่าเฉลี่ย

$\sum x$ แทน ผลรวมคะแนนทั้งหมดในกลุ่ม

N แทน จำนวนคะแนนในกลุ่ม

1.3. ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) (บุญชม ศรีสะอาด. 2545,

หน้า 103)

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

เมื่อ S.D. แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

X แทน จำนวนแต่ละคน

N แทน จำนวนนักเรียนในแต่ละกลุ่ม

\sum แทน ผลรวม

f แทน ค่าความถี่

2. สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือ

2.1. การหาความเที่ยงตรง (Validity) ของแบบทดสอบวัดความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์โดยใช้สูตรดัชนีความสอดคล้อง IOC (Index of Item-objective Congruence) ดังนี้ (สมนึก ภัททิยธานี. 2546, หน้า 221)

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

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์

$\sum R$ แทน ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

2.2. หาค่าความยากง่าย (p) ของแบบทดสอบความสามารถแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ โดยใช้สูตร ดังนี้ (สมนึก ภัททิยธานี. 2546, หน้า 212)

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

เมื่อ p แทน ค่าความยากของข้อสอบ

R แทน จำนวนผู้ตอบถูก

N แทน จำนวนผู้เข้าสอบทั้งหมด

2.3. หาค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์โดยใช้สูตร ดังนี้ (สมนึก ภัททิยธานี. 2546, หน้า 212)

$$\text{กรณีตัวถูก} \quad r = \frac{H-L}{N} \quad \text{กรณีตัวหลง} \quad r = \frac{L-H}{N}$$

เมื่อ r แทน ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ

H แทน จำนวนคนกลุ่มสูงที่ตอบถูก

L แทน จำนวนคนกลุ่มต่ำที่ตอบถูก

N แทน จำนวนคนในกลุ่มสูงหรือกลุ่มต่ำ

2.4. การหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์เป็นแบบทดสอบแบบอิงกลุ่ม โดยวิธีของคูเดอร์ – ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson) โดยใช้สูตร KR-20 ดังนี้ (สมนึก ภัททิยธานี. 2546, หน้า 223)

$$KR - 20 = r_{tt} = \frac{n}{n-1} [1 - \sum \frac{pq}{s^2}]$$

เมื่อ r_{tt} แทน ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ

n แทน จำนวนข้อของแบบทดสอบทั้งฉบับ

p แทน อัตราส่วนของผู้ตอบถูกในข้อนี้

q แทน อัตราส่วนของผู้ตอบผิดในข้อนี้

S^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนทั้งฉบับของแบบทดสอบ
วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3. สถิติที่ใช้ทดสอบสมมุติฐาน

การเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์ระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียนสถิติที่ใช้ได้แก่ ค่าที่ t-test (Dependent Samples) ใช้สูตรดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด. 2545 :112)

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

$$df = n-1$$

เมื่อ	t แทน	ค่าสถิติที่ใช้เปรียบเทียบกับค่าวิกฤตในการแจกแจงแบบ t เพื่อทราบความมีนัยสำคัญ
	D แทน	ผลต่างคะแนนสอบก่อนและหลังสอบ
	n แทน	จำนวนผู้เรียนทั้งหมดของกลุ่มตัวอย่าง



บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ทำการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับแนวคิดการแก้โจทย์ปัญหาของโรจาร์ เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โมเมนตัมและการชน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลแบ่งเป็น 3 ตอน ดังนี้

1. ผลการสร้างและหาค่าดัชนีประสิทธิผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับแนวคิดการแก้โจทย์ปัญหาของโรจาร์ เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โมเมนตัมและการชน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามเกณฑ์ประสิทธิผลไม่ต่ำ 0.50

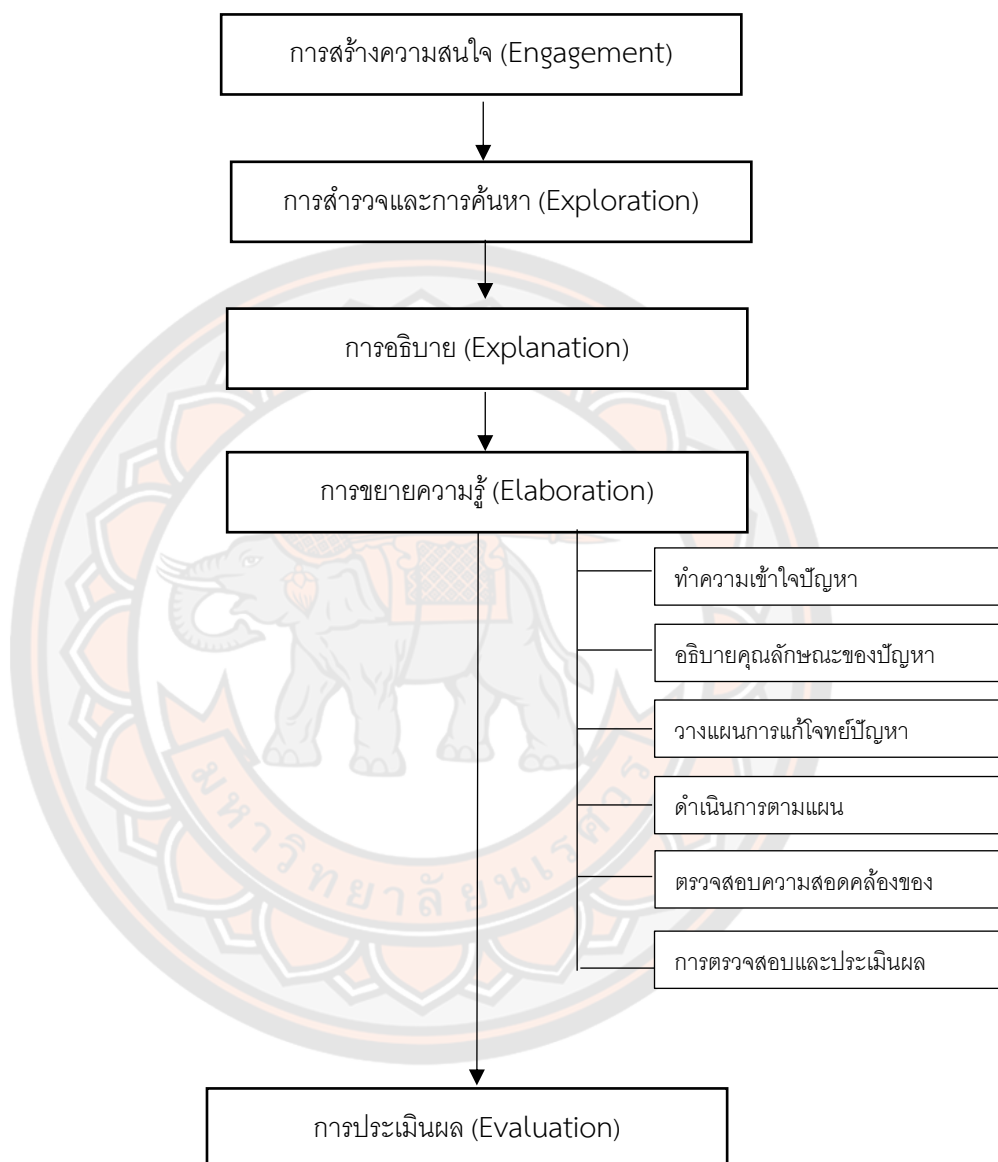
2. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนใช้และหลังใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับแนวคิดการแก้โจทย์ปัญหาของโรจาร์ เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โมเมนตัมและการชน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

3. ผลการประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับแนวคิดการแก้โจทย์ปัญหาของโรจาร์ เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โมเมนตัมและการชน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ตอนที่ 1 ผลการสร้างและหาค่าดัชนีประสิทธิผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับแนวคิดการแก้โจทย์ปัญหาของโรจาร์ เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โมเมนตัมและการชน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามเกณฑ์ประสิทธิผลไม่ต่ำ 0.50

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์แนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es และแนวคิดการแก้โจทย์ปัญหาของโรจาร์ ได้ดำเนินการจัดทำกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับแนวคิดการแก้โจทย์ปัญหาของโรจาร์ ซึ่งประกอบไปด้วย 5 ขั้นตอนหลักตามการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es คือ ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) และขั้นการประเมินผล (Evaluation) เพื่อให้ให้นักเรียนได้เรียนรู้ร่วมถึงสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง และ นำแนวคิดการแก้โจทย์ปัญหาของโรจาร์ซึ่งประกอบไปด้วย 6 ขั้นตอน คือ ขั้นทำความเข้าใจปัญหา ขั้นการอธิบายคุณลักษณะของปัญหา ขั้นการวางแผนการแก้ปัญหา ขั้นการดำเนินการตามแผน ขั้นตรวจสอบความสอดคล้องของสมการที่ใช้ และขั้นการตรวจสอบและประเมินคำตอบ มาพัฒนา

กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ของนักเรียนในชั้นที่ 4 ชั้นขยายความรู้ของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es โดยผ่านความเห็นชอบจากผู้เชี่ยวชาญดังแผนภาพที่ 3



ภาพที่ 3 แสดงรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับแนวคิดการแก้โจทย์ปัญหาของโรจาร์

จากแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับแนวคิดการแก้โจทย์ปัญหาของโรจาร์ ผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดทำชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับแนวคิดการแก้โจทย์ปัญหาของโรจาร์ ทั้งหมด 5 ชุดกิจกรรม ประกอบด้วย ชุดที่ 1 เรื่อง โมเมนตัม, ชุดที่ 2 เรื่อง แรงและการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัม, ชุดที่ 3 เรื่อง การดล, ชุดที่ 4 เรื่อง กฎการอนุรักษ์

โมเมนตัม และชุดที่ 5 เรื่อง การชนและการติดตัวแยกออกจากกัน โดยผู้วิจัยให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความเหมาะสมของกิจกรรมกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับแนวคิดของโรจาร์ส์ ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 แสดงผลความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับแนวคิดของโรจาร์ส์เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โมเมนตัมและการชน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

