

ผลการใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5E ที่เสริมกิจกรรม 4S เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์
ปัญหาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนรู้ไม่เน้นวิทยาศาสตร์



ปริญญานิพนธ์
ของ
พัชณี แสงประสิทธิ์

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา

สิงหาคม 2558

ผลการใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5E ที่เสริมกิจกรรม 4S เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์
ปัญหาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนไม่เน้นวิทยาศาสตร์



ปริญญานิพนธ์
ของ
พัชณี แสงประสิทธิ์

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา

สิงหาคม 2558

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ผลการใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5E ที่เสริมกิจกรรม 4S เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์
ปัญหาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนไม่เน้นวิทยาศาสตร์



บทคัดย่อ
ของ
พัชนี แสงประสิทธิ์

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา

สิงหาคม 2558

พัชนี แสงประสิทธิ์. (2558). ผลการใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5E ที่เสริมกิจกรรม 4S เพื่อพัฒนา
ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
แผนการเรียนไม่เน้นวิทยาศาสตร์. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา).
กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
อาจารย์ที่ปรึกษาปรินญานิพนธ์: อาจารย์ ดร.ธีรพงษ์ แสงประดิษฐ์

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อ 1) เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์
โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5E ที่เสริมกิจกรรม 4S ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 5 แผนการเรียนไม่เน้นวิทยาศาสตร์ 2) เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้การจัดการ
เรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5E ที่เสริมกิจกรรม 4S ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการ
เรียนไม่เน้นวิทยาศาสตร์ การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง มีแบบแผนการวิจัยที่มีกลุ่ม
ควบคุมและทดสอบก่อนและหลังทดลอง (Pretest – Posttest control group design) กลุ่มตัวอย่าง
เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนไม่เน้นวิทยาศาสตร์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา
2557 โรงเรียนศรีอยุธยา ในพระอุปถัมภ์ฯ กรุงเทพมหานคร จำนวน 2 ห้องเรียน ซึ่งได้โดยการสุ่ม
อย่างง่าย (Simple Random Sampling) กลุ่มทดลองเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียน
ไม่เน้นวิทยาศาสตร์ จำนวน 1 ห้องเรียน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5E ที่เสริม
กิจกรรม 4S กลุ่มควบคุมเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนไม่เน้นวิทยาศาสตร์ จำนวน
1 ห้องเรียน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักร การเรียนรู้ 5E เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5E ที่เสริมกิจกรรม 4S แบบทดสอบวัด
ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่แนวตรง และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียน เรื่องการเคลื่อนที่แนวตรง การวิเคราะห์ข้อมูลใช้ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และ
การทดสอบค่าที (t – test for independent samples ,t – test for dependent samples และ
t – test for one sample)

ผลการวิจัยพบว่า

1. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5E ที่เสริมกิจกรรม 4S มี
คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่แนวตรง หลังเรียนสูงกว่า
ก่อนเรียน และสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01
2. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5E ที่เสริมกิจกรรม 4S มี
คะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการเคลื่อนที่แนวตรง หลังเรียนสูง
กว่าก่อนเรียน และสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01
3. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5E ที่เสริมกิจกรรม 4S มี
คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่แนวตรง หลังเรียนผ่าน
เกณฑ์มากกว่าร้อยละ 50

4. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5E ที่เสริมกิจกรรม 4S มีคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบวัดสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการเคลื่อนที่แนวตรง หลังเรียนผ่านเกณฑ์มากกว่าร้อยละ 50



THE EFFECTS OF IMPLEMENTING 5E LEARNING CYCLE WITH 4S
ACTIVITIES TO ENHANCE PHYSICS PROBLEM SOLVING ABILITY
OF 11th GRADE NON – SCIENCE STUDENTS



AN ABSTRACT
BY
PATCHANEE SANGPRASIT

Presented in Partial Fulfillment of the Requirement for the
Master of Education Degree in Science Education
At Srinakharinwirot University
August 2015

Patchanee Sangprasit. (2015). *The Effects of Implementing 5E Learning Cycle with 4S Activities to Enhance Physics Problem Solving Ability of 11th Grade Non – Science Students*. Dissertation, M.Ed. (Science Education).
Bangkok: Graduate school, Srinakharinwirot University. Advisor :
Dr.Theerapong Sangpradit.

This study aimed to 1) develop the Physics problem solving ability of 11th grade non-science students by using 5E learning cycle with 4S activities. 2) develop learning achievement of 11th grade non-science students by using 5E learning cycle with 4S activities. The research was an experimental research. The research design was pre-test and post-test control group design. The samples were 2 classrooms of the 11th grade non-science students. The samples were selected by simple random sampling. The experimental group was 1 classroom of the 11th grade non-science students by using 5E learning cycle with 4S activities, and control group was 1 classroom of the 11th grade non-science students by using 5E learning cycle, studying during in the second semester in academic year 2014, Sri Ayudhya School under the Royal Patronage of H.R.H. Princess Bejaratanarajsuda, Ratchatewi district, Bangkok. The research instruments used in the study were 1) the lesson plans by using 5E learning cycle with 4S activities. 2) 15-item Physics problem solving ability test on the topic of one-dimensional motion. and 3) 30 - item learning achievement test on the topic of one-dimensional motion. The statistical method used to analyze data were mean , standard deviation and the hypothesis testing by using t-test.

The research results found that :

1. The students who learned by using 5E learning cycle with 4S activities had the post –test average score of the Physics problem solving ability higher than pre-test and higher than the control group at the 0.01 statistical significance.
2. The students who learned by using 5E learning cycle with 4S activities had the post –test average score of the learning achievement higher than pre-test and higher than the control group at the 0.01 statistical significance.
3. The students who learned by using 5E learning cycle with 4S activities had the post –test average score of the Physics problem solving ability passed more than 50% criteria.

4. The students who learned by using 5E learning cycle with 4S activities had the post –test average score of the learning achievement passed more than 50% criteria.



ปริญญานิพนธ์
เรื่อง
ผลการใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5E ที่เสริมกิจกรรม 4S
เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
แผนการเรียนไม่เน้นวิทยาศาสตร์
ของ
พชณี แสงประสิทธิ์

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร. สมชาย สันติวัฒนกุล)
วันที่.....เดือน.....พ.ศ. 2558

อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ คณะกรรมการสอบปากเปล่า

.....ที่ปรึกษาประธาน
(อาจารย์ ดร.ธีรพงษ์ แสงประดิษฐ์) (ดร.ประมวล ศิริพันธ์แก้ว)

.....กรรมการ
(อาจารย์ ดร.ธีรพงษ์ แสงประดิษฐ์)

.....กรรมการ
(อาจารย์ ดร.กมลวรรณ กันยาประสิทธิ์)

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีด้วยความกรุณาอย่างยิ่งจาก อาจารย์ ดร.ธีรพงษ์ แสงประดิษฐ์ อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ ที่ได้ให้คำแนะนำ ข้อเสนอแนะ ตลอดจนปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ด้วยความเมตตา รวมทั้งให้กำลังใจ อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการทำวิจัยตลอดมา ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

กราบขอบพระคุณ ดร.ประมวล ศิริพันธ์แก้ว และอาจารย์ ดร.กมลวรรณ กันยาประสิทธิ์ ที่เสียสละเวลาอันมีค่า กรุณาเป็นกรรมการสอบปากเปล่า และให้คำแนะนำเพิ่มเติมเพื่อให้ปริญญานิพนธ์มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอกราบพระคุณผู้เชี่ยวชาญทุกท่านที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ในการตรวจเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย และให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ต่อการวิจัยในครั้งนี้

กราบขอบพระคุณผู้บริหาร คณะครูโรงเรียนศรีอยุธยา ในพระอุปถัมภ์ฯ ที่ให้การสนับสนุนและเป็นกำลังใจให้เป็นอย่างดี และขอขอบใจนักเรียนแผนการเรียนไม่เน้นวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/9 ปีการศึกษา 2557 ของโรงเรียนศรีอยุธยา ในพระอุปถัมภ์ฯ ที่ให้ความร่วมมือตลอดช่วงเวลาที่ดำเนินการวิจัยเป็นอย่างดี

ขอกราบพระคุณคณาจารย์ และเจ้าหน้าที่ศูนย์วิทยาศาสตร์ศึกษาทุกท่าน ที่ให้กำลังใจ และให้ความช่วยเหลือมาโดยตลอด

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา พี่น้อง ทุกคนในครอบครัว และขอขอบคุณทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือ สนับสนุน ให้กำลังใจ แก่ผู้วิจัยโดยมาตลอดอย่างสม่ำเสมอ คุณค่าและประโยชน์อันเกิดจากปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ขอมอบเป็นเครื่องบูชาแต่บิดา มารดา ครู-อาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่าน

พัชนี แสงประสิทธิ์

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ.....	1
ภูมิหลัง.....	1
คำถามวิจัย.....	6
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	6
ความสำคัญของการวิจัย.....	6
ขอบเขตของการวิจัย.....	6
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	7
กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	9
กรอบแนวคิดในการศึกษา.....	10
สมมติฐานการวิจัย.....	11
 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	 12
แนวคิดตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง.....	13
ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง.....	13
แนวทางการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง.....	13
รูปแบบการเรียนการสอนตามแนววัฏจักรการเรียนรู้.....	15
ความหมายของวัฏจักรการเรียนรู้.....	16
รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้.....	16
หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551.....	23
พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542	
(แก้ไขเพิ่มเติม พ.ศ. 2553)	23
ความสำคัญของวิทยาศาสตร์.....	24
หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน กลุ่มสาระการเรียนรู้	
วิทยาศาสตร์.....	24
ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง.....	27
แนวคิดเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	29
ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์.....	29
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	30

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
2 (ต่อ)	
ลักษณะของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	32
การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	33
การวัดและการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์.....	35
แนวคิดเกี่ยวกับการแก้ปัญหา.....	36
ความหมายของปัญหา.....	36
การแก้ปัญหา.....	37
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา.....	38
ความสามารถในการแก้ปัญหา.....	42
การสอนโดยใช้รูปแบบ SSCS.....	44
ความเป็นมาของการสอนโดยใช้รูปแบบ SSCS.....	44
การสอนแก้ปัญหาโดยใช้รูปแบบ SSCS.....	48
ขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์.....	49
ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์.....	62
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า.....	71
งานวิจัยเกี่ยวกับการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้.....	71
งานวิจัยเกี่ยวกับรูปแบบการสอนแก้ปัญหา.....	73
3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	77
การกำหนดประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง.....	77
แบบแผนการวิจัย.....	78
การศึกษาข้อมูลพื้นฐาน.....	78
ศึกษาเอกสารและงานวิจัย.....	78
การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	80
แผนการจัดการเรียนรู้.....	80
แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์.....	83
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	85

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
3 (ต่อ)	
การทดลองใช้รูปแบบการสอน.....	87
การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	87
การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	88
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	88
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	89
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	92
การทดสอบการเท่าเทียมกันของกลุ่มตัวอย่างและกลุ่มควบคุม.....	92
ผลการทดลองใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5E ที่เสริมกิจกรรม 4S.....	93
5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	102
สรุปผลการวิจัย.....	104
อภิปรายผลการวิจัย.....	105
ข้อเสนอแนะ.....	112
บรรณานุกรม.....	114
ภาคผนวก.....	125
ภาคผนวก ก รายนามผู้เชี่ยวชาญในการสร้างเครื่องมือวิจัย.....	126
ภาคผนวก ข ตัวอย่างเครื่องมือ.....	128
ภาคผนวก ค ผลการประเมินคุณภาพของเครื่องมือ.....	162
ภาคผนวก ง ภาพกิจกรรมของนักเรียนและตัวอย่างผลงาน.....	174
ประวัติย่อผู้วิจัย.....	182

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 แสดงตัวชีวิตและสาระการเรียนรู้แกนกลาง.....	28
2 ความสัมพันธ์ของการสอนการแก้ปัญหาระหว่างรูปแบบ SSCS รูปแบบ IDEAL และรูปแบบ CPS.....	48
3 การเปรียบเทียบและสรุปขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ ตามแนวคิดของนักฟิสิกส์ศึกษา.....	55
4 แสดงการเปรียบเทียบขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ตามแนวคิด ของนักฟิสิกส์ศึกษา การสอนแก้ปัญหาโดยใช้รูปแบบSSCS และกิจกรรม 4S..	58
5 แบบแผนการทดลอง.....	78
6 มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชีวิต สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่.....	80
7 บทเรียนและหัวข้อการเรียนรู้ที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอน.....	81
8 แผนการดำเนินการจัดการเรียนรู้ หัวข้อการเรียนรู้ และเวลาที่ใช้.....	81
9 คะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา ฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่แนวตรง ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม.....	92
10 คะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการ เคลื่อนที่แนวตรง ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม.....	93
11 คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่แนว ตรง จำแนกตามหัวข้อการเรียนรู้ ก่อนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง.....	94
12 คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการเคลื่อนที่แนวตรง จำแนกตาม หัวข้อการเรียนรู้ ก่อนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง.....	95
13 คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่แนว ตรง หลังเรียนจำแนกตามหัวข้อการเรียนรู้ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม..	96
14 คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการเคลื่อนที่แนวตรง หลังเรียน จำแนกตามหัวข้อการเรียนรู้ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม.....	98

บัญชีตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
15 คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่แนวตรง จำแนกตามหัวข้อการเรียนรู้หลังเรียนผ่านเกณฑ์มากกว่าร้อยละ 50 ของกลุ่มทดลอง.....	99
16 คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการเคลื่อนที่แนวตรง หลังเรียน จำแนกตามหัวข้อการเรียนรู้ผ่านเกณฑ์มากกว่าร้อยละ 50 ของกลุ่มทดลอง..	100
17 ผลการประเมินความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้โดยผู้เชี่ยวชาญ.....	163
18 แสดงการประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่แนวตรง.....	167
19 แสดงการประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากผู้เชี่ยวชาญ.....	172

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 แสดงกรอบแนวคิดในการวิจัย.....	11
2 แสดงกรอบแนวคิดในการศึกษา.....	12
3 ลำดับขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์โดยใช้กิจกรรม 4S.....	59
4 การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5E ที่เสริมกิจกรรม 4S.....	62



บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

การพัฒนาประเทศอย่างยั่งยืนและมีคุณภาพ จะต้องให้ความสำคัญกับการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ เพื่อพร้อมรับการเปลี่ยนแปลงของโลกในยุคศตวรรษที่ 21 ซึ่งส่งผลให้แต่ละประเทศต้องเร่งพัฒนาศักยภาพ เพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขัน และปรับตัวให้เท่าทันต่อสถานการณ์ที่พร้อมจะเกิดขึ้นในทุกด้าน (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. 2557: 28) รวมถึงประเทศไทยที่มีนโยบายในการพัฒนาศักยภาพในการแข่งขัน ตามแผนพัฒนาเศรษฐกิจ และสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 11 (พ.ศ.2555 - 2559) ซึ่งได้มีการกำหนดประเด็นในการพัฒนาคน เพื่อเสริมสร้างทุนทางปัญญาอย่างยั่งยืน มุ่งเน้นในการพัฒนาคนให้มีคุณภาพ เพื่อนำไปสู่การพัฒนาประเทศ โดยมีการศึกษาเป็นเครื่องมือสำคัญในการขับเคลื่อน ให้ได้คนที่มีคุณภาพและมีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ สามารถดำรงชีวิตอยู่ในสังคมอย่างเป็นสุข ทันทต่อการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นตาม ยุคสมัย (สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ.2554: 15) โดยแนวโน้มของสังคมโลกในยุคศตวรรษที่ 21 เป็นที่ยอมรับว่าวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เป็นวัฒนธรรมใหม่ของสังคม และเป็นเครื่องมือที่สำคัญในการแข่งขันทางเศรษฐกิจและการพัฒนาประเทศ ดังจะเห็นได้จากกลุ่มประเทศผู้นำทางด้านเศรษฐกิจ มีการกำหนดวิสัยทัศน์และรณรงค์ให้ประชาชนได้รับการพัฒนา ให้มีความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (Scientific and Technological Literacy) โดยแสดงให้เห็นถึงพันธกิจในด้านนี้อย่างชัดเจน (สมาน เอกพิมพ์. 2549: 45) จึงเป็นเหตุผลที่มีความจำเป็นต้องให้ความสำคัญกับวิทยาศาสตร์ เพราะความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เป็นผลมาจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ช่วยให้เกิดองค์ความรู้และความเข้าใจในปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ วิทยาศาสตร์ทำให้คนได้พัฒนาวิธีคิด อาทิเช่น ความเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดแก้ปัญหา มีทักษะในการสืบค้นหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ วิทยาศาสตร์จึงเป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ ซึ่งเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ (Knowledge –based Society) ดังนั้นทุกคนจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ (Scientific literacy for all) สามารถนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุมีผล สร้างสรรค์และมีคุณธรรม (สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา. 2551: 3) อีกทั้งนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ไปใช้ประโยชน์อย่างชาญฉลาด เพื่อชีวิตและสังคมที่มีคุณภาพในโลกอนาคต โดยการพัฒนาคนให้มีความสามารถในการแสวงหาความรู้ เตรียมพร้อมที่จะเผชิญอนาคตด้วยการแสดงออกถึงความคิดใหม่ๆ (สิปปนนท์ เกตุทัต. 2539: 33) แสดงให้เห็นว่าการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เป็นการเรียนรู้ตลอดชีวิต เนื่องจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา

ในการจัดการศึกษาตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 มาตรา 22 ได้ระบุแนวทางในการจัดการศึกษาไว้ว่า ต้องยึดหลักว่าผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ และถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด กระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มศักยภาพ อีกทั้งมาตรา 24 ระบุว่ากระบวนการจัดการเรียนรู้ควรจัดเนื้อหาสาระ และกิจกรรมให้สอดคล้องกับความสนใจและความถนัดของผู้เรียนโดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล ฝึกทักษะ กระบวนการคิด การจัดการให้ผู้เรียนเรียนรู้จากประสบการณ์จริง (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. 2542: 12-14) ซึ่งสอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ที่มีจุดประสงค์ที่จะพัฒนาคุณภาพของผู้เรียนให้เป็นคนดี มีปัญญา มีคุณภาพชีวิตที่ดี มีความสามารถในการแข่งขัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเพิ่มศักยภาพของผู้เรียนให้สูงขึ้น สามารถดำรงชีวิตอย่างมีความสุขได้ บนพื้นฐานของความเป็นไทยและสากล รวมทั้งมีความสามารถในการประกอบอาชีพหรือศึกษาต่อตามความถนัดและความสามารถของแต่ละบุคคล ดังนั้นเป้าหมายของหลักสูตรที่มุ่งพัฒนาคุณภาพของผู้เรียน โดยให้ความสำคัญกับผู้เรียน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนจึงต้องคำนึงถึงกระบวนการเรียนรู้ และช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ ไม่ใช่เป็นเพียงการถ่ายทอดความรู้เท่านั้น (ทศนา เขมมณี. 2552: 119)

จากการศึกษาผลการทดสอบของการศึกษาระดับชาติ (O-NET) พบว่าวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับประเทศ มีคะแนนต่ำกว่ามาตรฐานในทุกช่วงชั้น โดยผลคะแนนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2556 ในระดับประเทศ มีค่าเฉลี่ย 30.48 จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน(งานวัดผลและประเมินผล. 2557: 7) และในฐานะที่ผู้วิจัยเป็นครูปฏิบัติการสอนที่โรงเรียนศรีอยุธยา ในพระอุปถัมภ์ฯ เป็นระยะเวลานาน พบว่าทางโรงเรียนก็ประสบปัญหาดังกล่าวเช่นเดียวกัน กล่าวคือผลการทดสอบของการศึกษาระดับชาติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ตั้งแต่ปีการศึกษา 2553 - 2556 มีค่าเฉลี่ยของคะแนนวิชาวิทยาศาสตร์ คือ 35.45 ,31.18, 37.35 และ 33.57 ตามลำดับ และยังพบว่าคะแนนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2556 ของสาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่ มีคะแนนเฉลี่ยต่ำสุดใน 8 สาระ คือ 23.99 (งานวัดผลและประเมินผล. 2557: 5) และผลจากการประเมินภายนอกจากสำนักรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา(องค์การมหาชน) รอบที่ 3 ของโรงเรียนศรีอยุธยา ในพระอุปถัมภ์ฯ พบว่าผลการประเมินในมาตรฐานที่ 5 ผู้เรียนมีความรู้และทักษะที่จำเป็นตามหลักสูตร คณะกรรมการมีข้อเสนอแนะให้ทางโรงเรียนปรับปรุงตนเองในมาตรฐานนี้ โดยแนะนำให้มีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่สามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน อีกทั้งควรจัดให้มีโครงการพัฒนาผู้เรียนที่มีผลการเรียนระดับปานกลางให้พัฒนาไปสู่ผลการเรียนในระดับที่สูงขึ้น (งานประกันคุณภาพการศึกษา. 2554: 18)โรงเรียนศรีอยุธยา ในพระอุปถัมภ์ฯ จึงได้มีการกำหนดนโยบายของโรงเรียนในการยกระดับผลสัมฤทธิ์ทุกรายวิชา ให้มีระดับผลการเรียน 3.0 หรือมีคะแนนร้อยละ 70 ขึ้นไป สำหรับการจัดการเรียนการสอนรายวิชา ฟิสิกส์ ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนไม่เน้นวิทยาศาสตร์ มี 2 รายวิชาคือ รายวิชา ฟิสิกส์พื้นฐาน และรายวิชาพลังงานและการเคลื่อนที่ โดยจัดให้นักเรียนได้เรียนในภาคเรียนที่ 1 และ 2 ตามลำดับ พบว่าผลสัมฤทธิ์รายวิชาฟิสิกส์ ปีการศึกษา 2555 - 2556 ภาคเรียนที่ 1 และภาคเรียนที่ 2

นักเรียนมีระดับผลการเรียนเฉลี่ย 3.0 และ 2.5 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่ารายวิชาพลังงานและการเคลื่อนที่ไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่โรงเรียนกำหนด (กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์. 2556) และเมื่อพิจารณาจำนวนนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2556 มีจำนวน 10 ห้องเรียน แบ่งเป็นแผนการเรียนวิทยาศาสตร์ จำนวน 3 ห้องเรียน 143 คน คิดเป็น 30.69 % และแผนการเรียนไม่เน้นวิทยาศาสตร์ 7 ห้องเรียน 323 คน คิดเป็น 69.31% จะเห็นได้ว่านักเรียนแผนการเรียนไม่เน้นวิทยาศาสตร์ เป็นนักเรียนส่วนใหญ่ของระดับชั้น ดังนั้นการแก้ปัญหาในการยกระดับผลสัมฤทธิ์ทุกรายวิชาให้อยู่ในเกณฑ์ที่โรงเรียนกำหนด ซึ่งถือเป็นภาระหน้าที่ของครูผู้สอน ที่จะต้องศึกษาหาแนวทางในการแก้ปัญหาเพื่อพัฒนานักเรียนกลุ่มนี้

ในการพัฒนาผู้เรียน นอกเหนือจากปัจจัยทางด้านพฤติกรรมในการเรียนของผู้เรียนแล้ว การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพ และประสิทธิผล ถือว่ามีความสำคัญอย่างยิ่ง เพราะรูปแบบของกิจกรรมในการจัดการเรียนการสอนเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน และพบว่าแนวทางในการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ เป็นวิธีหนึ่งของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Method) ที่มีแนวคิดจากทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) ที่เชื่อว่าการเรียนรู้เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นภายในตัวของผู้เรียน ผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้จากความสัมพันธ์ ระหว่างสิ่งที่พบเห็นกับความเข้าใจที่มีอยู่เดิม (พิมพันธ์ เดชะคุปต์. 2544: 44) โดยช่วยให้ครูสามารถจัดการเรียนรู้ได้เป็นลำดับขั้นตอน ส่งเสริมให้นักเรียนใช้วิธีการค้นหาความรู้หรือประสบการณ์ โดยอาศัยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตัวเอง ผูกกระบวนการคิดที่เป็นระบบ โดยมีครูเป็นผู้อำนวยความสะดวก (ประสาธน์ เนื่องเฉลิม.2550: 25) การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5E เป็นรูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ที่ช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ทั้งในด้านเนื้อหาและกระบวนการแสวงหาความรู้ ทำให้นักเรียนเรียนรู้แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เน้นการคิดอย่างมีเหตุผล เกิดแรงจูงใจในการแสวงหาความรู้ ทำให้ความรู้และแนวคิดที่ได้จากการสืบเสาะหาความรู้ของนักเรียนมีความคงทน สามารถนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ (สุทธิดา จำรัส. 2557: 7) และจากงานวิจัยของอรพินท์ ชื่นชอบ (2549: 59); ปิยะฉัตร ชัยมาลา(2550: 54); จิตราวดี ศรีโยธา (2551: 47); และจักริน งานไว (2552: 49) พบว่าการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงขึ้น

ในส่วนของรายวิชาฟิสิกส์ ซึ่งประกอบด้วยส่วนที่เป็นเนื้อหา แนวความคิดหลัก หลักการทางฟิสิกส์ รวมถึงการแก้โจทย์ปัญหา โดยในการแก้โจทย์ปัญหานักเรียนจะต้องมีทั้งความรู้ ความเข้าใจในแนวความคิดหลัก หลักการทางฟิสิกส์ และทักษะในการแก้ปัญหา แต่สภาพการเรียนการสอนรายวิชาฟิสิกส์ในโรงเรียนส่วนใหญ่ ยังคงสอนตามตำราที่เน้นการท่องจำ ทำให้นักเรียนไม่สามารถเข้าใจบทเรียนได้ อีกทั้งครูไม่สามารถออกแบบกิจกรรมการเรียนการสอนที่กระตุ้นให้นักเรียนได้ใช้ความคิดขั้นสูง แต่ครูเป็นศูนย์กลางในการจัดการเรียนการสอน ทำให้นักเรียนขาดความเข้าใจหลักการที่สำคัญทางฟิสิกส์ โดยอัครวิฐ นามะกันคำ (2550: 1) ได้กล่าวถึงการสอนฟิสิกส์ของครูผู้สอนว่ายังมีลักษณะที่ครูเป็นศูนย์กลางเน้นการบอกความรู้ การใช้สมการทาง

คณิตศาสตร์ เพื่อมุ่งเน้นให้จดจำสมการและนำไปใช้ จึงทำให้ผู้เรียนขาดความรู้ความเข้าใจในหลักการทางฟิสิกส์ นอกจากนี้แม็กเดอมอท (McDermott. 1990: 734) ได้กล่าวถึงวิธีการสอนแบบบอกความรู้แก่นักเรียนว่า เป็นวิธีการสอนที่ไม่ได้ผลสำหรับนักเรียนส่วนใหญ่ สอดคล้องกับสุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2545: 123) ที่ว่าการสอนแบบบรรยายเพียงอย่างเดียว ไม่สามารถทำให้ผู้เรียนเข้าใจทฤษฎีปรากฏการณ์ต่างๆ และไม่สามารถแก้โจทย์ปัญหาแบบประยุกต์ได้ นอกจากนี้ในการเรียนรายวิชาฟิสิกส์ผู้เรียนจะต้องอาศัยแนวความคิดหลัก หลักการทางฟิสิกส์ และกระบวนการคิดที่เป็นขั้นตอน จึงจะสามารถแก้โจทย์ปัญหาเพื่อหาคำตอบที่ถูกต้องได้ แสดงให้เห็นว่าในการจัดการเรียนการสอนที่เกี่ยวกับการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ ยังมีข้อบกพร่องและมีปัญหามาก และจากประสบการณ์ในการสอนรายวิชาฟิสิกส์ของผู้วิจัย พบว่าปัญหาของการเรียนรายวิชาฟิสิกส์ ของนักเรียนแผนการเรียนไม่เน้นวิทยาศาสตร์ มีสาเหตุสำคัญ 2 ประการคือ ประการที่หนึ่งนักเรียนไม่สามารถแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ได้ ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนแผนการเรียนไม่เน้นวิทยาศาสตร์ ไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่โรงเรียนกำหนด (ระดับผลการเรียน 3) และประการที่สองคือ นักเรียนไม่ทราบขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหา ปัญหาที่พบคือนักเรียนไม่สามารถเริ่มต้นในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ และควรใช้หลักการฟิสิกส์ในเรื่องใด ธรรมชาติของวิชาฟิสิกส์ เป็นวิชาที่ต้องมีความเข้าใจทั้งในส่วนของแนวความคิดหลัก หลักการทางฟิสิกส์ และทักษะในการแก้โจทย์ปัญหา ส่งผลให้นักเรียนแผนการเรียนไม่เน้นวิทยาศาสตร์มีความเชื่อว่าวิชาฟิสิกส์เป็นวิชาที่ยากมาก และมีทัศนคติที่ไม่ดีต่อวิชาฟิสิกส์ ทำให้นักเรียนขาดความเชื่อมั่นใน การเรียน และเชื่อว่าตนเองไม่มีศักยภาพพอที่จะเรียนรู้ ซึ่งสอดคล้องกับสมศักดิ์ โสภณพิณิจ (2543: 41) ในประเด็นเรื่องความยากในวิชาฟิสิกส์มาจากการแก้โจทย์ปัญหา ที่เป็นการเชื่อมโยงสถานการณ์หรือแสดงปรากฏการณ์ทางฟิสิกส์ การนำนิยาม หลักการ กฎ และทฤษฎีมาใช้ อีกทั้งยังพบว่านักเรียนไม่สามารถเริ่มต้นแก้โจทย์ปัญหาด้วยตนเอง และไม่มีขั้นตอนของการแก้โจทย์ปัญหาที่ถูกต้อง จากปัญหาดังกล่าวส่งผลให้นักเรียนเกิดความท้อแท้ เบื่อหน่าย เมื่อมีการสอบวัดผล ก็จะได้คำตอบโดยไม่มีการคิด ผลที่เกิดขึ้นคือไม่ผ่านเกณฑ์ในการวัดผลระหว่างภาค กลางภาค และปลายภาค ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางเรียนในรายวิชาฟิสิกส์ต่ำกว่าเกณฑ์ที่โรงเรียนกำหนด จากงานวิจัยของศิลปชัย บุรณพานิช (2545: 31); เจนศึก โปธิศาสตร์ (2546: 2); จีระเดช ฟ้าเลิศ (2552: 6); อมรลักษณ์ ฤทธิเดช (2553: 3); และเกริก ศักดิ์สุภาพ (2556: 4) ที่พบว่าปัญหาของการสอนวิชาฟิสิกส์จะเกี่ยวข้องกับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียน ซึ่งส่งผลกระทบโดยตรงต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์มีรูปแบบที่ใช้อยู่หลายรูปแบบ อาทิเช่น รูปแบบการแก้ปัญหของโพลยา (Polya) กลยุทธ์ในการแก้ปัญหฟิสิกส์ของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์ (Heller and Heller) และการแก้ปัญหของครูลิคและรูดนิค (Krulik and Rudnick) โดยมีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการแก้โจทย์ปัญหา เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์ ได้แก่ พนารัตน์ วัดไทยสง (2544: 4); อรพินท์ ชื่นชอบ (2549: 3); เซลคูร์ (Selcuk) และคณะ (2008: 152); อมรลักษณ์ ฤทธิเดช (2553: 5); และเจนศึก โปธิศาสตร์ (2546: 3) ผู้วิจัยพบว่ารูปแบบในการแก้โจทย์

ปัญหาโดยเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา และการแก้ปัญหของครูลิขและรุทนิคเป็นรูปแบบการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่ใช้ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายและมหาวิทยาลัย ส่วนกลวิธีแก้ปัญหาเชิงตรรกะของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์ เป็นรูปแบบการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายและระดับมหาวิทยาลัย จึงเป็นรูปแบบการแก้โจทย์ปัญหาที่มีความเหมาะสมกับเนื้อหาฟิสิกส์ของนักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์

จากการศึกษาแนวคิดของนักฟิสิกส์ศึกษาที่เกี่ยวกับขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ ได้แก่เชอคูรี (Chekuri. 1996: 45-51); เฮลเลอร์และเฮลเลอร์ (Heller & Heller. 1999: 26-31); ดิงค์และฮาร์แคมป์ (Ding; & Harskamp. 2007: 331-343); และโรจาส (Rojas. 2010: 22-28) ผู้วิจัยพบว่าขั้นตอนสำคัญที่จะต้องค้นหาหรือกระทำในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์คือ 1) สิ่งที่โจทย์กำหนด 2) สิ่งที่โจทย์ถาม 3) วาดภาพประกอบ 4) เลือกสมการ 5) ดำเนินการแก้สมการ 6) ตรวจสอบคำตอบ และรูปแบบของการสอนแก้ปัญหาแบบSSCS ของพิซซินี่ เชพาร์ดสัน และเอเบล (Pizzini, Shepardson & Abell. 1989) ซึ่งใช้ในการสอนแก้ปัญหสำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาตอนปลายและนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ ขั้นที่ 1 S : Search ค้นหาข้อมูลจากโจทย์ปัญหา และการแยกแยะประเด็นของปัญหา ขั้นที่ 2 S : Solve วางแผนในการแก้ปัญหด้วยวิธีการต่างๆหรือหาคำตอบของปัญหาที่ต้องการ ขั้นที่ 3 C: Create การนำผลที่ได้มาจัดกระทำเป็นขั้นตอนเพื่อให้ง่ายต่อความเข้าใจ ขั้นที่ 4 S : Share การแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับข้อมูลและวิธีการแก้ปัญหา จะเห็นได้ว่าการสอนแก้ปัญหโดยใช้รูปแบบSSCS มีขั้นตอนที่ไม่ซับซ้อน สามารถจดจำขั้นตอนได้ง่าย ผู้วิจัยพบว่ามีความเหมาะสมที่จะปรับใช้เป็นแนวทาง เพื่อใช้เป็นกิจกรรมของขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ คือกิจกรรม 4S โดยมีพื้นฐานแนวคิดจากขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ตามแนวคิดของนักฟิสิกส์ศึกษา และการสอนแก้ปัญหโดยใช้รูปแบบ SSCS โดยผู้วิจัยได้ปรับคำในบางขั้นตอนของการสอนแก้ปัญหโดยใช้รูปแบบSSCS ให้ตรงกับขั้นที่ปฏิบัติ โดยกิจกรรม 4S ประกอบด้วย 4 ขั้นตอนคือ ขั้นที่ 1 S : Search ค้นหาและทำความเข้าใจ โดยนักเรียนต้องหาคำสำคัญ สิ่งที่โจทย์บอก สิ่งที่โจทย์ถามและตรวจสอบหน่วย และสร้างแผนภาพประกอบโจทย์ ขั้นที่ 2 S : Select หาแนวทางในการแก้ปัญหานักเรียนนำข้อมูลมาเขียนเพื่อเลือกสมการ ขั้นที่ 3 S: Solve ดำเนินการแก้ปัญห โดยการแก้สมการและตรวจสอบคำตอบ และขั้นที่ 4 S : Share แลกเปลี่ยนแนวทางในการแก้ปัญห โดยการร่วมอภิปรายและอธิบายความหมายของตัวเลขที่ได้จากคำตอบ โดยกิจกรรม 4S มีขั้นตอนที่ไม่ยุ่งยาก นักเรียนสามารถจดจำได้ง่าย จึงมีความเหมาะสมในการใช้เป็นขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนแผนการเรียนไม่เน้นวิทยาศาสตร์ ซึ่งระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เป็นช่วงอายุที่สามารถเรียนรู้โดยใช้เหตุผลมาอธิบายและแก้ปัญห มองเห็นความสัมพันธ์ของสิ่งต่างๆ และสนใจในสิ่งที่เป็นนามธรรม ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์