รายการประเมิน	\bar{x}	SD	แปลผล
1. บทบาทครูและนักเรียนชัดเจน ปฏิบัติได้	4.80	0.45	มากที่สุด
2. การเรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับแนวคิดการแก้โจทย์ปัญหาของโรจาร์ มีขั้นตอนที่ครบถ้วน ถูกต้อง	5.00	0.00	มากที่สุด
3. เนื้อหาสาระครบถ้วน ภาษาที่ใช้ชัดเจนสัญลักษณ์ที่ใช้ถูกต้อง	4.80	0.45	มากที่สุด
4. แบบฝึกหัด มีคำชี้แจงที่เข้าใจง่าย ข้อคำถามมีความชัดเจนเข้าใจได้ตรงกัน	4.80	0.45	มากที่สุด
5. แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนใช้ภาษาที่ชัดเจน เข้าใจได้ตรงกัน	4.80	0.45	มากที่สุด
6. เฉลยคำตอบ อธิบายได้ชัดเจน ละเอียดและเข้าใจง่าย	4.80	0.45	มากที่สุด
รวม	4.83	0.37	มากที่สุด

จากตารางที่ 6 พบว่า ภาพรวมของความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับแนวคิดของโรจาร์ส์เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โมเมนตัมและการชน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.83 ซึ่งอยู่ในระดับ มากที่สุด เมื่อพิจารณารายข้อรายการประเมินที่มีความเหมาะสมมากที่สุด คือ ด้านการประเมินการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับแนวคิดการแก้โจทย์ปัญหาของโรจาร์ มีขั้นตอนที่ครบถ้วน ถูกต้อง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.00 ซึ่งอยู่ในระดับมากที่สุด

ตารางที่ 7 แสดงผลการหาดัชนีประสิทธิผลของรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับแนวคิดการแก้โจทย์ปัญหาของโรจาร์ เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โมเมนตัมและการชน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามเกณฑ์ประสิทธิผลไม่ต่ำ 0.50

การทดสอบ	คะแนนเต็ม	จำนวน นักเรียน	ผลรวม คะแนน	ค่าเฉลี่ย	ส่วน เบี่ยงเบน มาตรฐาน	ร้อยละดัชนี ประสิทธิผล
ก่อนเรียน	40	21	261	12.43	1.69	52.33
หลังเรียน	40	21	564	26.52	2.55	

จากตารางที่ 7 พบว่า ค่าดัชนีประสิทธิผลของรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับแนวคิดการแก้โจทย์ปัญหาของโรจาร์ เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โมเมนตัมและการชน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีผลรวมของคะแนนก่อนเรียนเท่ากับ 261 คะแนน และผลรวมของคะแนนหลังเรียนเท่ากับ 564 คะแนน ซึ่งนักเรียนมีพัฒนาการเรียนรู้คิดเป็น 303 คะแนน ซึ่งพบว่าค่าดัชนีประสิทธิผลของรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับแนวคิดการแก้โจทย์ปัญหาของโรจาร์มีค่าเท่ากับ 0.5233 หรือคิดเป็นร้อยละดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 52.33 ซึ่งผ่านเกณฑ์ที่ตั้งไว้ที่ตั้งแต่ร้อยละ 50

ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนใช้และหลังใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับแนวคิดการแก้โจทย์ปัญหาของโรจาร์ เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โมเมนตัมและการชน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

จากการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนใช้และหลังใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับแนวคิดการแก้โจทย์ปัญหาของโรจาร์ เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โมเมนตัมและการชน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยกลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนจำนวน 9 คน ซึ่งเป็นกลุ่มเป้าหมายขนาดเล็ก ผู้วิจัยจึงได้ทำการวิเคราะห์การแจกแจงปกติของข้อมูลดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 แสดงการวิเคราะห์การแจกแจงปกติของข้อมูล

การทดสอบ	จำนวน นักเรียน	Skewness	kurtosis	Kolmogorov – Smirnov Test
หลังเรียน	9	$-1.19/7.17 = -0.17$	$2.37/1.40 = 1.69$	0.200
ก่อนเรียน	9	$-0.27/7.17 = -0.04$	$1.05/1.40 = 0.75$	0.200

จากตารางที่ 8 พบว่า ข้อมูลคะแนนหลังเรียนมีค่า Skewness เท่ากับ -0.17 และ ค่า Kurtosis เท่ากับ 1.69 ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง $-1.96 - 1.96$ และการทดสอบด้วย Kolmogorov – Smirnov Test มีค่าเท่ากับ 0.2 ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $.05$ แสดงว่าเป็นการแจกแจงแบบปกติ ข้อมูลคะแนนก่อนเรียนมีค่า Skewness เท่ากับ -0.04 และค่า Kurtosis เท่ากับ 0.75 ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง $-1.96 - 1.96$ และการทดสอบด้วย Kolmogorov – Smirnov Test มีค่าเท่ากับ 0.2 ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $.05$ แสดงว่าเป็นการแจกแจงแบบปกติ

ตารางที่ 9 แสดงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนใช้และหลังใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับแนวคิดการแก้โจทย์ปัญหาของโรจาร์ เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โมเมนตัมและการชน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

การทดสอบ	จำนวนนักเรียน	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	df	t	sig
ก่อนเรียน	9	6.67	1.41	8	6.107*	.00
หลังเรียน	9	12.33	2.00			

หมายเหตุ *มีนัยสำคัญที่ระดับ $.05$

จากตารางที่ 9 พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนโดยมีค่าเฉลี่ย 6.67 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.41 คะแนน หลังจากการจัดเรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับแนวคิดการแก้โจทย์ปัญหาของโรจาร์ นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยมีค่าเฉลี่ย 12.33 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.00 คะแนน ซึ่งพบว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับแนวคิดการแก้โจทย์ปัญหาของโรจาร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $.05$

ตอนที่ 3. ผลการประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับแนวคิดการแก้โจทย์ปัญหาของโรจาร์ เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โมเมนตัมและการชน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

จากการประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับแนวคิดการแก้โจทย์ปัญหาของโรจาร์ เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โมเมนตัมและการชน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 9 คน โดยใช้แบบสอบถามความพึงพอใจที่มีลักษณะเป็นมาตราประมาณค่า 5 ระดับ (Rating Scale) แบ่งออกเป็น 3 ด้าน

ประกอบด้วย ด้านปัจจัยนำเข้า, ด้านกระบวนการ และด้านผลผลิต จำนวนทั้งหมด 12 ข้อ ดังตารางที่ 10

ตารางที่ 10 ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับแนวคิดของโรจาส์ เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง โมเมนตัม และการชน

ข้อคำถาม	\bar{x}	<i>S. D.</i>	แปลผล
ด้านปัจจัยนำเข้า			
1. ชุดกิจกรรมมีขนาดตัวอักษรที่เหมาะสมกับนักเรียน	3.67	1.12	มาก
2. เนื้อหาในชุดกิจกรรมมีความเหมาะสมกับนักเรียน	3.56	1.01	มาก
3. เวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับนักเรียน	3.89	0.78	มาก
4. การจัดเตรียมแอปพลิเคชันในการเรียนรู้	4.00	0.71	มาก
5. การจัดเตรียมกิจกรรมการทดลอง	4.44	0.53	มาก
รวมด้านปัจจัยนำเข้า	3.91	0.63	มาก
ด้านกระบวนการ			
6. กิจกรรมการทดลองมีความเหมาะสม	3.89	0.93	มาก
7. ความเหมาะสมในแต่ละขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้ของครูผู้สอน	3.89	1.05	มาก
8. ความเหมาะสมในแต่ละขั้นตอนในการแก้ปัญหาตามวิธีการจัดการเรียนรู้ของครูผู้สอน	3.78	0.67	มาก
9. แอปพลิเคชันที่ใช้มีความสะดวกและใช้งานง่าย	4.00	1.00	มาก
รวมด้านกระบวนการ	3.92	0.67	มาก
ด้านผลผลิต			
10. นักเรียนเกิดองค์ความรู้ได้จากกระบวนการเรียนรู้ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้ของครูผู้สอน	3.56	1.13	มาก
11. นักเรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาตามวิธีการจัดการเรียนรู้ของครูผู้สอน	3.33	1.12	ปานกลาง
12. นักเรียนสามารถนำความรู้จากกระบวนการเรียนรู้ไปใช้ในแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน	3.89	1.05	มาก
รวมด้านผลผลิต	3.67	0.65	มาก
รวม	3.82	0.65	มาก

จากตารางที่ 10 ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้แบบ สืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับแนวคิดการแก้โจทย์ปัญหาของโรจาร์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน ในภาพรวมอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.82 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.65 เมื่อพิจารณาราย ข้อพบว่า ข้อคำถามที่มีความพึงพอใจสูงสุด 3 ลำดับแรกได้แก่ ข้อ 5 มีค่าเฉลี่ย 4.44 ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน 0.53 ข้อ 4 มีค่าเฉลี่ย 4.00 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.71 และข้อ 9 มีค่าเฉลี่ย 4.00 ส่วน เบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.00



บทที่ 5

สรุปและอภิปรายผล

การวิจัย เรื่อง การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับแนวคิดการแก้โจทย์ปัญหาของโรจาร์ เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โมเมนตัมและการชน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยมีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อสร้างและหาดัชนีประสิทธิผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับแนวคิดการแก้โจทย์ปัญหาของโรจาร์ เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โมเมนตัมและการชน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามเกณฑ์ประสิทธิผลไม่ต่ำ 0.50 2) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนใช้และหลังใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับแนวคิดการแก้โจทย์ปัญหาของโรจาร์ เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โมเมนตัมและการชน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 3) เพื่อประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับแนวคิดการแก้โจทย์ปัญหาของโรจาร์ เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โมเมนตัมและการชน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สรุปผลการวิจัยดังนี้