จากเหตุผลและความสำคัญดังกล่าว ทำให้ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะแก้ปัญหและพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนแผนการเรียนไม่เน้นวิทยาศาสตร์ ให้เป็นไปตามเกณฑ์ที่โรงเรียนกำหนด โดยใช้แนวทางการจัดการเรียนรู้ตาม

แนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง แนวคิดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ ขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ และการสอนแก้โจทย์ปัญหาโดยใช้รูปแบบ SSCS เป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอน ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5E ที่เสริมกิจกรรม 4S เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่แนวตรง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนไม่เน้นวิทยาศาสตร์ และครูผู้สอนวิชาฟิสิกส์สามารถใช้เป็นทางเลือกหนึ่งในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนได้อีกด้วย

คำถามวิจัย

1. การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5E ที่เสริมกิจกรรม 4S มีผลต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ ของนักเรียนแผนการเรียนไม่เน้นวิทยาศาสตร์หรือไม่อย่างไร
2. การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5E ที่เสริมกิจกรรม 4S มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางเรียน ของนักเรียนแผนการเรียนไม่เน้นวิทยาศาสตร์หรือไม่อย่างไร

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5E ที่เสริมกิจกรรม 4S ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนไม่เน้นวิทยาศาสตร์
2. เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5E ที่เสริมกิจกรรม 4S ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนไม่เน้นวิทยาศาสตร์

ความสำคัญของการวิจัย

1. ได้กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ที่สามารถพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่แนวตรง
2. ใช้กิจกรรม 4S เป็นขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์
3. เป็นแนวทางสำหรับครูในการวางแผนการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ในหัวข้ออื่นๆต่อไป

ขอบเขตของการวิจัย

ประชากร นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนไม่เน้นวิทยาศาสตร์ (ศิลป์ภาษา) ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 โรงเรียนศรีอยุธยา ในพระอุปถัมภ์ฯ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 1 กรุงเทพมหานคร จำนวน 4 ห้องเรียน

กลุ่มตัวอย่าง นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนไม่เน้นวิทยาศาสตร์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 โรงเรียนศรีอยุธยา ในพระอุปถัมภ์ฯ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่

การศึกษามัธยมศึกษา เขต 1 กรุงเทพมหานคร จำนวน 2 ห้องเรียน ซึ่งได้โดยการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) แบ่งออกเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มทดลอง คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนไม่เน้นวิทยาศาสตร์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 โรงเรียนศรีอยุธยา ในพระอุปถัมภ์ฯ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 1 กรุงเทพมหานคร จำนวน 1 ห้องเรียน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5E ที่เสริมกิจกรรม 4S

กลุ่มควบคุม คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนไม่เน้นวิทยาศาสตร์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 โรงเรียนศรีอยุธยา ในพระอุปถัมภ์ฯ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 1 กรุงเทพมหานคร จำนวน 1 ห้องเรียน ที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5E

ตัวแปรที่ศึกษา

1. ตัวแปรต้น คือ การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5E ที่เสริมกิจกรรม 4S
2. ตัวแปรตาม คือ ผลของการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5E ที่เสริมกิจกรรม

4S ได้แก่

- 2.1 ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่แนวตรง
- 2.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เนื้อหาที่ใช้ในงานวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ คือ รายวิชาพลังงานและการเคลื่อนที่ เรื่องการเคลื่อนที่แนวตรง ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนไม่เน้นวิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

นิยามศัพท์เฉพาะ

กิจกรรม 4S หมายถึง กระบวนการที่ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ โดยเสริมในชั้นขยายความรู้ ของการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5E ประกอบด้วยขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 S : Search ค้นหาและทำความเข้าใจ

1. ค้นหาคำสำคัญ สิ่งที่โจทย์บอก สิ่งที่โจทย์ถามและตรวจสอบหน่วย
 - 1.1 ชีตเส้นใต้ 1 เส้นใต้คำสำคัญและสิ่งที่โจทย์บอก
 - 1.2 ชีตเส้นใต้ 2 เส้นใต้สิ่งที่โจทย์ถาม
 - 1.3 วงกลมล้อมรอบหน่วยที่ไม่อยู่ในระบบหน่วยระหว่างชาติ

2. สร้างแผนภาพประกอบโจทย์พร้อมระบุตัวแปรที่เกี่ยวข้องจากคำสำคัญ สิ่งที่โจทย์บอก และสิ่งที่โจทย์ถาม

ขั้นที่ 2 S : Select หาแนวทางในการแก้ปัญหา

1. นำข้อมูลมาเขียนเพื่อเลือกสมการที่ใช้ในการแก้ปัญหา
2. เลือกสูตร กฎ สมการ ทฤษฎีหรือหลักการทางฟิสิกส์ที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 S: Solve ดำเนินการแก้ปัญหา

สร้างคำตอบโดยการแก้สมการ สุดท้ายให้พิจารณาคำตอบว่าตรงกับที่โจทย์ถามหรือไม่ พร้อมทั้งพิจารณาความเป็นไปได้ของคำตอบ

ขั้นที่ 4 S : Share แลกเปลี่ยนแนวทางในการแก้ปัญหา

ร่วมอภิปรายหรือเขียนบรรยายแนวทางในการแก้ปัญหา และความหมายของตัวเลขจากคำตอบ

การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5E ที่เสริมกิจกรรม 4S หมายถึง การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5E ที่เสริมขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ โดยเสริมกิจกรรม 4S ในชั้นขยายความรู้ ของวัฏจักรการเรียนรู้ 5E โดยมีขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้ดังนี้

1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement Phase) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียน และตรวจสอบความรู้เดิม ก่อนเข้าสู่การดำเนินกิจกรรม
2. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration Phase) ดำเนินการสำรวจ ทดลอง ค้นหา และรวบรวมข้อมูล
3. ขั้นอธิบาย (Explanation Phase) นำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจและค้นหามาวิเคราะห์ สรุปและอภิปราย
4. ขั้นขยายความรู้ (Elaboration Phase) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนนำความรู้ที่ได้จากขั้นอธิบายมาใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ และใช้กิจกรรม 4S เป็นขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์
5. ขั้นประเมินผล (Evaluation Phase) เป็นการตรวจสอบความถูกต้องของความรู้ที่ได้รับ

การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5E หมายถึง การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5E โดยมีขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้ดังนี้

1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement Phase) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียน และตรวจสอบความรู้เดิม ก่อนเข้าสู่การดำเนินกิจกรรม
2. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration Phase) ดำเนินการสำรวจ ทดลอง ค้นหา และรวบรวมข้อมูล
3. ขั้นอธิบาย (Explanation Phase) นำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจและค้นหามาวิเคราะห์ สรุปและอภิปราย

4. ขยายความรู้ (Elaboration Phase) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนนำความรู้ที่ได้จากข้ออธิบายมาใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ โดยใช้วิธีการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์แบบทั่วไป
5. ประเมินผล (Evaluation Phase) เป็นการตรวจสอบความถูกต้องของความรู้ที่ได้รับ

ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ หมายถึง การดำเนินการแก้ปัญหา โดยใช้ความรู้ ความเข้าใจ ในแนวความคิดหลัก และหลักการทางฟิสิกส์ เพื่อแก้ปัญหาจากสถานการณ์ โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ ด้วยการแสดงวิธีคิดจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่แนวตรง โดยวัดความถูกต้องขององค์ประกอบ 3 ด้าน คือ

1. การเลือกสมการ
2. การแก้สมการ
3. เขียนบรรยายแนวทางในการแก้ปัญหา และความหมายของตัวเลขจากคำตอบ

โดยกำหนดเกณฑ์ในการให้คะแนน

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้ ความจำ ความเข้าใจ ความสามารถในการเรียนรู้ของนักเรียน ซึ่งเป็นผลสำเร็จที่ได้รับจากกระบวนการจัดการเรียนการสอน ที่ได้รับการฝึกฝนและจากประสบการณ์ ทางด้านพุทธิพิสัย โดยยึดแนวทางของบลูม (Benjamin S.Bloom, 1956) ในการประเมินผลด้านสติปัญญาหรือด้านความรู้ โดยวัดพฤติกรรมการเรียนรู้ 4 ด้าน คือ ความรู้ความจำ ด้านความเข้าใจ ด้านการนำไปใช้ และด้านการวิเคราะห์ วัดได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการเคลื่อนที่แนวตรง เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก

กรอบแนวคิดในการวิจัย

กรอบแนวคิดการวิจัยในครั้งนี้เกิดจากผลการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องใน ส่วนที่เกี่ยวกับการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) แนวคิดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ (Learning Cycle) และการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ (Physics Problem Solving) โดยใช้กิจกรรม 4S ซึ่งพบว่าจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยเฉพาะวิชาฟิสิกส์ควรเน้นที่กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Approach) และให้ความสำคัญกับกระบวนการเรียนรู้ที่นักเรียนเป็นผู้ลงมือกระทำ การถาม-ตอบ รวบรวมข้อมูลจากวัตถุและเหตุการณ์ วิเคราะห์ข้อมูล ลงข้อสรุปจากข้อมูล สร้างความรู้และสามารถนำไปประยุกต์ในสถานการณ์ต่างๆ ได้

ตัวแปรต้น

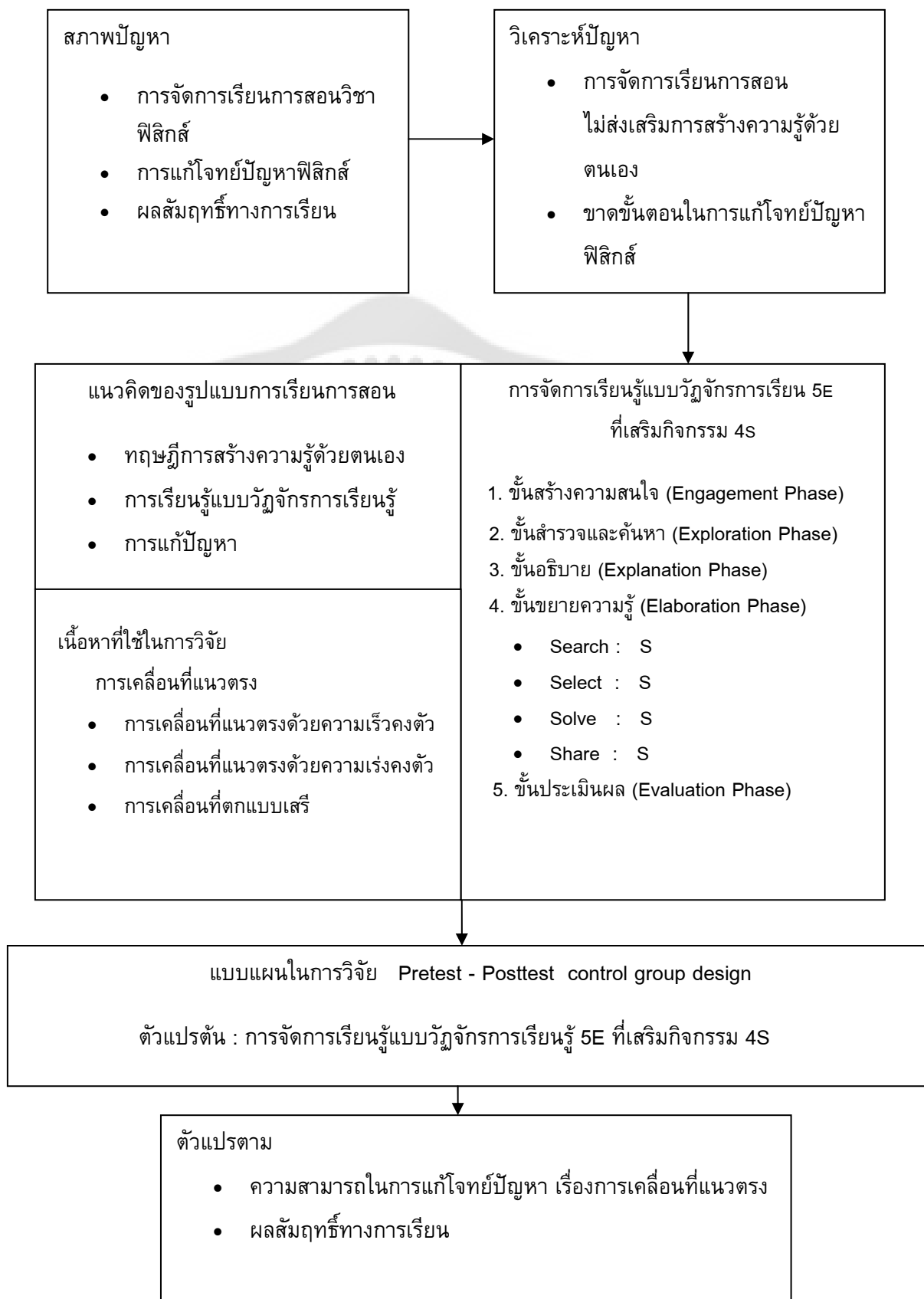
การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักร
การเรียนรู้ 5E ที่เสริมกิจกรรม 4S

ตัวแปรตาม

- ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา
เรื่องการเคลื่อนที่แนวตรง
- ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ภาพประกอบ 1 แสดงกรอบแนวคิดในการวิจัย

กรอบแนวคิดในการศึกษา



ภาพประกอบ 2 แสดงกรอบแนวคิดในการศึกษา

สมมติฐานการวิจัย

1. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5E ที่เสริมกิจกรรม 4S มีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์และผลสัมฤทธิ์ทางเรียน เรื่องการเคลื่อนที่แนวตรง หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญสถิติ
2. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5E ที่เสริมกิจกรรม 4S มีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์และผลสัมฤทธิ์ทางเรียน เรื่องการเคลื่อนที่แนวตรง หลังเรียนผ่านเกณฑ์มากกว่าร้อยละ 50

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อเป็นแนวทางในการทำวิจัย โดยนำเสนอตามลำดับหัวข้อดังต่อไปนี้

1. แนวคิดตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง
 - 1.1 ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง
 - 1.2 แนวทางการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง
2. รูปแบบการเรียนการสอนตามแนววัฏจักรการเรียนรู้
 - 2.1 ความหมายของวัฏจักรการเรียนรู้
 - 2.2 รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้
3. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551
 - 3.1 พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 (แก้ไขเพิ่มเติม พ.ศ. 2553)
 - 3.2. ความสำคัญของวิทยาศาสตร์
 - 3.3. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
 - 3.4 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง
4. แนวคิดเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 4.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
 - 4.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 4.3 ลักษณะของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 4.4 การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 4.5 การวัดและการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
5. แนวคิดเกี่ยวกับการแก้ปัญหา
 - 5.1 ความหมายของปัญหา
 - 5.2 การแก้ปัญหา
 - 5.3 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา
 - 5.4 ความสามารถในการแก้ปัญหา
6. การสอนโดยใช้รูปแบบ SSCS
 - 6.1 ความเป็นมาของการสอนโดยใช้รูปแบบ SSCS
 - 6.2 การสอนแก้ปัญหาโดยใช้รูปแบบ SSCS
7. ขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์
8. ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์

9. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า

9.1 งานวิจัยเกี่ยวกับการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้

9.2 งานวิจัยเกี่ยวกับรูปแบบการสอนแก้ปัญหา

1. แนวคิดตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง

1.1 ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism)

ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง เป็นแนวทฤษฎีที่นำทฤษฎีจิตวิทยาและปรัชญาการศึกษาที่หลากหลายมาปรับประยุกต์โดยมีเป้าหมายที่จะอธิบาย และค้นหาว่ามนุษย์เกิดการเรียนรู้และสร้างความรู้ได้อย่างไร โดยมีแนวคิดในการเปลี่ยนจากการจัดการศึกษาแบบเดิมที่เน้นศึกษาปัจจัยภายนอก มาเป็นการศึกษาจากปัจจัยภายใน ซึ่งได้แก่ความรู้ ความเข้าใจ หรือกระบวนการคิดโดยพบว่าปัจจัยภายในที่มีส่วนช่วยให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย และมีความรู้เดิมที่มีส่วนเกี่ยวข้องและเสริมสร้างความเข้าใจของผู้เรียน เป็นการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับการปฏิรูปการศึกษาที่เน้นให้ผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้ด้วยตนเองโดยผ่านกระบวนการเรียนรู้ ทฤษฎีนี้มีอิทธิพลต่อการจัดการเรียนการสอนที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ (สุชาติ วัฒนชัย. 2547: 11) โดยทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองมีรากฐานมาจากทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ (Piaget) ที่เน้นการสร้างความรู้ด้วยตนเองที่รับมาจากการได้รับประสบการณ์ตรงผ่านการลงมือปฏิบัติ โดยผู้เรียนจะมีการปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญา (Cognitive Structure) จากภาวะความขัดแย้งทางปัญญาหรือเกิดภาวะไม่สมดุลขึ้น (Disequilibrium) ซึ่งเป็นภาวะที่ประสบการณ์ใหม่ที่ผู้เรียนได้รับนั้นเกิดความไม่สอดคล้องกับประสบการณ์เดิมที่นักเรียนมีอยู่ ก่อให้เกิดความขัดแย้งทางปัญญา (Cognitive Conflict) ซึ่งก่อให้เกิดแรงกระตุ้นทำให้ผู้เรียนจะพยายามค้นหาคำตอบโดยนำแนวคิดทฤษฎี จากประสบการณ์เดิมของตนมาสร้างสมมติฐานเพื่อดำเนินการทดลอง หาคำตอบด้วยวิธีการต่างๆ ซึ่งเมื่อหลังจากค้นพบคำตอบแล้ว ประสบการณ์ใหม่ที่ได้รับจะทำให้ผู้เรียนจะเกิดการปรับโครงสร้างทางปัญญา (Accommodation) ให้กลับสู่ภาวะสมดุล (Equilibrium) แต่ถ้าประสบการณ์ใหม่นั้นตรงกันกับประสบการณ์เดิม ข้อมูลนั้นก็จะมีการดูดซึม (Assimilation) เข้าสู่ความเข้าใจใหม่แก่ผู้เรียน (Llewellyn. 2001: 31; ทิศนา ขัมมณี. 2553: 90-94) ซึ่งเซลเลย์ (Selley.1999: 3-6) ได้อธิบายในทำนองเดียวกันว่า การสร้างความรู้ของผู้เรียนเป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นภายในตัวของผู้เรียนโดยจะมีการตีความสิ่งที่รับรู้ใหม่ตามประสบการณ์เดิมของแต่ละบุคคล หรืออาจสร้างความรู้จากประสบการณ์ตรงที่ได้รับการลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง หรือจากการสื่อสารกับผู้อื่น