สรุปผลการวิจัย

1. การสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับแนวคิดการแก้โจทย์ปัญหาของโรจาร์ เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โมเมนตัมและการชน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งประกอบไปด้วย 5 ขั้นตอนหลัก ตามกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es เพื่อให้นักเรียนได้เรียนรู้ร่วมถึงสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง และนำแนวคิดการแก้โจทย์ปัญหาของโรจาร์ซึ่งประกอบไปด้วย 6 ขั้นตอน มาพัฒนากระบวนการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ของนักเรียนในชั้นที่ 4 ขยายความรู้ของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es นำมาสร้างเป็นชุดกิจกรรมจำนวน 5 ชุดกิจกรรม มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด และมีค่าดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 0.52 ตามเกณฑ์ประสิทธิผลไม่ต่ำ 0.50

2. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนพบว่าหลังใช้สูงกว่าก่อนใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับแนวคิดการแก้โจทย์ปัญหาของโรจาร์ เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โมเมนตัมและการชน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

3. ระดับความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับแนวคิดการแก้โจทย์ปัญหาของโรจาร์ เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โมเมนตัม และการชน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 อยู่ในระดับ มาก

อภิปรายผลการวิจัย

1. ผลการสร้างการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับแนวคิดการแก้โจทย์ปัญหาของโรจาร์ เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โมเมนตัมและการชน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 5 ชุด พบว่า มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด และผลการทดลองใช้ มีค่าดัชนีประสิทธิผลมีเท่ากับ 0.52 สูงกว่าเกณฑ์ 0.50 ที่ตั้งไว้ อันเนื่องจาก การสร้างนวัตกรรมผู้วิจัย ได้ทำการศึกษาวิธีการสร้างการจัดการเรียนรู้แต่ละขั้นตอนอย่างลึกซึ้ง และได้มีการกำหนดสาระสำคัญ ผลการเรียนรู้ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ.2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) และได้พัฒนาพัฒนาวัตกรรมการจัดการเรียนรู้ แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ตามแนวทางของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546)ประกอบไปด้วย 5 ขั้นตอน คือ ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) ขั้นที่สำรวจและค้นหา (Exploration) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) และขั้นการประเมินผล (Evaluation) และยังสามารถนำแนวคิดการแก้โจทย์ปัญหาของโรจาร์มาใช้ในขั้นขยายความรู้ โดยมีที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน คอยตรวจสอบ ประเมินนวัตกรรมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น และผู้วิจัยได้ทำการปรับแก้ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งสอดคล้องกับทศนา แคมมณี (2560, หน้า 141) ได้กล่าวถึงวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ว่า การดำเนินการเรียนการสอน โดยผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียน เกิดคำถาม เกิดความคิด และลงมือเสาะแสวงหาความรู้ เพื่อนำมาประมวลหาคำตอบหรือข้อสรุป ด้วยตนเอง โดยที่ผู้สอนช่วยอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ด้านต่าง ๆ ได้แก่ ในด้านการสืบค้นแหล่งความรู้ การศึกษาข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล การสรุปข้อมูล การอภิปรายโต้แย้งทางวิชาการ และการทำงานกับผู้อื่น สอดคล้องกับงานวิจัยของกมลชนก ชัยชนะ. (2560). เรื่อง การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้การแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์โดยประยุกต์แนวคิดของโรจาร์ เรื่อง การเคลื่อนที่แนวตรง สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการศึกษาพบว่า กิจกรรมการเรียนรู้การแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์มีจำนวน 5 เรื่อง ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ได้แก่ ได้แก่ 1) ทำความเข้าใจปัญหา 2) การอธิบายเชิงคุณลักษณะของปัญหา 3) วางแผนการแก้ปัญหา 4) ดำเนินการตามแผน 5) ตรวจสอบความสอดคล้องของสมการ 6) ตรวจสอบและประเมินคำตอบ มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก ($X = 4.43$, $S.D. = 0.23$) และมีค่าดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 0.7674

2. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนใช้และหลังใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับแนวคิดการแก้โจทย์ปัญหาของโรจาร์ เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์

ทางการเรียน เรื่อง โมเมนตัมและการชน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ อันเนื่องมาจากกระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับแนวความคิดการแก้โจทย์ปัญหาของโรจาร์ ที่ผู้วิจัยทำการสร้างขึ้นนั้นโดยในชั้นสร้างความสนใจผู้วิจัยได้ยกตัวอย่างสถานการณ์ในชีวิตประจำวันหรือสถานการณ์ใกล้ตัวของนักเรียนมาเป็นปัญหาในการเรียนรู้ทำให้นักเรียนเกิดความใคร่รู้มากขึ้น ชั้นสำรวจและค้นหา ผู้วิจัยได้ดำเนินการหาแอปพลิเคชันช่วยในการเรียนรู้ของนักเรียน ซึ่งแอปพลิเคชันที่นำมาสามารถอธิบายสิ่งที่เป็นนามธรรมให้เป็นรูปธรรมหรือให้เห็นเหตุการณ์ได้ชัดเจนยิ่งขึ้น และยังได้มีการนำแนวความคิดการแก้โจทย์ปัญหาของโรจาร์มาใช้ในชั้นขยายความรู้ทำให้นักเรียนสามารถแก้ไขโจทย์ปัญหาหรือสถานการณ์ปัญหาได้อย่างเป็นขั้นตอนแต่ยังพบปัญหาในชั้นตอนที่ 4 ชั้นดำเนินการตามแผน ผู้สอนจะต้องคอยให้คำปรึกษาในเรื่องของการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ ถึงแม้ว่านักเรียนจะสามารถวางแผนและรู้แนวทางหรือมีวิธีดำเนินการอย่างไรในการหาคำตอบ จึงจะสามารถทำให้นักเรียนดำเนินการแก้ไขโจทย์ปัญหาเป็นไปได้อย่างถูกต้อง ซึ่งสอดคล้องกับ เกริก ศักดิ์สุภาพ (2562, หน้า 7-20) ได้ให้ข้อสรุปในกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ โดยกล่าวว่า ขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์นั้นเป็นสิ่งสำคัญสิ่งหนึ่งซึ่งช่วยให้ผู้เรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ได้ง่ายขึ้น เพราะผู้เรียนสามารถวางแผนการคิดที่เป็นระบบ สามารถเชื่อมโยงกระบวนการคิดกับหลักการทางฟิสิกส์ ซึ่งจะนำไปสู่การค้นหาคำตอบทางฟิสิกส์ที่ถูกต้องและสมเหตุสมผลกับสถานการณ์ปัญหาที่เกิดขึ้นได้อย่างเหมาะสม ยังสอดคล้องกับงานวิจัยอันยรัตน์ พลเยี่ยม (2560) การศึกษาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์เรื่องโมเมนตัมและการชนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาผลการวิจัยคือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. ระดับความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับแนวความคิดการแก้โจทย์ปัญหาของโรจาร์ เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โมเมนตัมและการชน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 อยู่ในระดับ มาก เนื่องจากจากผู้วิจัยได้ออกแบบการวัดความพึงพอใจออกเป็น 3 ด้าน คือ ด้านปัจจัยนำเข้า ด้านกระบวนการ และด้านผลผลิต ซึ่งพบว่า ในด้านปัจจัยนำเข้า ผู้วิจัยได้มีการจัดเตรียมชุดกิจกรรม เนื้อหาที่เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน เตรียมวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง รวมถึงมีการจัดเตรียมแอปพลิเคชันเพื่อช่วยในการเรียนรู้ของนักเรียน และในด้านกระบวนการ ผู้วิจัยได้ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es และแนวความคิดการแก้โจทย์ปัญหาของโรจาร์ ให้มีความน่าสนใจและ

สอดคล้องกับปัญหาในชีวิตประจำวันของนักเรียน และให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมโดยให้นักเรียนปฏิบัติด้วยตนเองการเรียนรู้ในแต่ละครั้งนั้นเป็นสิ่งที่ตัวของนักเรียนอยากรู้ และยังให้มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเพื่อน ๆ ภายในชั้นเรียน ได้มีการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอนฝึกให้นักเรียนวิเคราะห์ เมื่อนักเรียนทำข้อแรกได้นักเรียนรู้สึกภาคภูมิใจในตัวเองและพบว่าผู้เรียนมีความต้องการที่อยากจะแก้ไขปัญหาทางฟิสิกส์ในข้อต่อ ๆ ไปและผู้สอนได้เรียงลำดับความยาก – ง่าย จากข้อที่ง่ายไปหาข้อที่ยากและมีความซับซ้อนขึ้น ส่งผลให้นักเรียนมีความสุขและพร้อมที่จะเรียนรู้ในเนื้อหาถัด ๆ ไป ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของทิตยา สลทิน, เชษฐ ศิริสวัสดิ์และศรัณย์ ภิบาลชนม (2560) การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ทักษะการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์และศึกษาเจตคติที่มีต่อวิชาฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยาโดยมีผลการวิจัย คือ เจตคติที่มีต่อวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์โดยใช้เทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยาสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

- 1.1. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนบางส่วนยังขาดสมาธิในการเรียน ชอบเล่นเกมหรือทำกิจกรรมอย่างอื่นที่ไม่เกี่ยวข้องในขณะที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้สอนควรควบคุมพฤติกรรม การเรียนรู้อย่างใกล้ชิด
- 1.2. ผู้สอนควรศึกษาพื้นฐานความรู้ทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียน เช่น การแก้สมการตัวแปรเดียว เลขยกกำลัง และพื้นที่รูปเรขาคณิตเพื่อนำความรู้มาใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ได้
- 1.3. ผู้สอนควรให้ความรู้กับนักเรียนเกี่ยวกับการใช้โปรแกรมที่นำมาประกอบการเรียนรู้แก่นักเรียน