1.2 แนวทางการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง

แนวทางการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง มีนักการศึกษาหลายท่านได้สรุปแนวทางการเรียนการสอนได้ในรูปแบบต่างๆ ดังนี้

ซาโฮริค (Zahoric.1995: 14-22) เสนอแนวคิดในการจัดการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง สรุปได้ดังนี้

1. ตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียนก่อนที่จะจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้นักเรียนได้เรียนรู้สิ่งใหม่

2. นักเรียนได้รับความรู้ในลักษณะที่เป็นองค์รวมก่อนที่จะเรียนรู้ส่วนย่อย ๆ

3. นักเรียนสำรวจและตรวจสอบความรู้ที่สร้างขึ้น ด้วยการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับผู้อื่น

4. นักเรียนขยายและตกแต่งความรู้ของตนเอง ด้วยการนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์จริง

5. นักเรียนสะท้อนความคิดเห็นเกี่ยวกับความรู้ที่นำไปใช้ในสถานการณ์

ลอธบาชและโทบิน (Lorsbach; & Tobin.1997: 14) ศึกษาเกี่ยวกับการใช้กลยุทธ์การจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง ของนักการศึกษาต่างๆ สรุปได้ว่ากลยุทธ์ที่ผู้สอนนิยมใช้เพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง คือการแก้ปัญหาและการเรียนแบบร่วมมือโดยให้เหตุผลว่า ปัญหามักเกิดขึ้นเมื่อสิ่งที่นักเรียนรับรู้ไม่สอดคล้องกับความรู้เดิมที่มีอยู่การเรียนรู้แบบแก้ปัญหา เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าเพื่อค้นหาของคำตอบของปัญหานั้น เมื่อได้คำตอบของปัญหามาแล้ว นักเรียนต้องตรวจสอบว่าคำตอบที่ได้เหมือนหรือแตกต่างจากคำตอบของผู้อื่นอย่างไร และคำตอบของใครจะมีความน่าเชื่อถือมากกว่า ซึ่งการเรียนแบบร่วมมือทำให้นักเรียนสามารถตรวจสอบวิเคราะห์และตัดสินใจว่าคำตอบใดเป็นคำตอบที่มีเหตุผล อีกทั้งควรจะปรับเปลี่ยนความเข้าใจของตนเองเกี่ยวกับเรื่องนั้นๆ ได้อย่างไร

จากแนวคิดของนักศึกษาดังกล่าว สามารถสรุปแนวทางในการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองได้ดังนี้ ครูจะต้องมีการตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียน และให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการตัดสินใจวิธีที่จะเรียนรู้ อีกทั้งสามารถตรวจสอบและตัดสินใจได้ว่าคำตอบใดมีความน่าเชื่อถือ

ไตรเวอร์และโอลด์แฮม (Driver; & Oldham. 1986: 105-122) ได้เสนอขั้นตอนการเรียนการสอนไว้ดังนี้

1. ขั้นนำ (Orientation) คือ การให้ผู้เรียนรับรู้จุดหมายและมีแรงจูงใจในการเรียนบทเรียน

2. ขั้นทบทวนประสบการณ์เดิม (Elicitation) คือ การให้ผู้เรียนแสดงออกถึงความรู้เดิมที่มีความเกี่ยวข้องกับเรื่องที่เรียน วิธีการให้ผู้เรียนแสดงออก อาจทำได้โดยการอภิปรายกลุ่มหรือเขียนเพื่อแสดงความรู้ความเข้าใจที่มีอยู่

3. ขั้นปรับเปลี่ยนแนวคิด (Turning Restructuring of Ideas) ประกอบด้วยขั้นตอน ดังนี้

3.1 ทำความกระจ่างและแลกเปลี่ยนความคิด (Clarification and Exchange of Idea) คือผู้เรียนพิจารณาความแตกต่างและความขัดแย้งระหว่างความคิดของตนกับผู้อื่น

3.2 สร้างความคิดใหม่ (Construction of New Ideas) ผู้เรียนจะกำหนดความคิดขึ้นใหม่จากการโต้อภิปราย ได้ชมการสาธิต ค้นคว้า ทดลอง เป็นต้น

3.3 ประเมินความคิดใหม่ (Evaluation of the New Ideas) โดยการทดลองหรือคิดอย่างลึกซึ้ง

4. ชี้นำความคิดไปใช้ (Application of Ideas) เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนมีโอกาสนำแนวคิดหรือความรู้ความเข้าใจที่พัฒนาขึ้นมาใหม่ในสถานการณ์ต่างๆ

5. ข้นบททวน (Review) ผู้เรียนทบทวนตนเองว่าความเข้าใจได้เปลี่ยนแปลงไปจากเดิมหรือไม่ โดยการเปรียบเทียบความคิดเมื่อเริ่มต้นบทเรียนกับความคิดเมื่อสิ้นสุดบทเรียน

เอลลิสและแมกซ์เวลล์ (Ellis; & Maxwell. 1995) อธิบายการจัดการเรียนการสอน ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. จัดให้ผู้เรียนอยู่ในบทเรียน (Engage the Learner) โดยการตั้งคำถามให้ผู้เรียนสนใจ เป็นการเชื่อมโยงสิ่งที่เรียนกับความรู้เดิม

2. ให้ผู้เรียนสำรวจมโนทัศน์ (Explore the Concept) สังเกต สำรวจ ร่วมกัน ค้นหา ปัญหาหรือปรากฏการณ์

3. ให้ผู้เรียนอธิบายมโนทัศน์ (Explain the Concept) เป็นการเรียนรู้สิ่งใหม่เพื่อจัดให้เข้า กับความรู้เดิม และอธิบายด้วยคำพูดของตนเอง

4. ให้ผู้เรียนขยายความมโนทัศน์ (Elaborate on the Concept) ผู้สอนทำการจัด สถานการณ์ให้ผู้เรียนสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ เพื่อให้ความรู้ที่มีความหมายกับผู้เรียน

5. ประเมินความเข้าใจมโนทัศน์ของผู้เรียน (Evaluate Students Understanding of the Concept) เป็นการตรวจสอบความคิดที่เปลี่ยนไป เช่น การแก้ปัญหา ทักษะทางสังคม

จากการศึกษาแนวทางการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง พบว่าขั้นตอนที่สำคัญคือการทำให้นักเรียนเกิดความสนใจและมีแรงจูงใจในสิ่งที่จะเรียนรู้ รวมถึง การตรวจสอบความรู้เดิมเพื่อให้นักเรียนสามารถที่จะเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิม ทำให้เกิด การเรียนรู้ที่มีความหมาย และสามารถนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้

2. รูปแบบการเรียนการสอนตามแนววัฏจักรการเรียนรู้

วัฏจักรการเรียนรู้ (Learning Cycle) เป็นรูปแบบของกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียน สามารถใช้วิธีการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Inquiry Approach) ซึ่งต้องอาศัยทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการค้นพบความรู้ หรือประสบการณ์การเรียนรู้ที่มีความหมาย ด้วยตนเอง โดยมีพื้นฐานมาจากแนวทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ ซึ่งไม่เน้นการสอน แบบบรรยายหรือบอกเล่า หรือให้ผู้เรียนเป็นผู้รับเนื้อหาวิชาต่างๆ จากครู หากแต่ครูจะต้องกระตุ้น ให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ภายใต้สภาพแวดล้อมที่เหมาะสม ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสาร เกี่ยวกับวัฏจักรการเรียนรู้ดังนี้

2.1 ความหมายของวัฏจักรการเรียนรู้

เรนเนอร์และสแตนฟอร์ด (Renner; & Stafford. 1972: 19) กล่าวว่า วัฏจักรการเรียนรู้หมายถึง รูปแบบการทำงานที่บุคคลใดบุคคลหนึ่งใช้เพื่อดำเนินการใดๆที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะต้องใช้กระบวนการสังเกต การวัด ตีความหมายของข้อมูล ทดลอง ทำนายผล และสร้างรูปแบบทางวิทยาศาสตร์เพื่อทำงานดังกล่าว

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2540: 13) ได้กล่าวถึงวัฏจักรการเรียนรู้ ไว้ว่าเป็นลักษณะของการจัดการเรียนการสอนโดยวิธีสืบเสาะหาความรู้ เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องกันไปในลักษณะการเรียนรู้แบบวัฏจักร หรือการเรียนรู้แบบค้นพบ เป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่ใช้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) ซึ่งกล่าวไว้ว่าเป็นกระบวนการที่นักเรียนจะต้องสืบค้น เสาะหา สืบตรวจสอบ และค้นคว้าด้วยวิธีการต่างๆ จนทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจและเกิดการรับรู้ความรู้นั้นอย่างมีความหมาย สามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตัวเอง และเก็บเป็นข้อมูลไว้ในสมองได้อย่างยาวนาน และทั้งสามารถนำลักษณะการเรียนรู้แบบวัฏจักร ไปใช้ในสถานการณ์อื่นได้

กรมวิชาการ (2544: 80) ได้กล่าวว่า วัฏจักรการเรียนรู้ ที่มีความหมายแตกต่างกันไป คือ เป็นการนำความรู้หรือแบบจำลองไปใช้อธิบายหรือประยุกต์ใช้กับเหตุการณ์หรือเรื่องอื่นๆ จะนำไปสู่ข้อโต้แย้งหรือข้อจำกัด ซึ่งจะก่อให้เกิดเป็นประเด็นหรือคำถามหรือปัญหาที่จะต้องสืบตรวจสอบต่อไป ทำให้เกิดเป็นกระบวนการที่ต่อเนื่องกันไปเรื่อย ๆ

กล่าวโดยสรุปวัฏจักรการเรียนรู้ หมายถึง กระบวนการเรียนรู้แบบหนึ่งที่ตอบสนองความต้องการของผู้เรียน ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง(Constructivism) เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยใช้วิธีการสืบเสาะหาความรู้ มุ่งเน้นให้ผู้เรียนเกิดความรู้ และสามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจ โดยอาศัยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการค้นพบความรู้หรือประสบการณ์ และเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย โดยมีครูเป็นผู้อำนวยความสะดวก สามารถพัฒนาผู้เรียนทั้งทางด้านพุทธิพิสัย ทักษะพิสัย และจิตพิสัย โดยมีลำดับขั้นตอน เพื่อใช้เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรม คือขั้นสร้างความสนใจ ขั้นสำรวจและค้นหา ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป ขั้นขยายความรู้ และขั้นประเมินผล

2.2 รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้มีหลายรูปแบบ เช่นกลุ่ม BSCS (1997) (Biological Science Curriculum Study) ได้เสนอกระบวนการสืบเสาะหาความรู้เพื่อให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ใหม่ โดยเชื่อมโยงสิ่งที่เรียนรู้เข้ากับประสบการณ์หรือความรู้เดิม ซึ่งเป็นความรู้หรือแนวคิดของ ผู้เรียนเอง เรียกรูปแบบการสอนนี้ว่า Inquiry Cycle หรือวัฏจักรการเรียนรู้ โดยมีการพัฒนามา ตามลำดับดังนี้

คาร์พลัสและเทียร์ (Karplus; & Their.1967 อ้างอิงจาก Lawson. 1995: 134-139) ได้นำเสนอรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ เพื่อใช้ปรับปรุงหลักสูตรวิทยาศาสตร์สหรัฐอเมริกา มีกิจกรรม 3 ขั้นตอน ดังนี้

1. การสำรวจ (Exploration) นักเรียนจะได้พบสิ่งเร้าใหม่ กระตุ้นให้อยากเรียนรู้ และอาจถูกทำให้อยู่ในสภาวะที่ไม่สมดุลโดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการเรียนรู้
2. การเกิดความคิด (Invention or Clarification)
3. การค้นพบ (Discovery or Application)

โคเฮนและโฮรัค (Cohen; & Horak. 1989: 114-120) ได้แบ่งขั้นตอนวัฏจักรการเรียนรู้ ออกเป็น 4 ขั้นตอน ได้แก่ การสำรวจ (Exploration) การแสดงออก (Expression) การให้นิยามหรือชื่อ (Labeling) การนำไปใช้ (Application) โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. การสำรวจ (Exploration) เป็นขั้นที่จัดขึ้นเพื่อให้ผู้เรียนได้มีประสบการณ์ เพื่อให้ได้มโนทัศน์ใหม่หรือกระบวนการ โดยการทำกิจกรรมเพื่อให้ได้รูปแบบและแนวความคิดที่สำคัญ ผู้สอนอาจเริ่มต้นบทเรียนโดยการสาธิต ให้อุปกรณ์ การอ่าน การบรรยาย เป็นต้น เพื่อจูงใจให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ และที่สำคัญคือต้องการให้ผู้เรียนได้มีประสบการณ์อย่างเป็นรูปธรรม และได้มโนทัศน์ที่สำคัญ หรือกระบวนการก่อนที่จะให้พยายามบอกชื่อหรือให้นิยามของมโนทัศน์โดยปากเปล่า หรือจากการเขียนประสบการณ์ในขั้นการสำรวจ เป็นการจัดบริบทในการหาความหมาย ซึ่งเป็นสิ่งที่จำเป็นก่อนจะให้นิยามหรือชื่อ ด้วยเหตุผลว่าการให้นิยามหรือชื่อโดยไม่มีประสบการณ์นั้นเป็นการเสียเวลาและไม่มีความหมายต่อผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนพัฒนาความคิดได้ในระดับต่ำ การสำรวจ สามารถแบ่งออกเป็น 3 แบบ แต่ละแบบเป็นการจัดให้นักเรียนได้มีประสบการณ์อย่างเป็นรูปธรรม ดังนี้

- 1.1 การสำรวจปลายเปิด (Open- Ended Exploration) โดยปกติแล้วผู้สอนจะจัดสื่ออุปกรณ์ให้นักเรียนชุดหนึ่งให้นักเรียนได้จัดกระทำกับสิ่งนั้น ในกรณีนี้ผู้สอนต้องทราบว่าไม่ว่านักเรียนจะจัดกระทำ กับสื่ออุปกรณ์อย่างไร นักเรียนจะต้องได้มโนทัศน์ซึ่งเป็นจุดประสงค์ของบทเรียน

- 1.2 การสำรวจแบบแนะแนวทาง (Directed Exploration) ผู้สอนจัดสื่ออุปกรณ์หรือชุดกิจกรรมให้นักเรียน ผู้สอนแนะแนวทางการทำกิจกรรมหรือจัดกระทำกับสื่อให้นักเรียนเพื่อให้แน่ใจว่าเมื่อนักเรียนได้มีประสบการณ์ทำกิจกรรมแล้วทำให้ได้มโนทัศน์หรือกระบวนการซึ่งเป็นจุดประสงค์ของบทเรียน

- 1.3 การสำรวจแบบสังเกต (Observational Exploration) ในกรณีนี้ให้นักเรียนทำกิจกรรมเพียงสังเกตเหตุการณ์หรือกระบวนการ ตัวอย่างเช่น มโนทัศน์เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ชีวภาพ นักเรียนมีประสบการณ์โดยการสังเกตเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตจริงของสิ่งมีชีวิต

2. การแสดงออก (Expression) เป็นขั้นที่เปิดโอกาสให้นักเรียนที่จะแสดงออกถึงความเข้าใจได้มีประสบการณ์จากการสำรวจขั้นการแสดงออกนี้มีวัตถุประสงค์ 2 ข้อ คือ

2.1 เพื่อช่วยให้นักเรียนเริ่มคิดถึงสิ่งที่สำคัญที่ได้จากการมีประสบการณ์ในขั้นตอนสำรวจและเริ่มที่จะนำมาสร้างเป็นรูปแบบแนวคิดให้ได้มโนทัศน์หรือกระบวนการที่จะนำเสนอ

2.2 เพื่อเป็นข้อมูลให้ผู้สอนได้ทราบถึงความเข้าใจและความพร้อมของนักเรียนสำหรับขั้นการให้นิยาม

3. การให้นิยามหรือชื่อ (Labeling) ขั้นการให้นิยามหรือชื่อเป็นการให้คำนิยามหรือให้ชื่อโดยผู้สอนเป็นผู้ให้แหล่งวิทยาการอื่น เช่นศึกษาจากตำรา หรือจากวิทยากรเป็นผู้ให้ประสบการณ์ที่เกี่ยวกับมโนทัศน์ หรือกระบวนการที่มีมาก่อนในขั้นการสำรวจ โดยปกติแล้วจะต้องมีการให้ตัวอย่างเกี่ยวกับมโนทัศน์หรือกระบวนการเพิ่มเติมในตอนนี้เพื่อช่วยให้นักเรียนมีความหมายมากขึ้นต่อประสบการณ์และการแสดงออกที่ผ่านมา