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

- 2.1. ควรทำการศึกษาเกี่ยวกับวิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับแนวคิดการแก้โจทย์ปัญหาของโรเจอร์ ในตัวแปรตามอื่นๆ นอกเหนือจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เช่น ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา การคิดอย่างมีวิจารณญาณ เป็นต้น
- 2.2. ควรมีการศึกษาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของวิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es กับแนวคิดการแก้โจทย์ปัญหาของโรเจอร์

บรรณานุกรม



บรรณานุกรม

- กนน ทศานนท์. (2553). ผลการจัดการเรียนรู้ผ่านเว็บที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสาระเทคโนโลยีสารสนเทศกลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยีและความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาหลักสูตรและการสอน. มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี.
- กมลชนก ชัยชนะ. (2560). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้การแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์โดยประยุกต์แนวคิดของโรจาส์ เรื่อง การเคลื่อนที่แนวตรง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วารสารการวิจัยเพื่อพัฒนาชุมชน (มนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์), 11(3), 130-138.
- กรมวิชาการ. (2545). หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ.
- เกริก ศักดิ์สุภาพ. (2562). การแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสารคาม. 13(2), 7-21.
- จักรพันธ์ พิรักษา. (2553). การเปรียบเทียบกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องแรงและกฎการเคลื่อนที่ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาของ Polya กับกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น. มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. (2558). แอปพลิเคชันวัตกรรมการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ (พิมพ์ครั้งที่ 6). ฟีบลาเนชันส์ดีไซด์แอนพริ้นติ้ง.
- ทวิช มณีพนา. (2563). การพัฒนาชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์เรื่องเสียง เพื่อส่งเสริมความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์และการคิดเชิงคำนวณ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย. (ปริญญาานิพนธ์การศึกษาดุขฎีบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์.(2559). แนวโน้มของหลักสูตรและการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21. วารสารบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม, 11 (1), 1-15.
- ทิพยา นิลดี. (2553). การเปรียบเทียบผลการเรียนรู้และความพึงพอใจในการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องการบวก การลบ การคูณ การหารเศษส่วน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ 5 E กับการจัดการเรียนรู้แบบรวมมือ

กลุ่มเพื่อนช่วยเพื่อนรายบุคคล TAI. (ปริญญาครุศาสตร์มหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา.

ทศนา แคมมณี. (2560). ศาสตร์การสอน องค์ความรู้เพื่อจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ (พิมพ์ครั้งที่ 21). สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ฉันทรัตน์ พลเยี่ยม. (2560). การศึกษาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์เรื่องโมเมนตัมและการชน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่4 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยา. (วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยบูรพา.

บุญชม ศรีสะอาด. (2556). การวิจัยเบื้องต้น. (พิมพ์ครั้งที่ 9). สุวีริยาสาส์น.

บุญเกื้อ ควรหาเวช. (2542). นวัตกรรมการศึกษา. (พิมพ์ครั้งที่ 4). สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

บรรดล สุขปิติ. (2542). การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์. คณะครุศาสตร์ สถาบันราชภัฏนครปฐม.

ปกรณ์ ประจัญบาน. (2552). ระเบียบวิธีวิจัยทางสังคมศาสตร์. รัตนสุวรรณการพิมพ์.

ประสาธ อิศรปรีดา. (2552). สารัตถะจิตวิทยาการศึกษา. (พิมพ์ครั้งที่ 7). มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

เผชญู กิจระการ. (2546). การหาค่าดัชนีประสิทธิผล. คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

พิชิต ฤทธิ์จรูญ. (2545). แนวทางการวัดและประเมินผลตามหลักสูตร พุทธศักราช 2544. องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์ (ร.ส.พ.).

ไพโรจน์ คะเชนทร์. (2556). การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.
<http://www.waltoongpel.com/Sarawichakarn/wichakran/1-10>.

ราชบัณฑิตยสถาน. (2555). พจนานุกรมศัพท์ศึกษาศาสตร์ ฉบับราชบัณฑิตยสถาน. อรุณการพิมพ์.

รัตน์ บัวสนธิ์. (2552). การวิจัยและพัฒนานวัตกรรมการศึกษา. คำสมัย.

- วิไลวรรณ แสนนาน. (2553). **สาระการเรียนรู้แบบการออกแบบกระบวนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์**. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2545). **การจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มวิทยาศาสตร์หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน**. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
- สำนักงานการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2560). **ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๐) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑**. ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2554). **บทสรุปและข้อเสนอแนะเชิงนโยบายและเชิงปฏิบัติจากผลการประเมินคุณภาพภายนอกรอบสอง (พ.ศ. 2549-2553) ของสถานศึกษา สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน**. ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- สุพร จันท์ประทักษ์. (2551). **การสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง น้ำและอากาศบนโลก สำหรับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้การสอนแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es)**. มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- สุนันทา สุนทรประเสริฐ. (2546). **การผลิตชุดกิจกรรมการเรียนรู้**. ชมรมพัฒนาความรู้ด้านระเบียบกฎหมาย.
- สมนึก ภัททิยธานี. 2546. **การวัดผลการศึกษา**. (พิมพ์ครั้งที่ 4). ประสานการพิมพ์.
- โสมภิลัย สุวรรณ. (2554) **การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเศษส่วนโดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนอนุบาลลำพูน**. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- เอกวิทย์ ดวงแก้ว, ศรีณย ภิบาล, ชนมเชษฐ์ ศิริสวัสดิ์. (2559). **การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับกลวิธีแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์เชิงตรรกะของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์**. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร. 18(1), 202-210.

- อรอุมา สิงห์สวัสดิ์ และคณะ. (2565). TPACK ในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์: TPACK ในฟิสิกส์. **วารสารครุศาสตร์ปริทรรศน์**. 9(1), 316 -326.
- Austin, E. (2008, July). 100 Years of student's t-test. *Physiology News*. 13-16.
- Gaighere, E., Roganb, J.M.,&Brauna, M.W. (2007). Exploring the development of conceptual understanding through structured problem-solving in physics. **International Journal of Science Education**, 29(9), 1089-1110.
- Lawson, Anton. E. (1995). **Science teacher and the development of thinking**. Belmont California: Wadsworth Publishing.
- Rojas, S. (2010). **On the teaching and learning of physics problem solving**. *Revista Mexicana de fisica*, 56(1), 22-28.
- Sibel A., Sema Altum Y., Umit Turgut. (2011). **Effects of the 5E learning model on students' academic achievements in movement and force issues**. *Procedia Social and Behavioral Sciences* 15 (2011) 2459–2462.
- Singh, A. (1993). **Problem solving in physics: An interactive computer assisted Environment (Doctoral dissertation)**. Auckland: The University of Waikato.
- Ugur Sari, Abdillahi Hajiomer Hassan, Kutalmos Guven&Omer Faruk Sen. (2017). **Effects of the 5E Teaching Model Using Interactive Simulation on Achievement and Attitude in Physics Education**. *International Journal of Innovation in Science and Mathematics Education*, 25(3), 20-35, 2017.

ภาคผนวก



ภาคผนวก ก รายนามผู้เชี่ยวชาญ

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชำนาญ ปาณาวงษ์

อาจารย์อาจารย์ประจำภาควิชาบริหาร วิจัย และพัฒนานวัตกรรมทางการศึกษา
มหาวิทยาลัยนเรศวร

2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ธนาวุธ เชื้อเจริญ

อาจารย์ประจำภาควิชาฟิสิกส์

มหาวิทยาลัยนเรศวร

3. ดร. สุรียา ชาปุ

อาจารย์ประจำภาควิชาการศึกษา

มหาวิทยาลัยนเรศวร

4. นางนางสาวเรวดี เพ็ญศรี

ครูชำนาญการพิเศษ

โรงเรียนศรีสำโรงชนูปถัมภ์ อำเภอศรีสำโรง จังหวัดสุโขทัย

5. นายอภิชาติ ด้วงนุญ

ครูชำนาญการพิเศษ

โรงเรียนเมธีพิทยา อำเภอเมืองพิจิตร จังหวัดพิจิตร

ภาคผนวก ข เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

แบบประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับแนวคิดการแก้โจทย์ปัญหาของโรจาร์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สำหรับผู้เชี่ยวชาญ

คำชี้แจง

โปรดพิจารณาว่ากิจกรรมนี้มีความเหมาะสมในด้านต่าง ๆ ตามที่กำหนดไว้หรือไม่ โดยเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องผลการพิจารณา ตามความคิดเห็นของท่านดังนี้

- | | | | |
|---|-------|---------|---|
| 5 | คะแนน | หมายถึง | รายการที่ประเมินมีความเหมาะสมมากที่สุด |
| 4 | คะแนน | หมายถึง | รายการที่ประเมินมีความเหมาะสมมาก |
| 3 | คะแนน | หมายถึง | รายการที่ประเมินมีความเหมาะสมปานกลาง |
| 2 | คะแนน | หมายถึง | รายการที่ประเมินมีความเหมาะสมน้อย |
| 1 | คะแนน | หมายถึง | รายการที่ประเมินมีความเหมาะสมน้อยที่สุด |

รายการประเมิน	ผลการพิจารณา					ข้อเสนอแนะ
	5	4	3	2	1	
1. บทบาทครูและนักเรียนชัดเจน ปฏิบัติได้						
2. การเรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับแนวคิดการแก้โจทย์ปัญหาของโรจาร์ มีขั้นตอนที่ครบถ้วน ถูกต้อง						
3. เนื้อหาสาระครบถ้วน ภาษาที่ใช้ชัดเจน สัญลักษณ์ที่ใช้ถูกต้อง						

4. แบบฝึกหัด มีคำชี้แจงที่เข้าใจง่าย ข้อ คำถามมีความชัดเจนเข้าใจได้ตรงกัน						
5. แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนใช้ ภาษาที่ชัดเจน เข้าใจได้ตรงกัน						
6. เฉลยคำตอบ อธิบายได้ชัดเจน ละเอียด และเข้าใจง่าย						