4. การนำไปใช้ (Application) เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้เข้าใจมโนทัศน์หรือกระบวนการได้ดีขึ้นโดยการนำเอามโนทัศน์หรือกระบวนการไปใช้ในสถานการณ์ต่างๆ การนำเอาไปใช้ซ้ำ เป็นการช่วยให้นักเรียนได้ใช้นิยามหรือชื่อในบริบทที่เหมาะสมและเป็นการช่วยให้จดจำมโนทัศน์หรือกระบวนการนั้นได้นาน กิจกรรมขั้น การนำไปใช้สามารถใช้เป็นประสบการณ์ขั้นการสำรวจมโนทัศน์หรือกระบวนการใหม่ที่เกี่ยวข้อง และการจัดกิจกรรมขั้นการนำไปใช้อาจมีมากกว่า 1 ครั้ง ก่อนที่จะเรียนรู้แบบวัฏจักรอันใหม่

บายบี และคณะ (Bybee; et al. 2006: 2) นักพัฒนาหลักสูตรจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาและจัดทำหลักสูตรชีววิทยา(Biological Science Curriculum Studies หรือ BSCS) ได้ปรับวัฏจักรการเรียนรู้ออกเป็น 5 ขั้น (5E) เพื่อเป็นแนวทางสำหรับใช้ออกแบบการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ให้เหมาะสมยิ่งขึ้น ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)
2. ขั้นสำรวจค้นหา (Exploration)
3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)
4. ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)
5. ขั้นประเมินผล (Evaluation)

โดยมีรายละเอียดในแต่ละขั้น ดังนี้

1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยใช้กิจกรรมช่วงสั้นๆ เพื่อสร้างความสนใจ กระตุ้นความอยากรู้อยากเห็นและให้นักเรียนแสดงความรู้เดิมออกมา กิจกรรมนำไปสู่การสร้างแนวคิดใหม่โดยการเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ที่ได้รับจากการเรียนรู้ในประสบการณ์ใหม่ เพื่อนำไปสู่การเรียนรู้ในประเด็นที่จะศึกษา

2. **ขั้นสำรวจค้นหา (Exploration)** เป็นการจัดประสบการณ์ให้ผู้เรียนได้เปลี่ยนแปลงแนวคิดเดิม (อาจเกิดจากแนวคิดที่คลาดเคลื่อน) โดยใช้กระบวนการเรียนรู้และทักษะเพื่อให้เกิดแนวคิดที่ถูกต้อง จากการสำรวจค้นหา ทดลอง เพื่อหาคำตอบจากความสงสัย และสืบค้นแนวทางที่เป็นไปได้ของคำตอบ โดยการเชื่อมโยงความรู้เดิมเพื่อนำไปสู่การเกิดแนวคิดใหม่ที่ได้จากกระบวนการสืบเสาะหาความรู้

3. **ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)** เป็นขั้นที่มุ่งเน้นให้นักเรียนได้นำความรู้ที่ได้จากการสำรวจ ค้นหา ทดลอง เพื่ออธิบายและแสดงออกถึงความเข้าใจ จากสิ่งที่นักเรียนอยากหาคำตอบจากขั้นสร้างความสนใจ ในขั้นนี้ครูสามารถเพิ่มเติมในส่วนของเนื้อหา เพื่อให้เกิดความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้องและมีความชัดเจนมากขึ้น

4. **ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)** ในขั้นนี้ครูต้องมีกิจกรรมที่ทำท่าย เพื่อเปิดโอกาสให้นักเรียนได้นำความรู้ ความเข้าใจที่เกิดจากการเรียนรู้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ โดยผ่านการทำกิจกรรม

5. **ขั้นประเมินผล (Evaluation)** เป็นขั้นประเมินความรู้ ความเข้าใจ ของนักเรียน โดยครูสามารถประเมินความก้าวหน้าของนักเรียนว่าสามารถบรรลุตามจุดประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่

และสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2544: 79-80) ได้อธิบายถึงขั้นตอนของการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เพื่อพัฒนากระบวนการคิดไว้ 5 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1. **ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)** เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจ ซึ่งอาจเกิดขึ้นเองจากเรื่องที่สงสัย หรือจากความสนใจของตัวนักเรียนเอง หรือเกิดจากการอภิปรายภายในกลุ่มเรื่องที่นำเสนอจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นในช่วงเวลานั้น หรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เพิ่งเรียนมาแล้วเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถาม กำหนดประเด็นที่จะศึกษา ในกรณีที่ยังไม่มีประเด็นที่น่าสนใจ ครูอาจให้ศึกษาจากสื่อต่างๆ หรือเป็นผู้กระตุ้นด้วยการเสนอประเด็นขึ้นมาก่อน แต่ไม่ควรบังคับให้นักเรียนยอมรับประเด็นที่ครูกำลังสนใจเป็นเรื่องที่จะใช้ศึกษา เมื่อมีคำถามที่น่าสนใจและนักเรียนส่วนใหญ่ยอมรับให้เป็นประเด็นที่ต้องการศึกษาจึงร่วมกันกำหนดขอบเขตและแจกแจงรายละเอียดของเรื่องที่ศึกษาให้มีความชัดเจนยิ่งขึ้น อาจรวมทั้งการรวบรวมความรู้ ประสบการณ์เดิมหรือความรู้จากแหล่งต่างๆ ที่จะช่วยให้นำไปสู่ความเข้าใจเรื่องหรือประเด็นที่จะศึกษามากขึ้น และมีแนวทางในการสำรวจตรวจสอบอย่างหลากหลาย

2. **ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)** เมื่อทำความเข้าใจในประเด็นหรือคำถามที่สนใจศึกษาอย่างถ่องแท้แล้วให้มีการวางแผนกำหนดแนวทางในการสำรวจตรวจสอบตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติ เพื่อรวบรวมข้อมูล ข้อสังเกต หรือปรากฏการณ์ต่างๆ วิธีการตรวจสอบทำได้หลายวิธี เช่น ทำการทดลอง ทำกิจกรรมภาคสนาม การใช้คอมพิวเตอร์เพื่อช่วยในการสร้างสถานการณ์จำลอง (Simulation) การศึกษาหาข้อมูลจากเอกสารอ้างอิงหรือแหล่งข้อมูลต่างๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะนำไปใช้ ในขั้นต่อไป

3. **ชั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)** เมื่อได้ข้อมูลอย่างเพียงพอต่อการสำรวจตรวจสอบแล้ว จึงนำข้อสนเทศที่ได้มาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่างๆ เช่น บรรยายสรุป สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ หรือวาดรูป สร้างตาราง ฯลฯ การค้นพบในขั้นนี้เป็นไปได้หลายทาง เช่น สนับสนุนสมมติฐานที่ตั้งไว้โต้แย้งกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ หรือไม่เกี่ยวข้อง กับประเด็นที่กำหนดไว้ แต่ผลที่ได้จะอยู่ในรูปแบบใดก็สามารถสร้างความรู้และช่วยให้เกิดการ เรียนรู้ได้

4. **ชั้นขยายความรู้ (Elaboration)** เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิม หรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติมหรือนำแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่นๆ ถ้าใช้อธิบายเรื่องต่างๆ ได้มากแสดงว่าข้อจำกัดน้อย ซึ่งจะช่วยเชื่อมโยงกับเรื่องต่างๆ ทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น

5. **ชั้นประเมินผล (Evaluation)** เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่างๆว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร มากน้อยเพียงใด จากนั้นจึงนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่นๆ การนำความรู้และแบบจำลองไปใช้อธิบายหรือประยุกต์ใช้กับเหตุการณ์หรือเรื่องอื่นๆ

บรรยากาศการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

องค์ประกอบสำคัญในการทำให้เกิดบรรยากาศการเรียนการสอน คือ ครูผู้สอนและ ผู้เรียนต่างมีบทบาทในการสร้างบรรยากาศ ครูจะเป็นผู้เริ่มสร้างบรรยากาศ ผู้เรียนเป็นผู้ตอบสนอง และเติมสีสันให้กับบรรยากาศการเรียนการสอนให้เป็นไปในรูปแบบต่างๆ กัน ผู้สอนควรให้ความอบอุ่นทั้งทางกายและจิตใจ สร้างความรู้สึกไว้วางใจให้กับผู้เรียน ผู้เรียนได้รับความเข้าใจ เป็นมิตร เอื้ออาทร ห่วงใย ตลอดจนให้ความดูแล ช่วยเหลือ จะทำให้ผู้เรียนมีความกล้าและอยากเรียนรู้มากขึ้น บรรยากาศการเรียนการสอนที่มีการยอมรับ มองเห็นคุณค่าในตัวผู้เรียน ผู้เรียนเป็นบุคคลสำคัญ และสามารถเรียนได้ ผู้สอนควรแสดงความรู้สึกการยอมรับผู้เรียนอย่างจริงใจ กระตุ้นผู้เรียนให้ยอมรับกันเองและเชื่อมั่นว่าสามารถทำได้สำเร็จ บรรยากาศการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เอื้อต่อการพัฒนากระบวนการคิด ควรมีลักษณะ ดังนี้

1. บรรยากาศภายในห้องเรียน

1.1 เป็นบรรยากาศการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง

1.2 เป็นบรรยากาศการโต้ตอบกันระหว่างครูกับนักเรียน และนักเรียนกับนักเรียน

อย่างสร้างสรรค์ สมเหตุสมผล

1.3 เป็นบรรยากาศที่นักเรียนรู้สึกอบอุ่นใจ ปลอดภัย ปราศจากการตำหนิ วิพากษ์วิจารณ์ความคิด ไม่มีการตัดสินว่าถูกหรือผิด

1.4 บรรยากาศตื่นเต้น น่าสนใจ สนุกสนาน มีชีวิตชีวา

1.5 นักเรียนสนใจ กระตือรือร้น ให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรม

1.6 บรรยากาศการเรียนรู้เป็นแบบสร้างสรรค์ และอิสระ

2. ปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียน

- 2.1 ครูเป็นกัลยาณมิตรกับนักเรียน เป็นกันเอง ให้กำลังใจแก่นักเรียน
- 2.2 ครูใจกว้าง ให้นักเรียนโต้แย้งได้ ยอมรับฟังความคิดเห็นของนักเรียน
- 2.3 ครูให้คำปรึกษา ชี้แนะ และช่วยเหลือนักเรียน

3. ปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนกับนักเรียน

- 3.1 ร่วมมือร่วมใจในการทำกิจกรรม ช่วยกันคิด ช่วยกันทำงาน ถ้อยทีถ้อยอาศัย
- 3.2 อภิปรายซักถาม แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันและโต้แย้งกันอย่างสร้างสรรค์
- 3.3 ยอมรับฟังความคิดเห็นซึ่งกันและกัน

บทบาทของผู้สอนและผู้เรียนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

บทบาทของผู้สอนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ลัดดาวัลย์ กันทรสุวรรณ (2546: 9-10) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ผู้สอนมีบทบาทดังนี้

1. ต้องรู้จักใช้คำถาม
2. อดทนที่จะไม่บอกคำตอบ แต่ต้องกระตุ้นและเสริมพลังให้นักเรียนค้นหาคำตอบเอง
3. ต้องให้กำลังใจ ให้ผู้เรียนมีความพยายาม
4. รู้ว่าธรรมชาติของผู้เรียนแต่ละคนอาจแตกต่างกัน ดังนั้น การถามทำให้ผู้เรียนอาจคิดไม่เหมือนกัน บางครั้ง อาจต้องบอกให้บ้าง
5. เข้าใจและรู้ความหมายของพฤติกรรมที่ผู้เรียนแสดงออก
6. มีเทคนิคในการจัดการให้ผู้เรียนแก้ปัญหา
7. อดทนที่จะฟังคำถามและคำตอบของผู้เรียน แม้ว่าคำถาม คำตอบเหล่านั้นอาจไม่ชัดเจน
8. รู้วิธีบริหารจัดการชั้นเรียน ให้ผู้เรียนมีอิสระในการคิด การศึกษาค้นคว้าโดยไม่เสียระเบียบของชั้นเรียน
9. รู้จักนำข้อผิดพลาดมาใช้เป็นโอกาสในการสร้างสรรค์แนวคิดในการค้นคว้าทดลองใหม่

ข้อดีและข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

ภพ เลหาไพบุลย์ (2542: 156-157) ได้กล่าวถึงข้อดีและข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ ดังนี้

ข้อดีของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้มีดังนี้ คือ

1. ผู้เรียนมีโอกาสได้พัฒนาความคิดอย่างเต็มที่ ได้ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองจึงมีความอยากรู้อยู่ตลอดเวลา

2. ผู้เรียนมีโอกาสได้ฝึกความคิดและฝึกการกระทำ ทำให้ได้เรียนรู้วิธีจัดระบบความคิด และวิธีแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ทำให้ความรู้คงทนและถาวรโยงการเรียนรู้ได้ กล่าวคือ ทำให้สามารถจดจำได้นาน และนำไปใช้สถานการณ์ใหม่อีกด้วย

3. ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางของการจัดการเรียนรู้

4. ผู้เรียนสามารถเรียนรู้โมดูลและหลักการทางวิทยาศาสตร์ได้เร็วขึ้น

5. ผู้เรียนจะเป็นผู้ที่มีเจตคติที่ดีต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

ข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

1. ใช้เวลามากในการสอนแต่ละครั้ง

2. ถ้าสถานการณ์ที่ผู้สอนสร้างขึ้น ไม่ทำให้นักเรียนสับสนแปลกใจจะทำให้ผู้เรียนเบื่อหน่าย และถ้าผู้สอนไม่เข้าใจบทบาทหน้าที่ในการสอนวิธีนี้ มุ่งควบคุมพฤติกรรมของผู้เรียนมากเกินไป จะทำให้ผู้เรียนไม่มีโอกาสสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง

3. ผู้เรียนที่มีระดับสติปัญญาต่ำและเนื้อหาวิชาค่อนข้างยาก ผู้เรียนอาจจะไม่สามารถศึกษาหาความรู้ด้วยตนเองได้

4. ผู้เรียนบางคนที่ยังไม่เป็นผู้ใหญ่พอ ทำให้ขาดแรงจูงใจที่จะศึกษาปัญหา และผู้เรียนที่ต้องการแรงกระตุ้น เพื่อให้เกิดความกระตือรือร้นในการเรียนมากๆ อาจจะพอตอบคำถามได้ แต่ผู้เรียนจะไม่ประสบความสำเร็จในการเรียนด้วยวิธีนี้เท่าที่ควร

5. ถ้าใช้การจัดการเรียนรู้แบบนี้อยู่เสมอ อาจทำให้ความสนใจของนักเรียนในการศึกษาค้นคว้าลดลง

จากการศึกษาขั้นตอนต่าง ๆ ในรูปแบบการสอนโดยวัฏจักรการเรียนรู้ 5E เป็นรูปแบบของกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนสามารถใช้วิธีการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Inquiry Approach) ซึ่งต้องอาศัยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการค้นพบความรู้ หรือประสบการณ์การเรียนรู้ที่มีความหมายด้วยตนเอง โดยมีพื้นฐานมาจากแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง ที่เชื่อว่าการเรียนรู้เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นภายในตัวของผู้เรียน ผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้จากความสัมพันธ์ ระหว่างสิ่งที่พบเห็นกับความเข้าใจที่มีอยู่เดิม โดยช่วยให้ครูสามารถจัดการเรียนรู้ได้เป็นลำดับขั้นตอน ส่งเสริมให้นักเรียนใช้วิธีการค้นหาคำรู้หรือประสบการณ์ โดยอาศัยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตัวเอง ฝึกกระบวนการคิดที่เป็นระบบ โดยมีครูเป็นผู้อำนวยความสะดวก การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5E ที่ช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ทั้งในด้านเนื้อหาและกระบวนการแสวงหาความรู้ ทำให้นักเรียนสามารถเรียนรู้แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เน้นการคิดอย่างมีเหตุผล เกิดแรงจูงใจในการแสวงหาความรู้ มีผลให้ความรู้และแนวคิดที่ได้จากการสืบเสาะหาความรู้ของนักเรียนมีความคงทน และสามารถนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

3. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

3.1 พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 (แก้ไขเพิ่มเติม พ.ศ. 2553)

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 (แก้ไขเพิ่มเติม พ.ศ. 2553) มาตรา 22 ระบุว่า การจัดการศึกษาต้องยึดหลักว่า นักเรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ และถือว่านักเรียนมีความสำคัญที่สุด กระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้นักเรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพ ในส่วนของการจัดการเรียนรู้ พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 (แก้ไขเพิ่มเติม พ.ศ. 2553) มาตรา 24 ได้ระบุให้สถานศึกษาและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องดำเนินการดังนี้ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. 2545)