ข้อเสนอแนะ

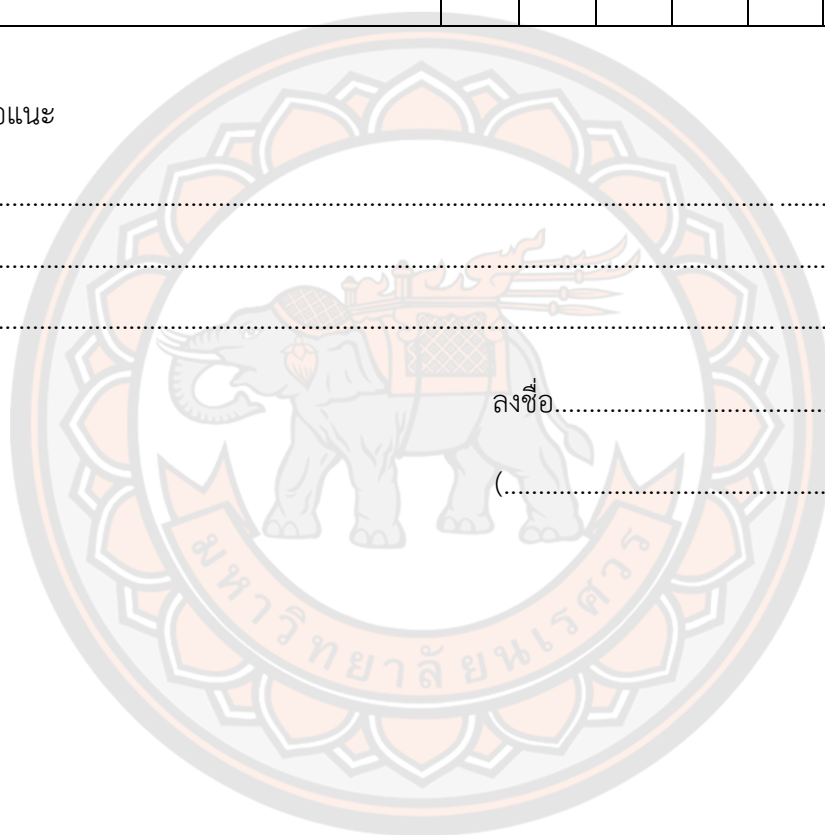
.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้เชี่ยวชาญ

(.....)



แบบประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับแนวคิดการแก้โจทย์ปัญหาของโรจาร์ เรื่อง โม่เมนต์ัมและการชน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สำหรับผู้เชี่ยวชาญ

คำชี้แจง

โปรดพิจารณาว่าแผนการจัดการเรียนรู้ที่มีความเหมาะสมในด้านต่าง ๆ ตามที่กำหนดไว้หรือไม่ โดยเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องผลการพิจารณา ตามความคิดเห็นของท่านดังนี้

- | | | | |
|---|-------|---------|---|
| 5 | คะแนน | หมายถึง | รายการที่ประเมินมีความเหมาะสมมากที่สุด |
| 4 | คะแนน | หมายถึง | รายการที่ประเมินมีความเหมาะสมมาก |
| 3 | คะแนน | หมายถึง | รายการที่ประเมินมีความเหมาะสมปานกลาง |
| 2 | คะแนน | หมายถึง | รายการที่ประเมินมีความเหมาะสมน้อย |
| 1 | คะแนน | หมายถึง | รายการที่ประเมินมีความเหมาะสมน้อยที่สุด |

รายการประเมิน	ผลการพิจารณา					ข้อเสนอแนะ
	5	4	3	2	1	
1. ส่วนนำของแผนการจัดการเรียนรู้แสดงรายละเอียดได้อย่างครบถ้วน ชัดเจน						
2. มาตรฐานการเรียนรู้/ผลการเรียนรู้ถูกต้อง						
3. สาระสำคัญ แสดงความคิดรวบยอดได้อย่างชัดเจน						
4. จุดประสงค์การเรียนรู้ครบทั้ง 3 ด้าน - ความรู้ - ทักษะ/กระบวนการ						

- คุณลักษณะอันพึงประสงค์						
5. สาระการเรียนรู้สอดคล้องกับสาระสำคัญ และเขียนรายละเอียดได้ครบถ้วน						
6. กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ สอดคล้องกับวิธีการสอนอย่างเป็นลำดับ ขั้นตอน						
7. สื่อการเรียนรู้/ แหล่งการเรียนรู้สอดคล้อง กับกิจกรรมการเรียนรู้						
8. การวัดและประเมินผลการจัดการเรียนรู้มี ความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้						

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้เชี่ยวชาญ

(.....)

แบบประเมินความสอดคล้องระหว่างองค์ประกอบของความพึงพอใจกับรายการข้อความสำหรับผู้เชี่ยวชาญ

นิยามศัพท์เฉพาะ

ความพึงพอใจ หมายถึง หมายถึง ความรู้สึกนึกคิด ทศนคติของผู้เรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับแนวคิดการแก้โจทย์ปัญหาของโรจาร์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน วัดได้จากการตอบแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนซึ่งเป็นแบบวัดแบบสอบถามเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า ระดับ คือ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย น้อยที่สุด จำนวน 12 ข้อ โดยมีองค์ประกอบ 3 ด้าน คือ

ด้านปัจจัยนำเข้า คือ สื่อกิจกรรมที่นำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย เนื้อหาที่เรียนและขนาดของตัวอักษรมีความเหมาะสม ระยะเวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรม แอปพลิเคชัน และการจัดเตรียมกิจกรรมการทดลอง

ด้านกระบวนการ คือ ขั้นตอนที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสม นักเรียนสามารถสร้างองค์ความรู้จากรูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) และนักเรียนสามารถวิเคราะห์ปัญหาและแก้ปัญหาได้ตามแนวคิดของโรจาร์

ด้านผลผลิต คือ นักเรียนเกิดองค์ความรู้จากรูปแบบการเรียน นักเรียนสามารถนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

คำชี้แจง

โปรดพิจารณาว่าแบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับแนวคิดการแก้โจทย์ปัญหาของโรจาร์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน สำหรับนักเรียนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีความสอดคล้องกับองค์ประกอบด้านต่าง ๆ มากน้อยเพียงใด โดยเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องผลการพิจารณาตามความคิดเห็นของท่าน

- +1 ถ้าแน่ใจข้อความสอดคล้องกับองค์ประกอบ
- 0 ถ้าไม่แน่ใจว่าข้อความสอดคล้องกับองค์ประกอบ
- 1 ถ้าแน่ใจว่าข้อความไม่สอดคล้องกับองค์ประกอบ

ข้อความ	ผลการพิจารณา			ข้อเสนอแนะ
	+1	0	-1	
ด้านปัจจัยนำเข้า				
1. ชุดกิจกรรมมีขนาดตัวอักษรที่เหมาะสมกับนักเรียน				
2. เนื้อหาในชุดกิจกรรมมีความเหมาะสมกับนักเรียน				
3. เวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับนักเรียน				
4. การจัดเตรียมแอปพลิเคชันในการเรียนรู้				
5. การจัดเตรียมกิจกรรมการทดลอง				
ด้านกระบวนการ				
6. กิจกรรมการทดลองมีความเหมาะสม				
7. ความเหมาะสมในแต่ละขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es)				

8. ความเหมาะสมในแต่ละขั้นตอนในการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโรจาส์				
9. แอปพลิเคชันที่ใช้มีความสะดวกและใช้งานง่าย				
ด้านผลผลิต				
10. นักเรียนเกิดองค์ความรู้ได้จากกระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es)				
11. นักเรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาตามแนวคิดของโรจาส์				
12 . นักเรียนสามารถนำความรู้จากกระบวนการเรียนรู้ไปใช้ในแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน				

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้เชี่ยวชาญ

(.....)

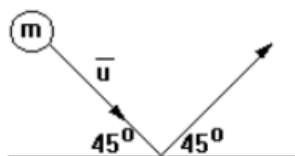
แบบทดสอบ

เรื่อง โมเมนตัมและการชน

คำชี้แจง ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย **x** ข้อที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียว

1. จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้ ข้อใดถูกต้องที่สุด เมื่อกำหนดให้ความเร็วของวัตถุเท่ากัน
 - ก. ถ้าวัตถุมีมวลมากการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัมจะน้อยลง
 - ข. ถ้าวัตถุมีมวลมาก การเปลี่ยนแปลงโมเมนตัมจะเพิ่มขึ้น
 - ค. ถ้าวัตถุมีมวลมาก การเปลี่ยนแปลงโมเมนตัมคงที่
 - ง. ถ้าวัตถุมีมวลน้อย การเปลี่ยนแปลงโมเมนตัมคงที่
2. จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้ ข้อใดถูกต้องที่สุด เมื่อกำหนดให้มวลของวัตถุไม่เปลี่ยนแปลง
 - ก. ถ้าวัตถุมีความเร็วเพิ่มขึ้นการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัมจะเพิ่มขึ้น
 - ข. ถ้าวัตถุมีความเร็วลดลงการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัมจะเพิ่มขึ้น
 - ค. ถ้าวัตถุมีความเร็วเพิ่มขึ้น การเปลี่ยนแปลงโมเมนตัมคงที่
 - ง. ถ้าวัตถุมีความเร็วลดลง การเปลี่ยนแปลงโมเมนตัมคงที่
3. นักวิ่งแข่ง A มีมวล 70 กิโลกรัม วิ่งด้วยความเร็ว 8 เมตร/วินาที นักวิ่ง B มีมวล 80 กิโลกรัม นักวิ่ง B จะต้องวิ่งด้วยความเร็วเท่าใดจึงจะมีโมเมนตัมเท่ากับนักวิ่ง A
 - ก. 6 เมตร/วินาที
 - ข. 7 เมตร/วินาที
 - ค. 8 เมตร/วินาที
 - ง. 9 เมตร/วินาที

4. ลูกเทนนิสมวล m ตกกระทบพื้น แล้วกระดอนขึ้นโดยมีขนาดของความเร็วคงที่ ข้อใดคือโมเมนตัมของลูกเทนนิสที่เปลี่ยนแปลงไป



ก. $mu\sqrt{2}$

ข. $2\sqrt{mu}$

ค. $\frac{mu}{\sqrt{2}}$

ง. $\frac{1}{2}mu$

5. ลูกบอลมวล m เข้ากระทบกำแพง แล้วกระดอนกลับในทิศทางเดิม ด้วยความเร็ว u เมตรต่อวินาที ที่ อยากทราบว่าโมเมนตัมของลูกบอลเปลี่ยนแปลงไปเท่าใด

ก. 0

ข. mu

ค. $2mu$

ง. $3mu$

6. นักกีฬาเตะลูกบอล มวล 200 กรัม เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 5 เมตรต่อวินาที อัดกำแพง แล้วลูกบอลสะท้อนสวนออกมาด้วยอัตราเร็วเท่าเดิม จงหาค่าเฉลี่ยของแรงที่กำแพงกระทำต่อลูกบอล ถ้าลูกบอลกระทบกำแพงอยู่ในช่วงเวลา 0.05 วินาที

ก. 0.1 นิวตัน

ข. 10 นิวตัน

ค. 20 นิวตัน

ง. 40 นิวตัน

7. นักกีฬาเตะลูกบอลมวล 200 กรัม อัดกำแพงแล้วลูกบอลสะท้อนสวนออกมาด้วยความเร็ว 5 เมตรต่อวินาที ซึ่งเท่ากับอัตราเร็วเท่าเดิม ถ้าแรงที่กำแพงกระทำต่อลูกบอลเป็น 40 นิวตัน ลูกบอลจะกระทบกำแพงอยู่นานเท่าใด

ก. 0.025 s

ข. 0.05 s

ค. 0.25 s

ง. 0.5 s

8. นักเรียนคนหนึ่งปล่อยวัตถุมวล 200 กรัม ที่ระดับความสูง 125 เซนติเมตร ลงบนพื้นราบ ปรากฏว่าหลังจากลูกบอลกระทบพื้นเป็นเวลา 0.06 วินาที ลูกบอลกระดอนกลับขึ้นมาในแนวตั้ง วัดระยะความสูงได้เท่ากับ 80 เซนติเมตร จงหาแรงเฉลี่ยที่พื้นกระทำต่อลูกบอล

ก. 52 นิวตัน

ข. 42 นิวตัน

ค. 32 นิวตัน

ง. 22 นิวตัน

9. ลูกฟุตบอลมวล 0.5 กิโลกรัม เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 20 เมตรต่อวินาที ถ้าผู้รักษาประตูใช้มือรับลูกบอลให้หยุดนิ่ง ภายในเวลา 0.04 วินาที แรงเฉลี่ยที่มือกระทำต่อลูกบอลมีขนาดเท่าใด

ก. 100 นิวตัน

ข. 150 นิวตัน

ค. 200 นิวตัน

ง. 250 นิวตัน

10. กล้องไบหนึ่งอยู่บนรถ ซึ่งกำลังเคลื่อนที่ในแนวระดับด้วยความเร็ว 30 เมตรต่อวินาที รถจะต้องเบรกจนหยุดนิ่งในเวลาน้อยที่สุดเท่าไร กล้องจึงจะไม่ไหลไปบนรถ ถ้าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานระหว่างกล้องกับรถเท่ากับ 0.5

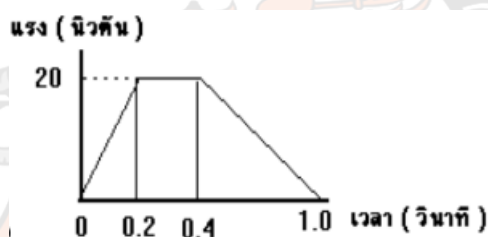
ก. 2 วินาที

ข. 4 วินาที

ค. 6 วินาที

ง. 8 วินาที

11. ถ้าแรงกระทำกับวัตถุหนึ่ง ดังรูป ในช่วงเวลาที่มีแรงกระทำนั้นจะทำให้วัตถุเปลี่ยนแปลงโมเมนตัมไปเท่าใด



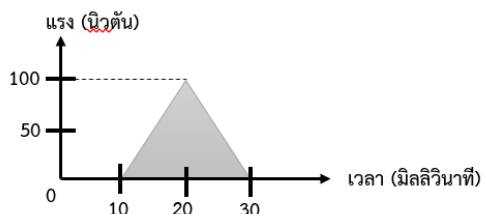
ก. 4.0 kg m/s

ข. 6.0 kg m/s

ค. 9.0 kg m/s

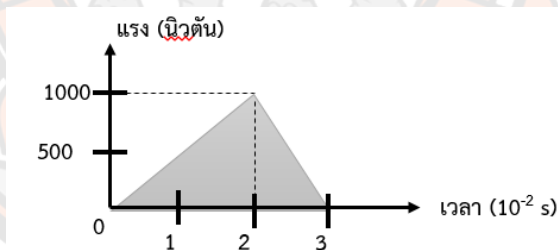
ง. 12.0 kg m/s

12. ลูกเทนนิสเคลื่อนที่ในแนวระดับ ชายคนหนึ่งใช้ไม้ตีลูกเทนนิสนี้สวนออกมาในทิศทางตรงกันข้าม แรงที่กระทำต่อลูกเทนนิสกับเวลาที่ลูกเทนนิสกระทบไม้ เขียนแทนได้ด้วยกราฟนี้ จงหาว่าการดลมีขนาดเท่ากับเท่าใด



- ก. 1 Ns
- ข. 2 Ns
- ค. 3 Ns
- ง. 4 Ns

13. ลูกบอลมวล 0.4 กิโลกรัม เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 10 เมตรต่อวินาที ในแนวระดับ ถูกตีสวนด้วยไม้ตั้งรูป อยากรทราบว่าความเร็วหลังถูกตีของบอลเป็นกี่เมตรต่อวินาที



- ก. 25.5 เมตรต่อวินาที
- ข. 27.5 เมตรต่อวินาที
- ค. 29.5 เมตรต่อวินาที
- ง. 31.5 เมตรต่อวินาที

14. มวล m เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 16 m/s เข้าชนมวล $3m$ ที่หยุดนิ่ง หลังชนพบว่ามวล m กระเด็นกลับด้วยความเร็ว 5 m/s ความเร็วหลังชนของมวล $3m$ มีขนาดเท่าใด

- ก. 5 m/s
- ข. 7 m/s
- ค. 9 m/s
- ง. 11 m/s

15. นาย A และ นาย B เป็นนักสเกตมีมวล 60 และ 40 กิโลกรัม วิ่งสวนทางกันบนพื้นที่ลื่นมากด้วยความเร็ว 10 และ 5 เมตรต่อวินาที ตามลำดับ พุ่งเข้าชนกัน หลังชนนาย A มีความเร็ว 2 เมตรต่อวินาทีในทิศทางเดิม จงหาความเร็วหลังชนของนาย B

- ก. 5 m/s
- ข. 7 m/s
- ค. 9 m/s
- ง. 11 m/s

16. ยิงลูกปืนมวล 4 กรัม เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว $1,000$ เมตรต่อวินาที ให้ทะลุแผ่นไม้มวล 800 กรัม ซึ่งแขวนไว้ด้วยเชือกยาว ทันทีที่ลูกปืนทะลุแผ่นไม้ ลูกปืนมีความเร็ว 400 เมตรต่อวินาที จงหาว่าแผ่นไม้จะแกว่งขึ้นไปสูงจากจุดหยุดนิ่งเท่าใด

- ก. 0.15 เมตร
- ข. 0.20 เมตร
- ค. 0.45 เมตร
- ง. 0.60 เมตร

17. รถทดลองมวล 1.0 กิโลกรัม เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 2 เมตรต่อวินาที เข้าชนรถทดลองอีกคันหนึ่ง ซึ่งมีมวลเท่ากันและอยู่นิ่ง หลังจากการชนรถทั้งสองเคลื่อนที่ที่ติดกันไป จงหาค่าพลังงานความร้อนที่เกิดจากการชน

ก. 0.25 จูล

ข. 0.50 จูล

ค. 0.75 จูล

ง. 1.00 จูล

18. ยิงลูกปืนมวล 25 กรัม เข้าไปฝังอยู่ในฤงทรายมวล 6 กิโลกรัม ซึ่งแขวนอยู่และทำให้ฤงทรายโยนสูงขึ้นเป็นระยะ 20 เซนติเมตร จงหาความเร็วของลูกปืน

ก. 350 เมตรต่อวินาที

ข. 482 เมตรต่อวินาที

ค. 564 เมตรต่อวินาที

ง. 675 เมตรต่อวินาที

19. โยนมวล M ขึ้นไปในแนวตั้ง ขณะอยู่ที่จุดสูงสุดซึ่งสูงจากพื้น 20 เมตร มวล M แตกออกเป็นสองส่วน ก้อนหนึ่งมีมวลเป็น $M/3$ เคลื่อนที่ในแนวระดับโดยมีอัตราเร็วเป็น 6 เมตรต่อวินาที จงหามวลอีกก้อนหนึ่งจะตกห่างจากตำแหน่งที่โยนเป็นระยะเท่าใด

ก. 4 เมตร

ข. 5 เมตร

ค. 6 เมตร

ง. 7 เมตร

20. วัตถุเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ด้วยอัตราเร็ว 4U ที่ตำแหน่งสูงสุดเกิดการระเบิดออกเป็น 2 ส่วนที่มีมวลเท่ากัน ส่วนหนึ่งตกลงมาในแนวตั้ง อัตราเร็วในแนวราบของส่วนที่สองมีขนาดเท่าใด