1. จัดเนื้อหาสาระและกิจกรรมให้สอดคล้องกับความสนใจและความถนัดของนักเรียน โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล
2. ฝึกทักษะ กระบวนการคิด การจัดการ การเผชิญสถานการณ์ และการประยุกต์ความรู้มาใช้เพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหา
3. จัดกิจกรรมให้นักเรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ฝึกการปฏิบัติ ให้ทำได้ คิดเป็น ทำเป็น รักการอ่าน และเกิดการใฝ่รู้อย่างต่อเนื่อง
4. จัดการเรียนการสอนโดยผสมผสานสาระความรู้ด้านต่าง ๆ อย่างได้สัดส่วนสมดุลกัน รวมทั้งปลูกฝังคุณธรรม ค่านิยมที่ดีงาม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ไว้ในทุกวิชา
5. ส่งเสริมสนับสนุนให้ผู้สอนสามารถจัดบรรยากาศ สภาพแวดล้อม สื่อการสอน และอำนวยความสะดวกเพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้และมีความรอบรู้ รวมทั้งสามารถใช้การวิจัยเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการเรียนรู้ ทั้งนี้ผู้สอนและนักเรียนอาจจะเรียนรู้ไปพร้อมกันจากสื่อการเรียนการสอนและแหล่งวิทยาการประเภทต่างๆ
6. จัดการเรียนรู้ให้เกิดขึ้นได้ทุกเวลาทุกสถานที่ มีการประสานความร่วมมือกับบิดา มารดา ผู้ปกครอง และบุคคลในชุมชนทุกฝ่าย เพื่อร่วมกันพัฒนานักเรียนตามศักยภาพ

ดังนั้นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ จำเป็นต้องเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม การเรียนการสอนทั้งของครูและนักเรียน กล่าวคือ ลดบทบาทของครูผู้สอนจากการเป็นผู้บอกเล่า บรรยาย สาริต เปลี่ยนเป็นผู้สนับสนุน วางแผนจัดกิจกรรมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ กิจกรรมต่าง ๆ จะต้องเน้นที่บทบาทของนักเรียนตั้งแต่เริ่มคือ ร่วมวางแผนการเรียน การวัดผล ประเมินผล และต้องคำนึงว่ากิจกรรมการเรียนนั้นเน้นการพัฒนากระบวนการคิด วางแผน ลงมือปฏิบัติ ศึกษา ค้นคว้า รวบรวมข้อมูลด้วยวิธีการต่างๆ จากแหล่งเรียนรู้หลากหลาย ตรวจสอบ วิเคราะห์ข้อมูล การแก้ปัญหา การมีปฏิสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน การสร้างคำอธิบายเกี่ยวกับข้อมูลที่สืบค้นได้ เพื่อนำไปสู่การได้มาซึ่งองค์ความรู้

3.2. ความสำคัญของวิทยาศาสตร์

การศึกษาวิทยาศาสตร์จะช่วยให้นักเรียนเกิดความอยากรู้และมีโอกาสที่จะหาคำอธิบายเกี่ยวกับสิ่งรอบตัว และปรากฏการณ์ต่างๆ ในโลกเป็นอย่างมาก เพื่อเป็นการเชื่อมโยงประสบการณ์โดยตรงกับความคิดทางวิทยาศาสตร์ การทดสอบ และการสร้างแบบจำลองที่ใช้ในการพัฒนาและประเมินผลคำอธิบายและสนับสนุนความคิดที่สำคัญ และความคิดสร้างสรรค์ นักเรียนได้เรียนรู้วิธีการความรู้ และความเข้าใจในวิทยาศาสตร์อย่างมีรากฐาน ได้ค้นพบวิธีการคิดทางวิทยาศาสตร์ที่นำไปสู่การเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีที่มีผลกระทบต่ออุตสาหกรรม ธุรกิจ ยารักษาโรค รวมไปถึงการพัฒนาคุณภาพชีวิต นักเรียนได้ติดตามการพัฒนาวิทยาศาสตร์จากทั่วโลกและตระหนักถึงความสำคัญของวิทยาศาสตร์ นักเรียนได้เรียนรู้ที่จะคำถาม และหารือเกี่ยวกับปัญหาที่อาจส่งผลกระทบต่อชีวิตตนเองในทิศทางของสังคมและอนาคตของโลก (National Curriculum, QCA, 2009: ออนไลน์) วิทยาศาสตร์ช่วยให้มนุษย์ได้พัฒนาวิธีคิด ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ และวิจารณ์ มีทักษะสำคัญ ในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและมีประสิทธิภาพที่ตรวจสอบได้วิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ ซึ่งเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ (Knowledge-based Society)

ดังนั้นทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะมีความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างสรรค์ขึ้น สามารถนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์ และมีคุณธรรม (กระทรวงศึกษาธิการ. 2551: 75) ซึ่งวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีนั้นมียุคค่ามีความหมายต่อชีวิตเป็นอย่างยิ่ง เป็นคุณค่าที่เกิดขึ้นและเป็นประโยชน์ต่อชีวิตในทุกๆ วัน โดยนำกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้กับการดำรงชีวิต ชีวิตต้องผูกพันกับวิทยาศาสตร์ ชีวิตกับวิทยาศาสตร์ และธรรมชาติไม่สามารถแยกออกจากกันได้ ทั้งนี้เพราะวิทยาศาสตร์ช่วยพัฒนาความคิดที่มีเหตุผล ความคิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์และมีทักษะในการศึกษาค้นคว้าหาความรู้ในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ (นิเชต สุนทรพิทักษ์.2550: 54) หากใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ในทางที่ผิด ขาดความรับผิดชอบและจริยธรรมก็จะก่อให้เกิดปัญหาที่ร้ายแรงตามมา ดังนั้น การใช้ความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จะต้องใช้อย่างมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ คือ มีความรับผิดชอบ รอบคอบ เข้าใจอย่างแท้จริง และมีคุณธรรม เห็นคุณค่าของชีวิตซึ่งจะทำให้สามารถดำรงชีวิตได้อย่างมีคุณภาพ

3.3. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ (2551: 75-80) ได้จัดทำตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 โดยได้กำหนดไว้ดังนี้

1. สารสำคัญ

1.1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต สิ่งมีชีวิต หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต โครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่างๆ ของสิ่งมีชีวิต และกระบวนการดำรงชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพการถ่ายทอดทางพันธุกรรม การทำงานของระบบต่างๆ ของสิ่งมีชีวิต วิวัฒนาการและความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต และเทคโนโลยีชีวภาพ

1.2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม สิ่งมีชีวิตที่หลากหลายรอบตัว ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตต่างๆ ในระบบนิเวศ ความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติ การใช้และการจัดการทรัพยากรธรรมชาติ ในระดับท้องถิ่น ประเทศ และโลก ปัจจัยที่มีผลต่อการอยู่รอดของสิ่งมีชีวิตในสภาพแวดล้อมต่างๆ

1.3 สารและสมบัติของสาร สมบัติของวัสดุและสาร แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค การเปลี่ยนสถานะ การเกิดสารละลายและการเกิดปฏิกิริยาเคมีของสาร สมการเคมี และการแยกสาร

1.4 แรงและการเคลื่อนที่ ธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง แรงนิวเคลียร์ การออกแรงกระทำต่อวัตถุ การเคลื่อนที่ของวัตถุ แรงเสียดทาน โมเมนต์การเคลื่อนที่แบบต่างๆในชีวิตประจำวัน

1.5 พลังงาน พลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน สมบัติและปรากฏการณ์ของแสง เสียง และวงจรไฟฟ้า คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า กัมมันตภาพรังสีและปฏิกิริยานิวเคลียร์ ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงานการอนุรักษ์พลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม

1.6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก โครงสร้างและองค์ประกอบของโลก ทรัพยากรทางธรณี สมบัติทางกายภาพของดิน หิน น้ำ อากาศ สมบัติของผิวโลก และบรรยากาศ กระบวนการเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลก ปรากฏการณ์ทางธรณี ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของบรรยากาศ

1.7 ดาราศาสตร์และอวกาศ วิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซี เอกภพ ปฏิสัมพันธ์และผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก ความสัมพันธ์ของดวงอาทิตย์ดวงจันทร์ และโลก ความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศ

1.8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้การแก้ปัญหา และจิตวิทยาศาสตร์

2. สารและมาตรฐานการเรียนรู้

สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง และแรงนิวเคลียร์มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ นำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้องมีคุณธรรม

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่างๆ ของวัตถุในธรรมชาติ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอนสามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้นๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

คุณภาพผู้เรียน

จบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

1. เข้าใจการรักษาคุณภาพของเซลล์และกลไกการรักษาคุณภาพของสิ่งมีชีวิต
2. เข้าใจกระบวนการถ่ายทอดสารพันธุกรรม การแปรผัน มิวเทชัน วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตและปัจจัยที่มีผลต่อการอยู่รอดของสิ่งมีชีวิตในสิ่งแวดล้อมต่างๆ
3. เข้าใจกระบวนการ ความสำคัญและผลของเทคโนโลยีชีวภาพต่อมนุษย์ สิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม
4. เข้าใจชนิดของอนุภาคสำคัญที่เป็นส่วนประกอบในโครงสร้างอะตอม การจัดเรียงธาตุในตารางธาตุ การเกิดปฏิกิริยาเคมีและเขียนสมการเคมี ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
5. เข้าใจชนิดของแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคและสมบัติต่างๆ ของสารที่มีความสัมพันธ์กับแรงยึดเหนี่ยว
6. เข้าใจการเกิดปิโตรเลียม การแยกแก๊สธรรมชาติและการกลั่นลำดับส่วนน้ำมันดิบ การนำผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียมไปใช้ประโยชน์และผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม
7. เข้าใจชนิด สมบัติ ปฏิกิริยาที่สำคัญของพอลิเมอร์และสารชีวโมเลกุล
8. เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณที่เกี่ยวกับการเคลื่อนที่แบบต่างๆ สมบัติของคลื่นกล คุณภาพของเสียงและการได้ยิน สมบัติ ประโยชน์และโทษของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า กัมมันตภาพรังสีและพลังงานนิวเคลียร์
9. เข้าใจกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลกและปรากฏการณ์ทางธรณีที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม
10. เข้าใจการเกิดและวิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซี เอกภพและความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศ
11. เข้าใจความสัมพันธ์ของความรู้วิทยาศาสตร์ที่มีผลต่อการพัฒนาเทคโนโลยีประเภทต่างๆ และการพัฒนาเทคโนโลยีที่ส่งผลให้มีการคิดค้นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ก้าวหน้า ผลของเทคโนโลยีต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม
12. ระบุปัญหา ตั้งคำถามที่จะสำรวจตรวจสอบ โดยมีการกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่างๆ สืบค้นข้อมูลจากหลายแหล่ง ตั้งสมมติฐานที่เป็นไปได้หลายแนวทาง ตัดสินใจเลือกตรวจสอบสมมติฐานที่เป็นไปได้

13. วางแผนการสำรวจตรวจสอบเพื่อแก้ปัญหาหรือตอบคำถาม วิเคราะห์ เชื่อมโยงความสัมพันธ์ของตัวแปรต่างๆ โดยใช้สมการทางคณิตศาสตร์หรือสร้างแบบจำลองจากผลหรือความรู้ที่ได้รับจากการสำรวจตรวจสอบ

14. สื่อสารความคิด ความรู้จากผลการสำรวจตรวจสอบโดยการพูด เขียน จัดแสดง หรือใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ

15. ใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการดำรงชีวิต การศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม ทำโครงการหรือสร้างชิ้นงานตามความสนใจ

16. แสดงถึงความสนใจ มุ่งมั่น รับผิดชอบ รอบคอบและซื่อสัตย์ในการสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้เครื่องมือและวิธีการที่ได้ผลถูกต้องเชื่อถือได้

17. ตระหนักในคุณค่าของความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ใช้ในชีวิตประจำวัน การประกอบอาชีพ แสดงถึงความชื่นชม ภูมิใจ ยกย่อง อ้างอิงผลงาน ชิ้นงานที่เป็นผลจากภูมิปัญญาท้องถิ่นและการพัฒนาเทคโนโลยีที่ทันสมัย

18. แสดงความซาบซึ้ง ห่วงใย มีพฤติกรรมเกี่ยวกับการใช้และรักษาทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อมอย่างรู้คุณค่า เสนอตัวเองร่วมมือปฏิบัติกับชุมชนในการป้องกัน ดูแล ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมของท้องถิ่น

19. แสดงถึงความพอใจ และเห็นคุณค่าในการค้นพบความรู้ พบคำตอบ หรือแก้ปัญหาได้

20. ทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ แสดงความคิดเห็นโดยมีข้อมูลอ้างอิงและเหตุผลประกอบ เกี่ยวกับผลของการพัฒนาและการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างมีคุณธรรมต่อสังคม และสิ่งแวดล้อม และยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

3.4 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ได้กำหนดตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง ดังตาราง 1

สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่างๆ ของวัตถุในธรรมชาติ มีกระบวนการ

สืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตาราง 1 แสดงตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ม.4-6	1. อธิบายและทดลองความสัมพันธ์ระหว่างการกระจัด เวลา ความเร็ว ความเร่งของการเคลื่อนที่ในแนวตรง	- การเคลื่อนที่ที่แนวตรงเป็นการเคลื่อนที่ในแนวใดแนวหนึ่ง เช่น แนวราบหรือแนวตั้งที่มีการกระจัด ความเร็ว ความเร่ง อยู่ในแนวเส้นตรงเดียวกัน โดยความเร่งของวัตถุหาได้จากความเร็วที่เปลี่ยนไปในหนึ่งหน่วยเวลา
	2. สังเกตและอธิบายการเคลื่อนที่แบบโปรเจกไทล์ แบบวงกลม และแบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย	- การเคลื่อนที่แบบโปรเจกไทล์เป็นการเคลื่อนที่วิถีโค้งที่มีความเร็วในแนวราบคงตัวและความเร่งในแนวตั้งคงตัว - การเคลื่อนที่แบบวงกลมเป็นการเคลื่อนที่ที่มีความเร็วในแนวเส้นสัมผัสวงกลมและมีแรงในทิศทางเข้าสู่ศูนย์กลาง - การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายเป็นการเคลื่อนที่กลับไปกลับมาซ้ำทางเดิม เช่น การแกว่งของลูกตุ้มอย่างง่าย โดยที่มุมสูงสุดที่เบนจากแนวตั้ง มีค่าคงตัวตลอด
ม.4-6	3. อภิปรายผลการสืบค้นและประโยชน์เกี่ยวกับการเคลื่อนที่แบบโปรเจกไทล์ แบบวงกลม และแบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย	- การเคลื่อนที่แบบโปรเจกไทล์สามารถนำไปใช้ประโยชน์ เช่น การเล่นเทนนิส บาสเกตบอล - การเคลื่อนที่แบบวงกลมสามารถนำไปใช้ประโยชน์ เช่น การวิ่งทางโค้งของรถยนต์ให้ปลอดภัย - การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการสร้างนาฬิกาแบบลูกตุ้ม

คำอธิบายรายวิชา

รหัสวิชา ว 30285 รายวิชา พลังงานและการเคลื่อนที่ จำนวน 1.5 หน่วยกิต

ศึกษา วิเคราะห์ อธิบาย ทดลองและสรุปเกี่ยวกับพลังงานจลน์ พลังงานศักย์โน้มถ่วง พลังงานศักย์ยืดหยุ่นในสปริง กฎการอนุรักษ์พลังงานและความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเหล่านี้ พลังงานจากปฏิกิริยานิวเคลียร์ การสืบค้นข้อมูลและอธิบายเกี่ยวกับพลังงานนิวเคลียร์ รวมถึงข้อดี และข้อเสียของการนำพลังงานนิวเคลียร์มาใช้ประโยชน์ การบอกตำแหน่งของวัตถุ การเคลื่อนที่แนวตรงด้วยอัตราเร็วคงตัว การเคลื่อนที่แนวตรงด้วยอัตราเร่งคงตัว การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ การเคลื่อนที่แบบวงกลม การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การสำรวจตรวจสอบการสืบค้นข้อมูล การอภิปรายเพื่อให้เกิดความรู้ ความคิด ความเข้าใจ สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ มีความสามารถในการตัดสินใจ นำความรู้ไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรมและค่านิยมที่เหมาะสม

จากหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ กำหนดมาตรฐาน, ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง ช่วงชั้นที่ 4 (ม.4-6) ซึ่งผู้วิจัยใช้ในการทำวิจัยครั้งนี้ อยู่ในรายวิชาพลังงานและการเคลื่อนที่ เรื่องการเคลื่อนที่แนวตรง ซึ่งตรงกับสาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่ มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่างๆ ของวัตถุ ในธรรมชาติ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนรู้ไม่เน้นวิทยาศาสตร์

4. แนวคิดเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

4.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นคุณลักษณะเกี่ยวกับความรู้ความสามารถของบุคคลที่เปลี่ยนแปลงพฤติกรรมด้านต่างๆ จากการได้รับมวลประสบการณ์ ซึ่งเป็นผลจากการเรียนการสอน มีผู้กล่าวถึงความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดังนี้

กู๊ด (Good. 1973: 7) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก็คือ ความรู้หรือทักษะ อันเกิดจากการเรียนรู้ในวิชาต่างๆ ที่ได้เรียนมาแล้ว ซึ่งได้ผลมาจากการทดสอบของครูผู้สอน หรือ ผู้รับผิดชอบในการสอน หรือรวมทั้งสองอย่าง

ทบวงมหาวิทยาลัย (2535: 1 – 5) กล่าวถึง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หมายถึง ผลสัมฤทธิ์ด้านเนื้อหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และกระบวนการแสวงหาความรู้ทาง วิทยาศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และกระทรวงศึกษาธิการได้กำหนด ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ในการปรับปรุงหลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์ ให้เอื้อต่อการพัฒนา ความสามารถของนักเรียน โดยยึดจุดประสงค์ ดังนี้ (กรมวิชาการ. 2546)

1. เพื่อให้เกิดความเข้าใจในหลักการและทฤษฎีขั้นพื้นฐานของวิชาวิทยาศาสตร์
2. เพื่อให้เกิดความเข้าใจในลักษณะขอบเขต และวงจำกัดของวิทยาศาสตร์
3. เพื่อให้เกิดทักษะในการศึกษาค้นคว้าด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
4. เพื่อให้มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์
5. เพื่อให้เกิดความเข้าใจในความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และอิทธิพลของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีต่อมวลมนุษยและสภาพแวดล้อม
6. เพื่อสามารถนำความรู้ ความเข้าใจในเรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ประโยชน์ต่อสังคมและพัฒนาคุณภาพชีวิต

ภพ เลหาไพบูลย์ (2542: 239) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันไปคือ เป็นพฤติกรรมที่แสดงออกถึงความสามารถในการกระทำสิ่งใดสิ่งหนึ่ง จากที่ไม่เคยกระทำหรือกระทำน้อยก่อนที่จะมีการเรียนการสอน และเป็นพฤติกรรมที่วัดได้

ส่วนสมพร เชื้อพันธ์ (2547: 53); พิมพันธ์ เตชะคุปต์ และเพียว ยินดีสุข (2548: 125); ปราณี กองจินดา (2549: 42) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สอดคล้องกัน สรุปได้ว่าเป็นความสามารถ หรือผลสำเร็จที่ได้รับจากกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ทำให้ผู้เรียนได้รับการฝึกฝนและประสบการณ์ ทั้งทางด้านพุทธิพิสัย จิตพิสัย และทักษะพิสัย ซึ่งสามารถวัดได้จากการทดสอบด้วยวิธีการต่างๆ

จากการศึกษาเอกสารที่กล่าวมา สรุปได้ว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึงเป็นพฤติกรรมที่แสดงออกถึงความสามารถ ซึ่งเป็นผลสำเร็จที่ได้รับจากกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน จากการที่ผู้เรียนได้รับการฝึกฝนและประสบการณ์ โดยเป็นพฤติกรรมที่สามารถวัดได้ทั้งทางด้านพุทธิพิสัย จิตพิสัย และทักษะพิสัย

4.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2541: 146 - 147) และชวาล แพร่ตกุล (2552: 112) ให้ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สอดคล้องไว้ว่า เป็นแบบทดสอบที่วัดความรู้ของนักเรียนที่ได้เรียนไปแล้ว ซึ่งมักเป็นข้อคำถามให้นักเรียนตอบด้วยกระดาษและดินสอ (Paper and Pencil Test) แบบทดสอบนี้แบ่งได้เป็น 2 ประเภทคือ

1. แบบทดสอบของครู (Teacher made test) หมายถึง ชุดข้อคำถามที่ครูเป็นผู้สร้างขึ้นเพื่อวัดความเจริญงอกงามในการเรียนการสอน ซึ่งจะเป็นข้อคำถามที่ถามเกี่ยวกับความรู้ของนักเรียนได้เรียนในห้องเรียน ว่านักเรียนมีความรู้มากแค่ไหน บกพร่องที่ตรงไหนจะได้สอนซ่อมเสริม หรือวัดดูความพร้อมที่จะขึ้นบทเรียนใหม่ ซึ่งขึ้นอยู่กับความต้องการของครู

2. แบบทดสอบมาตรฐาน (Standardized test) แบบทดสอบประเภทนี้สร้างขึ้นจากผู้เชี่ยวชาญในแต่ละสาขาวิชาหรือจากครูที่สอนวิชานั้นแต่ผ่านการทดลองหาคุณภาพหลายครั้ง จนกระทั่งมีคุณภาพดีพอจึงสร้างเกณฑ์ปกติของแบบทดสอบนั้น เพื่อใช้เป็นหลักและเปรียบเทียบผล

สำหรับประเมินค่าของการเรียนการสอนแบบทดสอบมาตรฐานจะมีคู่มือประกอบการสอบและมีมาตรฐานในการแปลคะแนน สามารถใช้เป็นเครื่องมือสำหรับการพัฒนาการศึกษา

ส่วนพิชิต ฤทธิ์จำรูญ (2545: 96) ได้สรุปถึงประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มเติม ไว้ดังนี้

1. แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเอง คือแบบทดสอบที่มุ่งวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน เฉพาะกลุ่มที่ครูสอน เป็นแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นและใช้ทั่วไปในสถานศึกษา ลักษณะเป็นแบบทดสอบข้อเขียน ซึ่งแบ่งได้ 2 ชนิดคือ

1.1 แบบทดสอบอัตนัย เป็นแบบทดสอบที่กำหนดคำถามหรือปัญหาแล้วให้ผู้ตอบเขียนโดยแสดงความรู้ ความคิด เจตคติ ได้อย่างเต็มที่

1.2 แบบทดสอบปรนัยหรือแบบให้ตอบสั้นๆ เป็นแบบทดสอบที่กำหนดให้ผู้เขียนตอบสั้นๆหรือมีคำตอบให้เลือกแบบจำกัดข้อ ผู้ตอบไม่มีโอกาสแสดงความรู้ ความคิดได้อย่างกว้างขวางเหมือนแบบทดสอบอัตนัย แบบทดสอบนี้แบ่งออกเป็น 4 ชนิด คือ แบบถูก-ผิด แบบเติมคำ แบบจับคู่ และแบบเลือกตอบ

2. แบบทดสอบมาตรฐาน หมายถึงแบบทดสอบที่มุ่งวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนทั่วไป ซึ่งสร้างโดยผู้เชี่ยวชาญ มีการวิเคราะห์และปรับปรุงอย่างดีจนมีคุณภาพมาตรฐาน

สมนึก ภัททิยธนี (2553: 73-97) ได้กล่าวถึงแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ครูสร้างขึ้น ที่นิยมใช้กัน มี 6 แบบ ดังนี้

1. ข้อสอบแบบอัตนัยหรือความเรียง (Subjective or Essay Test) เป็นข้อสอบที่มีเฉพาะคำถาม แล้วให้นักเรียนเขียนตอบอย่างเสรี เขียนบรรยายตามความรู้และข้อคิดเห็นของตนเอง

2. ข้อสอบแบบกาถูก-ผิด (True-false Test) เป็นข้อสอบแบบเลือกตอบที่มี 2 ตัวเลือก แต่ตัวเลือกดังกล่าวเป็นแบบคงที่และมีความหมายตรงกันข้าม เช่น ถูก-ผิด ใช่-ไม่ใช่จริง-ไม่จริง เหมือนกัน-ต่างกัน เป็นต้น

3. ข้อสอบแบบเติมคำ (Completion Test) เป็นข้อสอบที่ประกอบด้วยประโยคหรือข้อความที่ยังไม่สมบูรณ์และถูกต้อง แล้วให้เติมคำหรือประโยค หรือข้อความลงในช่องว่างที่เว้นไว้นั้น เพื่อให้มีใจความสมบูรณ์และถูกต้อง

4. ข้อสอบแบบตอบสั้นๆ (Short Answer Test) ข้อสอบประเภทนี้คล้ายกับข้อสอบแบบเติมคำ แต่แตกต่างกันที่ข้อสอบแบบตอบสั้นๆ มีการเขียนเป็นประโยคคำถามสมบูรณ์ (ข้อสอบเติมคำเป็นประโยคหรือข้อความที่ยังไม่สมบูรณ์) แล้วให้ผู้ตอบเป็นคนเขียนตอบที่ต้องการโดยการตอบอย่างสั้นและกะทัดรัดได้ใจความสมบูรณ์ ไม่ใช่เป็นการบรรยายแบบข้อสอบอัตนัยหรือความเรียง

5. ข้อสอบแบบจับคู่ (Matching Test) เป็นข้อสอบเลือกตอบชนิดหนึ่ง โดยมีคำหรือข้อความแยกออกจากกันเป็น 2 ชุด แล้วให้ผู้ตอบเลือกจับคู่ว่า แต่ละข้อความในชุดหนึ่ง (ตัวยืน) จะจับคู่กับคำหรือข้อความใดในอีกชุดหนึ่ง (ตัวเลือก) ซึ่งมีความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่งตามที่ผู้ออกข้อสอบกำหนดไว้

6. ข้อสอบแบบเลือกตอบ (Multiple Choice Test) คำถามแบบเลือกตอบโดยทั่วไปจะประกอบด้วย 2 ตอน คือ ตอนนำหรือคำถาม (Stem) กับตอนเลือก (Choice) ในส่วนของตอนเลือกนี้จะประกอบด้วย ตัวเลือกที่เป็นคำตอบถูกและตัวเลือกที่เป็นตัวลวง มีคำถามให้นักเรียนพิจารณา แล้วหาตัวเลือกที่ถูกต้องมากที่สุดเพียงตัวเดียวจากตัวเลือกอื่นๆ

4.3 ลักษณะของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ภทรา นิคมานนท์ (2543: 48) ได้สรุปว่า แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดีมีลักษณะดังนี้

1. มีความเที่ยงตรง (Validity) เป็นลักษณะที่สำคัญที่สุดที่ทำให้เครื่องมือวัดผลนั้นมีความถูกต้อง เพราะเป็นการแสดงให้เห็นว่าเครื่องมือวัดนั้นสามารถวัดได้อย่างมีประสิทธิภาพ คือวัดได้ตรงและครบถ้วนตามเนื้อหาที่ต้องการวัด วัดตรงตามจุดมุ่งหมาย วัดได้ตรงตามสภาพความเป็นจริง และสามารถนำผลการวัดไปพยากรณ์หรือคาดคะเนอนาคตได้

2. มีความเชื่อมั่นสูง (Reliability) เครื่องมือวัดผลที่วัดสิ่งเดียวกันหลายๆ ครั้ง ผลที่ได้จากการวัดจะเหมือนกัน หรือแตกต่างกันน้อยมาก

3. ความเป็นปรนัย (Objectivity) เครื่องมือที่มีความปรนัยจะมีความชัดเจนในตัวอยู่ 3 ประการ คือ คำถามชัดเจนอ่านแล้วเข้าใจตรงกัน คำตอบแน่นอน ใครตรวจก็ให้คะแนนตรงกัน และประการสุดท้าย คือ แปลความหมายคะแนนได้ตรงกัน

4. มีความยากง่ายพอเหมาะ (Difficulty) ไม่ยากเกินไปและไม่ง่ายเกินไป ข้อสอบข้อใดที่มีคนตอบถูกมากแสดงว่าง่าย ข้อใดมีคนตอบถูกน้อยแสดงว่ายาก

5. มีอำนาจจำแนก (Discrimination) หมายถึง สามารถแบ่งแยกคนออกเป็นประเภทต่างๆ ได้ถูกต้อง ข้อสอบที่จำแนกได้ คือ ข้อสอบคนที่เก่งตอบถูก คนที่อ่อนตอบผิด ข้อสอบที่จำแนกกลับคือข้อสอบที่ คนเก่งจะตอบผิด คนอ่อนจะตอบถูก และข้อสอบที่จำแนกไม่ได้คือ ข้อสอบที่คนเก่งคนอ่อนจะตอบถูกและผิดพอๆ กัน ไม่มีความแตกต่างกันมากนัก

6. มีประสิทธิภาพ (Efficiency) คือ เครื่องมือที่สามารถทำให้ได้ข้อมูลที่ดีที่สุด เชื่อถือได้มาก โดยวิธีที่สะดวก รวดเร็ว คล่องตัว แต่ใช้เวลาน้อย

7. มีความยุติธรรม (Fair) ไม่เปิดโอกาสให้มีการได้เปรียบเสียเปรียบกันระหว่างผู้ที่ถูกวัดด้วยกัน

8. ใช้คำถามลึก (Searching) ข้อสอบที่ดีต้องถามให้ผู้ตอบใช้ความสามารถในการคิดค้นก่อนที่จะตอบ

9. ใช้คำถามยั่ว (Exemplary) มีลักษณะที่ทำให้ผู้ตอบอยากคิด อยากตอบ

10. ใช้คำถามเฉพาะเจาะจง (Definite) ไม่ถามกว้างเกินไป หรือถามคลุมเครือที่ทำให้คิดได้หลายมุม

4.4 การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แนวทางในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยการสร้างข้อสอบวัดตามจุดมุ่งหมายทางการศึกษา ด้านพุทธิพิสัย (Cognitive) ของบลูม (Bloom. 1956: 45) โดยมีระดับพฤติกรรมในการวัด 6 ด้าน ดังนี้

1. ด้านความรู้ความจำ หมายถึง การระลึกหรือท่องจำความรู้ต่างๆ ที่ได้เรียนมาแล้วโดยตรง ในขั้นนี้ระลึกถึงข้อมูล ข้อเท็จจริงต่างๆ ไปจนถึงเกณฑ์ ทฤษฎีจากตำรา ดังนั้นขั้นความรู้ความจำ จึงจัดเป็นขั้นต่ำที่สุด

2. ความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการจับใจความสำคัญของเนื้อหาที่ได้เรียนหรืออาจแปลความจากตัวเลข การสรุป การย่อความต่างๆ การเรียนรู้ในขั้นนี้ถือว่าเป็นขั้นสูงกว่าการท่องจำตามปกติอีกขั้นหนึ่ง

3. การนำไปใช้ หมายถึง ความสมารถที่จะนำความรู้ที่นักเรียนได้เรียนมาแล้วไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ ดังนั้นในขั้นนี้จึงรวมถึงความสามารถในการเอากฎ มโนทัศน์ หลักสำคัญวิธีการนำไปใช้ การเรียนรู้ในขั้นนี้ถือว่านักเรียนจะต้องมีความเข้าใจในเนื้อหาเป็นอย่างดีเสียก่อนจึงนำความรู้ไปใช้ได้ ดังนั้น จึงจัดอันดับให้สูงกว่าความเข้าใจ

4. การวิเคราะห์ หมายถึง ความสมารถที่จะแยกแยะเนื้อหาวิชา ลงไปเป็นองค์ประกอบย่อยๆ เหล่านั้น เพื่อที่จะได้มองเห็นหรือเข้าใจความเกี่ยวข้องต่างๆ ในขั้นนี้จึงรวมถึงการแยกแยะ หาส่วนประกอบย่อยๆ หาความสัมพันธ์ระหว่างส่วนย่อย ๆ เหล่านั้น ตลอดจนหลักสำคัญต่างๆ ที่เข้ามาเกี่ยวข้อง การเรียนรู้ในขั้นนี้ ถือว่าสูงกว่าการนำไปใช้ และต้องเข้าใจเนื้อหาและโครงสร้างของบทเรียน

5. การสังเคราะห์ หมายถึง ความสมารถที่จะนำเอาส่วนย่อยๆ มาประกอบกันเป็นสิ่งใหม่ การสังเคราะห์จึงเกี่ยวกับการวางแผน การออกแบบการทดลอง การตั้งสมมติฐาน การแก้ปัญหาที่ยาก การเรียนรู้ในระดับนี้ เป็นการเน้นพฤติกรรมที่สร้างสรรค์ ในอันที่จะเกิดแนวคิดหรือแบบแผนใหม่ๆ ขึ้นมา ดังนั้นการสังเคราะห์เป็นสิ่งที่สูงกว่าการวิเคราะห์อีกขั้นหนึ่ง

6. การประเมินค่า หมายถึง ความสมารถที่จะตัดสินใจเกี่ยวกับคุณค่าต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นคำพูด นวนิยาย บทกวีหรือรายงานการวิจัย การตัดสินใจดังกล่าวจะต้องวางแผนอยู่บนเกณฑ์ที่แน่นอน เกณฑ์ดังกล่าวอาจเป็นสิ่งที่นักเรียนคิดขึ้นมาเอง หรือนำมาจากที่อื่นก็ได้ การเรียนรู้ในขั้นนี้ถือว่าเป็นการเรียนรู้ขั้นสูงสุด

ในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2545: 97 - 99) ได้กล่าวถึงขั้นตอนในการสร้าง ดังนี้

1. วิเคราะห์หลักสูตรและสร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตร

การสร้างแบบทดสอบ ควรเริ่มต้นด้วยการวิเคราะห์หลักสูตรและสร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตรเพื่อวิเคราะห์เนื้อหาสาระและพฤติกรรมที่ต้องการวัด ซึ่งเป็นการระบุจำนวนข้อสอบและพฤติกรรมที่ต้องการวัด

2. ผลการเรียนรู้

ผลการเรียนรู้ เป็นพฤติกรรมที่ผู้สอนมุ่งหวังให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน ซึ่งผู้สอนจะต้องกำหนดไว้ล่วงหน้าสำหรับเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนและสร้างข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์

3. กำหนดชนิดข้อสอบและศึกษาวิธีการสร้าง

โดยการศึกษาตารางวิเคราะห์หลักสูตรและผลการเรียนรู้ ผู้ออกข้อสอบต้องพิจารณาและตัดสินใจเลือกใช้ชนิดของข้อสอบที่จะใช้วัดว่าจะใช้แบบใด โดยต้องเลือกให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้และเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน แล้วศึกษาวิธีเขียนข้อสอบชนิดนั้นให้มีความรู้ความเข้าใจในหลักและวิธีการเขียนข้อสอบ

4. เขียนข้อสอบ

ผู้ออกข้อสอบลงมือเขียนข้อสอบตามรายละเอียดที่กำหนดไว้ในตารางวิเคราะห์หลักสูตร และให้สอดคล้องกับผลการเรียนรู้ โดยอาศัยหลักและวิธีการเขียนข้อสอบที่ได้ศึกษามาแล้ว ในขั้นที่ 3

5. ตรวจสอบข้อสอบ

เพื่อให้ข้อสอบที่เขียนไว้แล้วในขั้นที่ 4 มีความถูกต้องตามหลักวิชา มีความสมบูรณ์ครบถ้วนตามรายละเอียดที่กำหนดไว้ในตารางวิเคราะห์หลักสูตร ผู้ออกข้อสอบต้องพิจารณาทบทวน ตรวจสอบข้อสอบอีกครั้ง ก่อนที่จะจัดพิมพ์และนำไปใช้ต่อไป