ก. 2U เมตรต่อวินาที

ข. 4U เมตรต่อวินาที

ค. 6U เมตรต่อวินาที

ง. 8U เมตรต่อวินาที



เฉลยแบบทดสอบ

ข้อที่	คำตอบ
1	ข
2	ก
3	ข
4	ก
5	ค
6	ง
7	ข
8	ค
9	ง
10	ค
11	ง
12	ก
13	ข
14	ข
15	ข
16	ค
17	ง
18	ข
19	ค
20	ง

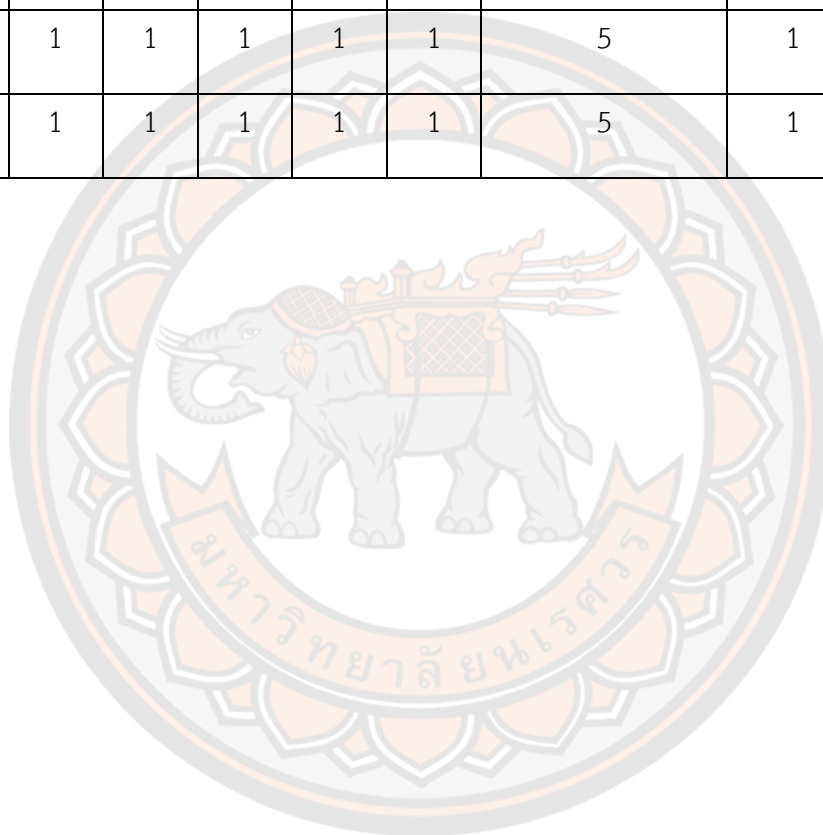
ภาคผนวก ค ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ตารางที่ 11 ผลการวิเคราะห์ IOC ของแบบทดสอบ

ข้อที่	ประมาณค่าความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					คะแนนรวม	ค่า IOC	แปลผล
	1	2	3	4	5			
1	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
2	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
3	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
4	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
5	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
6	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
7	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
8	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
9	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
10	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
11	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
12	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
13	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
14	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
15	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
16	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้

ข้อที่	ประมาณค่าความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					คะแนนรวม	ค่า IOC	แปลผล
	1	2	3	4	5			
17	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
18	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
19	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
20	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
21	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
22	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
23	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
24	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
25	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
26	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
27	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
28	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
29	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
30	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
31	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
32	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
33	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
34	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
35	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้

ข้อที่	ประมาณค่าความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					คะแนนรวม	ค่า IOC	แปลผล
	1	2	3	4	5			
36	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
37	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
38	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
39	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
40	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้



ตารางที่ 12 ผลการวิเคราะห์ความยากง่าย

ข้อ	ตัวเลือกที่ถูกต้อง	ความยาก (p)	อำนาจจำแนก (r)	การแปลความหมาย	ผ่านเกณฑ์คุณภาพ
1	(2)	0.38	0.25	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกปานกลาง	ผ่าน
2	(1)	0.25	0.5	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน
3	(3)	0.25	0.5	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน
4	(3)	0.63	0.25	ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกปานกลาง	ผ่าน
5	(4)	0.38	0.75	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกสูง	ผ่าน
6	(2)	0.38	0.75	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกสูง	ผ่าน
7	(3)	0.63	0.25	ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกปานกลาง	ผ่าน
8	(2)	0.38	0.25	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกปานกลาง	ผ่าน
9	(1)	0.25	0.5	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน
10	(3)	0.25	0.5	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน
11	(4)	0.5	1	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกสูง	ผ่าน
12	(2)	0.5	0.5	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน
13	(2)	0.38	0.75	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกสูง	ผ่าน
14	(3)	0.63	0.75	ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกสูง	ผ่าน
15	(4)	0.5	0.5	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน
16	(1)	0.25	0.5	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน
17	(4)	0.38	0.75	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกสูง	ผ่าน
18	(3)	0.38	0.25	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกปานกลาง	ผ่าน
19	(3)	0.5	0.5	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน
20	(3)	0.5	1	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกสูง	ผ่าน
21	(4)	0.38	0.75	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกสูง	ผ่าน

ข้อ	ตัวเลือกที่ถูกต้อง	ความยาก (p)	อำนาจจำแนก (r)	การแปลความหมาย	ผ่านเกณฑ์คุณภาพ
22	(4)	0.5	0.5	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน
23	(1)	0.38	0.75	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกสูง	ผ่าน
24	(2)	0.38	0.75	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกสูง	ผ่าน
25	(1)	0.5	0	ยากปานกลาง ไม่มีอำนาจจำแนก	ไม่ผ่าน
26	(4)	0.38	0.25	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกปานกลาง	ผ่าน
27	(2)	0.5	0	ยากปานกลาง ไม่มีอำนาจจำแนก	ไม่ผ่าน
28	(1)	0.5	0.5	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน
29	(2)	0.5	0.5	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน
30	(2)	0.25	0.5	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน
31	(1)	0.25	0	ค่อนข้างยาก ไม่มีอำนาจจำแนก	ไม่ผ่าน
32	(2)	0.25	0	ค่อนข้างยาก ไม่มีอำนาจจำแนก	ไม่ผ่าน
33	(3)	0.25	0.5	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน
34	(4)	0.13	0.25	ยาก อำนาจจำแนกปานกลาง	ไม่ผ่าน
35	(3)	0.25	0	ค่อนข้างยาก ไม่มีอำนาจจำแนก	ไม่ผ่าน
36	(2)	0.5	0.5	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง	ผ่าน
37	(4)	0.13	-0.25	ยาก อำนาจจำแนกใช้ไม่ได้	ไม่ผ่าน
38	(3)	0.13	0.25	ยาก อำนาจจำแนกปานกลาง	ไม่ผ่าน
39	(2)	0	0	ยากมาก ไม่มีอำนาจจำแนก	ไม่ผ่าน
40	(4)	0.5	0	ยากปานกลาง ไม่มีอำนาจจำแนก	ไม่ผ่าน

ตารางที่ 13 การหาค่าประสิทธิผล

คนที่	คะแนนก่อนเรียน	คะแนนหลังเรียน
1	10	25
2	14	30
3	14	24
4	13	23
5	15	30
6	12	30
7	12	26
8	10	28
9	12	25
10	12	25
11	14	24
12	15	31
13	13	28
14	12	29
15	14	29
16	10	24
17	12	24
18	10	25
19	13	27
20	10	27
21	14	30
รวม	261	564
ร้อยละของผลรวม	31.07	67.14
ค่าเฉลี่ย	12.43	26.86

การหาค่าประสิทธิผล สามารถหาได้ ดังนี้ (เผชิญ กิจระการ, 2546 หน้า 1- 6)

$$\begin{aligned} \text{ดัชนีประสิทธิผล} &= \frac{\text{ร้อยละของผลรวมของคะแนนหลังเรียน} - \text{ร้อยละของผลรวมของคะแนนก่อนเรียน}}{100 - \text{ร้อยละของผลรวมของคะแนนก่อนเรียนทุกคน}} \\ \text{ดัชนีประสิทธิผล} &= \frac{67.14 - 31.07}{100 - 31.07} \\ \text{ดัชนีประสิทธิผล} &= \frac{36.07}{68.93} \\ \text{ดัชนีประสิทธิผล} &= 0.52 \end{aligned}$$

ตารางที่ 14 ผลการวิเคราะห์ความสอดคล้อง IOC ของแบบวัดความพึงพอใจจากผู้เชี่ยวชาญ

ข้อที่	ประมาณค่าความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					คะแนนรวม	ค่า IOC	แปลผล
	1	2	3	4	5			
1	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
2	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
3	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
4	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
5	1	1	1	1	-1	3	0.6	ใช้ได้
6	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
7	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
8	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
9	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
10	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้

ตารางที่ 15 ผลคะแนนการทดสอบก่อน - หลังเรียน

ลำดับ	คะแนนก่อนเรียน	คะแนนหลังเรียน
1	6	12
2	4	13
3	9	13
4	7	14
5	8	8
6	7	11
7	6	12
8	7	13
9	6	15
ค่าเฉลี่ย	6.67	1.41
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	12.33	2.00

ภาคผนวก ง เอกสารขอความอนุเคราะห์ผู้เชี่ยวชาญ



ที่ อว.๐๖๐๓.๐๒/ว ๓๕๑๔

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร
อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก ๖๕๐๐๐

๒๙ พฤศจิกายน ๒๕๖๕

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ตรวจแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการค้นคว้าอิสระ

เรียน คุณเวดี เพ็ญศรี

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. โครงร่างการค้นคว้าอิสระ จำนวน ๑ ฉบับ

๒. เครื่องมือที่ใช้ในการค้นคว้าอิสระ จำนวน ๑ ฉบับ

ด้วย นายนันทพงศ์ พุ่มศิริ รหัสประจำตัว ๖๔๐๙๐๖๖๓ นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาวิจัยและประเมินทางการศึกษา สังกัดบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร ได้ทำการค้นคว้าอิสระ เรื่อง "การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับแนวคิดการแก้โจทย์ปัญหาของโรจาร์ เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โมเมนต์และกาเรชัน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔" เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต โดยมี ดร.ณัฐกานต์ ประจันบาน เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระ

ในการค้นคว้าอิสระเกี่ยวกับเรื่องนี้ บัณฑิตวิทยาลัย พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้ที่มีความรู้ความเชี่ยวชาญในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการค้นคว้าอิสระ ดังแนบมาพร้อมนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.อนามัย นาคุดม)
รองคณบดีฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร

๑. งานวิชาการ บัณฑิตวิทยาลัย

โทร. ๐-๕๕๕๖-๘๘๒๗

โทรสาร ๐-๕๕๕๖-๘๘๒๖

๒. นายนันทพงศ์ พุ่มศิริ

โทร. ๐๙-๑๓๕๑-๑๘๓๔



ที่ อว.๐๖๐๓.๐๒/ว ๓๕๑๔

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร
อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก ๖๕๐๐๐

๒๙ พฤศจิกายน ๒๕๖๕

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ตรวจแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการค้นคว้าอิสระ

เรียน คุณอภิชาติ ตังวงน

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. โครงการการค้นคว้าอิสระ จำนวน ๑ ฉบับ

๒. เครื่องมือที่ใช้ในการค้นคว้าอิสระ จำนวน ๑ ฉบับ

ด้วย **นายภัทรพงศ์ พุ่มศิริ** รหัสประจำตัว **๖๔๐๙๐๖๖๓** นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาวิจัยและประเมินทางการศึกษา สังกัดบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร ได้ทำการค้นคว้าอิสระ เรื่อง "การพัฒนาแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับแนวคิดการแก้ปัญหาของโรเจอร์ เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โมเมนต์และการชน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔" เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต โดยมี **ดร.ณัฐกานต์ ประจันบาน** เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระ

ในการค้นคว้าอิสระเกี่ยวกับเรื่องนี้ บัณฑิตวิทยาลัย พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้ที่มีความรู้ความเชี่ยวชาญในเรื่องนี้เป็นอย่างยิ่ง จึงใคร่ขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการค้นคว้าอิสระ ดังแนบมาพร้อมนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.อนามย์ นาอุดม)
รองคณบดีฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร

๑. งานวิชาการ บัณฑิตวิทยาลัย

โทร. ๐-๕๕๕๖-๘๘๒๗

โทรสาร ๐-๕๕๕๖-๘๘๒๖

๒. นายภัทรพงศ์ พุ่มศิริ

โทร. ๐๙-๑๑๕๑-๑๘๑๙



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ บัณฑิตวิทยาลัย งานวิชาการ โทร. ๘๘๒๗

ที่ อว.๐๖๐๓.๐๒/ว ๓๕๓๔

วันที่ ๒๙ พฤศจิกายน ๒๕๖๕

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ตรวจแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการค้นคว้าอิสระ

เรียน ดร.สุรียา ขาปุ

ด้วย นายภัทรพงศ์ พุมศิริ รหัสประจำตัว ๖๔๐๙๐๖๖๓ นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาวิจัยและประเมินทางการศึกษา สังกัดบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร ได้ทำการค้นคว้าอิสระ เรื่อง "การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับแนวคิดการแก้โจทย์ปัญหาของโรเจอร์ เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โมเมนต์และการชน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔" เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต โดยมี ดร.ณัฐกานต์ ประจันบาน เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระ

ในการค้นคว้าอิสระเกี่ยวกับเรื่องนี้ บัณฑิตวิทยาลัย พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้ที่มีความรู้ความเชี่ยวชาญในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการค้นคว้าอิสระ ดังแนบมาพร้อมนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์

(รองศาสตราจารย์ ดร.อนามัย นาอุตม)
รองคณบดีฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ บัณฑิตวิทยาลัย งานวิชาการ โทร. ๘๘๒๗

ที่ อว.๐๖๐๓.๐๒/ว.๓๕๓๔

วันที่ ๒๙ พฤศจิกายน ๒๕๖๕

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ตรวจแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการค้นคว้าอิสระ

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ธนาวุธ เชื้อเจริญ

ด้วย นายนันทพงศ์ พุ่มศิริ รหัสประจำตัว ๖๔๐๙๐๖๖๓ นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาวิจัยและประเมินทางการศึกษา สังกัดบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร ได้ทำการค้นคว้าอิสระ เรื่อง "การพัฒนาแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับแนวคิดการแก้โจทย์ปัญหาของโรเจอร์ เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โมเมนต์และการชน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔" เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต โดยมี ดร.ณัฐกานต์ ประจันบาน เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระ

ในการค้นคว้าอิสระเกี่ยวกับเรื่องนี้ บัณฑิตวิทยาลัย พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้ที่มีความรู้ความเชี่ยวชาญในเรื่องนี้เป็นอย่างยิ่ง จึงใคร่ขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการค้นคว้าอิสระ ดังแนบมาพร้อมนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์

(รองศาสตราจารย์ ดร.อนามัย นาอุตม)
รองคณบดีฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ บัณฑิตวิทยาลัย งานวิชาการ โทร. ๘๘๖๗

ที่ อว ๐๖๐๓.๐๒/ว ๓๕๓๔

วันที่ ๒๙ พฤศจิกายน ๒๕๖๕

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ตรวจแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการค้นคว้าอิสระ

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชำนาญ ปาณวงษ์

ด้วย นายภัทรพงศ์ พุ่มศิริ รหัสประจำตัว ๖๔๐๙๐๖๖๓ นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาวิจัยและประเมินทางการศึกษา สังกัดบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร ได้ทำการค้นคว้าอิสระ เรื่อง "การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับแนวคิดการแก้โจทย์ปัญหาของโรเจอร์ เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โมเมนต์และการชน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔" เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต โดยมี ดร.ณัฐกานต์ ประจันบาน เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระ

ในการค้นคว้าอิสระเกี่ยวกับเรื่องนี้ บัณฑิตวิทยาลัย พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้ที่มีความรู้ความเชี่ยวชาญในเรื่องนี้เป็นอย่างยิ่ง จึงใคร่ขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการค้นคว้าอิสระ ดังแนบมาพร้อมนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์

(รองศาสตราจารย์ ดร.อนามัย นาคุตม)
รองคณบดีฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ภาคผนวก จ เอกสารขอความอนุเคราะห์เก็บข้อมูลเพื่อการศึกษาค้นคว้าอิสระ



ที่ อว.๐๖๐๓.๐๒/๓๕๑๕

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร
อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก ๖๕๐๐๐

๒๙ พฤศจิกายน ๒๕๖๕

เรื่อง ขออนุญาตเก็บข้อมูลเพื่อการศึกษาค้นคว้าอิสระ

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนเมธีพิทยา

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล จำนวน.....ฉบับ

ด้วย นายนัทพงศ์ พุ่มศิริ รหัสประจำตัว ๖๔๐๙๐๖๖๓ นิสิตปริญญาโท สาขาวิชา
วิจัยและประเมินทางการศึกษา สังกัดบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร ได้ทำการค้นคว้าอิสระ เรื่อง
"การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับแนวคิดการแก้ปัญหา
ของโรเจอร์ เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โมเมนต์และการชน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ ๔" เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต โดยมี ดร.ณัฐกานต์
ประจันบาน เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระ

ในการศึกษาค้นคว้าอิสระเรื่องนี้ จำเป็นต้องเก็บข้อมูลจากหน่วยงานของท่าน บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยนเรศวร จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่าน โปรดอนุญาตให้นิสิตดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล
ในการศึกษาค้นคว้าอิสระซึ่งจะเป็นประโยชน์ทางวิชาการต่อไป บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร
หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.อนามัย นาอุดม)
รองคณบดีฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร

๑. งานวิชาการ บัณฑิตวิทยาลัย

โทร. ๐-๕๕๙๖-๘๘๒๗

โทรสาร ๐-๕๕๙๖-๘๘๒๖

๒. นายนัทพงศ์ พุ่มศิริ

โทร. ๐๙-๑๓๕๑-๑๘๑๙

ที่ ศธ.๐๔๓๒๒.๐๔/๒๓๙



โรงเรียนเมธีพิทยา
๙/๒ หมู่ ๗ ตำบลท่าพ้อ อำเภอเมือง
จังหวัดพิจิตร ๖๖๐๐๐

๙ ธันวาคม ๒๕๖๕

เรื่อง ตอบรับการเก็บข้อมูลเพื่อการศึกษาค้นคว้าอิสระ

เรียน คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร

อ้างถึง หนังสือบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร ที่ อว.๐๖๐๓.๐๒/๓๕๑๕
ลงวันที่ ๒๙ พฤศจิกายน ๒๕๖๕

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑.แบบประเมินฯ

จำนวน ๑ ชุด

ตามที่ อ้างถึงหนังสือบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร ได้ให้นายนันทพงศ์ พุ่มศิริโร รหัสประจำตัว ๖๔๐๙๐๖๖๓ นิสิตปริญญาโท ได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลในการศึกษาค้นคว้าอิสระ เรื่อง การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ๕Es ร่วมกับแนวคิดการแก้โจทย์ปัญหาของโรจาร์ เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โมเมนตัมและการชน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔ นั้น

บัดนี้ โรงเรียนเมธีพิทยา ได้ดำเนินการตอบแบบประเมินดังกล่าวข้างต้นเรียบร้อยแล้ว รายละเอียดดังแนบหนังสือฉบับนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

ขอแสดงความนับถือ

(นายปัญญา โสตนานา)
ผู้อำนวยการโรงเรียนเมธีพิทยา

โรงเรียนเมธีพิทยา
โทร. ๐๘๒-๘๘๔๒๘๙๘