6. จัดพิมพ์แบบทดสอบฉบับทดลอง

เมื่อตรวจสอบข้อสอบเสร็จแล้วให้พิมพ์ข้อสอบทั้งหมด จัดทำเป็นแบบทดสอบฉบับทดลองโดยมีคำชี้แจงหรือคำอธิบายวิธีตอบแบบทดสอบ (Direction) และจัดวางรูปแบบการพิมพ์ให้เหมาะสม

7. ทดสอบและวิเคราะห์ข้อสอบ

การทดลองสอบและวิเคราะห์ข้อสอบเป็นวิธีการตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบก่อนนำไปใช้จริง โดยนำแบบทดสอบไปทดลองกับกลุ่มที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับกลุ่มที่ต้องการสอนจริง แล้วนำผลการสอบวิเคราะห์และปรับปรุงข้อสอบให้มีคุณภาพ โดยสภาพการปฏิบัติจริงของการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในโรงเรียน มักไม่ค่อยมีการทดลองสอบและวิเคราะห์ข้อสอบส่วนใหญ่นำแบบทดสอบไปใช้ทดสอบแล้วถึงวิเคราะห์ข้อสอบ เพื่อปรับปรุงข้อสอบและนำไปใช้ในครั้งต่อไป

8. จัดทำแบบทดสอบฉบับจริง

จากผลการวิเคราะห์ข้อสอบ หากพบว่าข้อสอบใดไม่มีคุณภาพหรือมีคุณภาพไม่ดี อาจจะต้องตัดทิ้งหรือปรับปรุงแก้ไขข้อสอบให้มีคุณภาพดีขึ้น แล้วจึงจัดทำเป็นแบบทดสอบฉบับจริงก่อนที่จะนำไปทดสอบกับกลุ่มเป้าหมายต่อไป

จากการศึกษาเอกสารข้างต้น สรุปได้ว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ครูสร้างขึ้นควรคำนึงถึงจุดประสงค์ด้านพุทธิพิสัย และด้านทักษะพิสัย เพื่อประเมินผลในด้านความรู้รวมถึงทักษะที่ต้องใช้ในกระบวนการคิด มีการกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ชัดเจน โดยเริ่มจากการวิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหาวิชาและทำตารางวิเคราะห์ข้อสอบ เพื่อจัดทำข้อสอบและทดลองใช้ แล้วจึงนำผลที่ได้ทำการวิเคราะห์คุณภาพและปรับปรุง คัดข้อสอบที่มีคุณภาพตามเกณฑ์เพื่อใช้เป็นแบบทดสอบฉบับจริง เพื่อใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

4.5 การวัดและการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์เป็นการวัดความเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของผู้เรียนที่เป็นผลมาจากการได้รับประสบการณ์จากการเรียนการสอน หรือการสืบเสาะแสวงหาความรู้ตามที่กำหนดไว้ในจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอน สามารถวัดและประเมินได้ โดยใช้แบบวัดผล การเรียนด้านความรู้

วาริ ว่องพินัยรัตน์ (2541: 2) ได้กล่าวถึงการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สามารถวัดได้ 2 แบบ ตามจุดมุ่งหมายและลักษณะของวิชาที่สอนดังนี้

1. การวัดด้านการปฏิบัติ เป็นการตรวจสอบระดับความสามารถในการปฏิบัติ หรือทักษะของผู้เรียน โดยมุ่งเน้นให้นักเรียนได้แสดงความสามารถดังกล่าว ในรูปการกระทำจริงให้ออกเป็นผลงาน เช่น วิชาศิลปะศึกษา พลศึกษา การช่าง เป็นต้น การวัดผลแบบนี้ต้องใช้ข้อสอบภาคปฏิบัติ (Performance Test)

2. การวัดด้านเนื้อหา เป็นการตรวจสอบความสามารถเกี่ยวกับเนื้อหาวิชา ซึ่งเป็นประสบการณ์การเรียนรู้ของผู้เรียน รวมถึงพฤติกรรม ความสามารถด้านต่างๆ อันเป็นผลมาจากการเรียนการสอน สามารถวัดได้โดยใช้ข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ (Achievement Test) โดยมีวิธีการสอบวัดได้ 2 ลักษณะ คือ

2.1 การสอบปากเปล่า (Oral Test) การสอบแบบนี้มักกระทำเป็นรายบุคคล ซึ่งเป็นการสอบที่ต้องการดูแลเฉพาะอย่างยิ่ง เช่น การสอบอ่านฟังเสียง การสอบสัมภาษณ์ ซึ่งต้องการดูการใช้ถ้อยคำในการตอบคำถาม รวมทั้งการแสดงความคิดเห็นและบุคลิกต่างๆ เช่น การสอบปริญาานิพนธ์ ซึ่งต้องการวัดความรู้ความเข้าใจในเรื่องที่ทำตลอดจนแง่มุมต่างๆ การสอบปากเปล่าสามารถวัดได้ละเอียดลึกซึ้ง และคำถามสามารถเปลี่ยนแปลงหรือเพิ่มเติมได้ตามต้องการ

2.2 การสอบแบบให้เขียนตอบ (Paper-pencil Test or Written Test) เป็นการสอบวัดที่ให้ผู้สอบเขียนเป็นตัวหนังสือตอบ ซึ่งมีรูปแบบการตอบอยู่ 2 แบบ คือ

2.2.1 แบบไม่จำกัดคำตอบ (Free Response Type) ซึ่งได้แก่ การสอบวัดที่ใช้ข้อสอบแบบอัตนัย หรือความเรียง (Essay Test)

2.2.2 แบบจำกัดคำถาม (Fixed Response Type) ซึ่งเป็นการสอบที่กำหนดขอบเขตของคำถามที่จะให้ตอบ หรือกำหนดคำตอบมาให้เลือก

สรุปได้ว่าการวัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นการพิจารณาผลที่เกิดจากเรียนรู้ในภาพรวม เป็นการประเมินความก้าวหน้าด้านต่างๆ อันเป็นผลที่ได้รับจากกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน เป็นการประเมินผลความสามารถในการนำความรู้ไปใช้ในสถานการณ์ต่างๆที่กำหนดให้ โดยใช้แนวทางของบลูมในการวัดระดับพฤติกรรม 4 ด้าน คือ 1. ด้านความรู้ 2. ความจำ 3. ความเข้าใจ 4. การนำไปใช้ และ 4. การวิเคราะห์ โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการเคลื่อนที่แนวตรง แบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

5. แนวคิดเกี่ยวกับการแก้ปัญหา

5.1 ความหมายของปัญหา

ราชบัณฑิตยสถาน (2546: 687) ได้ให้ความหมายของ “ปัญหา” ไว้หลายความหมายคือ เป็นคำนาม แปลว่า ข้อสงสัย เช่น ทำได้โดยไม่มีปัญหา หรือเป็นคำนาม แปลว่า คำถาม เช่น ตอบปัญหา และเป็นคำนาม แปลว่า ข้อที่ต้องพิจารณาแก้ไข เช่น ปัญหาเฉพาะหน้า ปัญหาการเมือง หรือสิ่งที่คนไม่รู้

มีนักการศึกษาหลายท่านได้แก่ เมเยอร์และไฮเกอร์เคน (Mayer; & Heidgerken. 1962: 200); ลีตันและสเตอร์เบิร์ก (Leighton; & Sternberg. 2003: 623); ครูลิกและรุทนิค (Krulik; & Rudnick. 1996: 3); แอนดรี (Andre. 1986: 170); และสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546: 221) ได้ให้ความหมายของคำว่า “ปัญหา” ที่สอดคล้องกันคือ ปัญหาเป็นสถานการณ์ ข้อคำถาม ข้อสงสัยที่ก่อให้เกิดอุปสรรค เมื่อเผชิญแล้วไม่สามารถที่จะใช้วิธีการใดในการแก้ไขเหตุการณ์ได้ในทันที ต้องดำเนินการ แก้ไขด้วยกระบวนการที่เหมาะสม เพื่อขจัดปัญหาเหล่านั้นให้หมดไป

ส่วนสุวิทย์ มูลคำ (2551: 32) ได้กล่าวว่าปัญหา คือ สภาวะหรือสถานการณ์ที่ทำให้คนไม่สบายใจไม่สนองความต้องการจำเป็นพื้นฐานของบุคคล ปัญหาเกิดขึ้นได้ทุกวันตลอดเวลา เกิดขึ้นได้ในทุกๆ เรื่อง กับมนุษย์ทุกคนไม่ว่าจะเป็นการดำเนินชีวิตส่วนตัว การดำเนินงาน หรือเกี่ยวกับสังคม ซึ่งบางครั้งก็เป็นปัญหาเล็กน้อย อาจคิดไม่ถึงว่าเป็นปัญหา

และทิศนา ขัมมณี (2552: 428) ได้กล่าวว่า ปัญหาสามารถกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดภาวะงุนงงสงสัยและความต้องการที่จะแสวงหาความรู้ เพื่อขจัดความสงสัยดังกล่าว การให้ผู้เรียนเผชิญปัญหาจริง หรือสถานการณ์ปัญหาต่างๆ และร่วมกันคิดหาทางแก้ปัญหาเหล่านั้นๆ จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย และสามารถพัฒนาทักษะกระบวนการต่างๆ อาจเป็นทักษะที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตและการเรียนรู้ตลอดชีวิต

จากความหมายของปัญหาสามารถสรุปได้ว่า ปัญหา คือสิ่งต่างๆ ที่เป็นสถานการณ์ เหตุการณ์ ที่ทำให้เกิดความสงสัย เกิดความขัดแย้งหรือเป็นอุปสรรคต่อการกระทำสิ่งใดสิ่งหนึ่งและไม่สามารถที่จะใช้วิธีการใดวิธีการหนึ่งแก้ปัญหาได้ในทันที แต่ต้องเลือกใช้กระบวนการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา สำหรับปัญหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้หมายถึงโจทย์ปัญหาฟิสิกส์ จากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่แนวตรง ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

5.2 การแก้ปัญหา

การแก้ปัญหาคือกระบวนการสำคัญในการนำความรู้ที่มีอยู่ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ที่แตกต่างจากเดิม เพื่อให้บรรลุผลสำเร็จตามเป้าหมายที่ต้องการ ซึ่งสอดคล้องกับพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 ในหมวดที่ 4 มาตรา 24 ข้อที่ 2 ที่ระบุว่า สถานศึกษาควรให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะการคิด การจัดการการเผชิญสถานการณ์และการประยุกต์ความรู้มาใช้แก้ปัญหามีผู้ให้ความหมายของการแก้ปัญหา ไว้ดังนี้

ภพ เลหาไพบุลย์ (2542: 332) กล่าวถึงการแก้ปัญหาไว้ว่าเป็นการมองเห็นปัญหาและหนทางที่จะแก้ปัญหามาประกอบด้วยความสามารถย่อยๆ คือการยอมรับและการมองเห็นปัญหา การตั้งสมมติฐาน การเลือกวิธีการที่เหมาะสมในการทดสอบสมมติฐาน และออกแบบการทดลองที่เหมาะสม สำหรับการทดสอบสมมติฐาน

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (2544: 54) ได้กล่าวถึงการแก้ปัญหาคือกระบวนการทำงาน ที่สลับซับซ้อนของสมองที่ต้องอาศัยสติปัญญา ทักษะ ความรู้ ความเข้าใจ ความคิด การรับรู้ ความชำนาญ รูปแบบ พฤติกรรมต่างๆ ประสบการณ์เดิมทั้งจากทางตรงและทางอ้อม มโนทัศน์ กฎเกณฑ์ ข้อสรุป การพิจารณา การสังเกต และการใช้กลยุทธ์ทางสติปัญญาที่จะวิเคราะห์ สังเคราะห์ ความรู้ความ เข้าใจต่างๆ อย่างมีวิจารณญาณ มีเหตุผลและจินตนาการเพื่อหาแนวทางปฏิบัติให้ปัญหานั้นหมดสิ้นไป

อีกทั้งไอเซนชและคณะ(Eysench et al.1972: 44); กู๊ด (Good. 1973: 513) ;ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ (2553: 153); มนัส บุญประกอบ และคนอื่นๆ (2547: 11) ได้ให้ความหมายของการแก้ปัญหาที่สอดคล้องกันว่า การแก้ปัญหาคือกระบวนการที่ต้องอาศัยความรู้ และการเรียนรู้ที่จะแก้ปัญหา โดยมีกระบวนการคิดอย่างเป็นระบบ เป็นการใช้ตรรกะอย่างมีเหตุผลถึงสิ่งต่างๆ ที่เป็นประเด็นสำคัญของเรื่องหรือสิ่งต่างๆ ที่สร้างความยุ่งยากสับสนและความวิตกกังวล และพยายามหาหนทางคลี่คลายสิ่งเหล่านั้น ส่วนฟุง (Foong. 2007: 54-55) ได้ให้แนวคิดเกี่ยวกับการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์โดยเฉพาะวิชาฟิสิกส์ว่าไม่ควรใช้วิธีเหมือนกับการให้ทำแบบฝึกหัดซ้ำๆ ด้วยปัญหาเดิมๆ ทั้งหมด แต่ควรมีเลือกใช้ปัญหาที่ไม่คุ้นเคย เพื่อใช้ในการประเมินหรือสะท้อนความสามารถต่างๆ ที่มีอยู่ในตัวผู้เรียนบ้าง

จากแนวคิดข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า การแก้ปัญหา เป็นกระบวนการในการใช้ความรู้ ความคิดและประสบการณ์ ในการหาทางออกของปัญหาที่ต้องอาศัยทั้งสติปัญญา ความรู้ ความเข้าใจ ในหลักการและแนวคิด เพื่อแก้ปัญหาจากสถานการณ์โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยใช้ กระบวนการการคิดผ่านขั้นตอนในการแก้ปัญหาโจทย์ เพื่อค้นหาและทำความเข้าใจกับปัญหา จนสามารถค้นพบและหาทางออกของปัญหา เพื่อให้บรรลุความสำเร็จตามเป้าหมายที่วางไว้

5.3 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา

การแก้ปัญหาคือกระบวนการที่มีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับการพัฒนาทางด้านการ สติปัญญาและการเรียนรู้ ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหามีแนวคิดนักจิตวิทยาทางสติปัญญา ของเพียเจต์ ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของบรูเนอร์ ทฤษฎีการเชื่อมโยงของธอร์นไคค์ และ ทฤษฎีการเรียนรู้ของกานเย สามารถสรุปได้ดังนี้ (สุรางค์ โคว์ตระกูล. 2553; ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. 2552: 27-28)

5.3.1 ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ (Piaget's theory of intellectual development)

เพียเจต์แบ่งความสามารถในการแก้ปัญหามนุษย์ตามลำดับอายุเป็น 4 ขั้น คือ

1. Sensorimotor Stage ตั้งแต่แรกเกิดถึง 2 ปี เด็กจะรู้เฉพาะสิ่งที่เห็น รูปธรรม มีความเจริญอย่างรวดเร็วในด้านความคิดความเข้าใจ การประสาน งานระหว่างกล้ามเนื้อ สายตา และการใช้ประสาทสัมผัสต่างๆ ต่อสภาพจริงรอบตัว เด็กในวัยนี้ชอบทำอะไรบ่อยๆ ซ้ำๆ เป็นการเลียนแบบ พยายามแก้ปัญหาแบบลองผิดลองถูกความสามารถในการคิดวางแผนของเด็กยัง อยู่ในขีดจำกัด

2. Pre-operational Stage อยู่ในช่วงอายุ 2 - 7 ปี เพียเจต์ ได้แบ่งขั้นนี้ออกเป็นขั้นย่อยๆ 2 ขั้น คือ

2.1 Preoperational Thought เด็กวัยนี้อยู่ในช่วง 2 - 4 ปี เด็กวัยนี้มีความคิดรวบยอดในเรื่องต่างๆ แล้วเพียงแต่ยังไม่สมบูรณ์ และยังไม่มีความรู้เด็กสามารถใช้ภาษา และเข้าใจความหมายของสัญลักษณ์ แต่การใช้ภาษานั้นยังเกี่ยวข้องกับตนเองเป็นส่วนใหญ่ ความคิดของเด็กวัยนี้ขึ้นอยู่กับความรู้สึกเป็นส่วนใหญ่ เด็กยังไม่สามารถใช้เหตุผลอย่างสมเหตุสมผล เด็กยังไม่เข้าใจเรื่องความคงที่ของปริมาณ

2.2 Intuitive Thought อยู่ในช่วงอายุระหว่าง 4 - 7 ปี ความคิดของเด็กวัยนี้แม้ว่าจะเริ่มมีเหตุผลมากขึ้น แต่การคิดและการตัดสินใจยังขึ้นอยู่กับความรู้สึกมากกว่าความเข้าใจ เด็กเริ่มมีปฏิกิริยาต่อสิ่งแวดล้อมมากขึ้น มีความสนใจอยากรู้อยากเห็นและมีการซักถามมากขึ้น มีการเลียนแบบพฤติกรรมของผู้ใหญ่ที่อยู่รอบข้าง ใช้ภาษาเป็นเครื่องมือในการคิดอย่างไรก็ตามความ เข้าใจของเด็กวัยนี้ก็ยังขึ้นอยู่กับสิ่งที่รับรู้จากภายนอกนั้นเอง

3. Concrete operational Stage อยู่ในช่วงอายุระหว่าง 7 - 11 ปี เด็กวัยนี้สามารถใช้สมองในการคิดอย่างมีเหตุผล แต่กระบวนการคิดและการใช้เหตุผลในการแก้ไขปัญหา ยังต้องอาศัยสิ่งที่เป็นรูปธรรม จุดเด่นของเด็กวัยนี้ คือเริ่มมีเหตุผล สามารถคิดกลับไปกลับมาได้ เด็กเริ่มมองเห็นเหตุการณ์และสิ่งต่าง ๆ ได้หลายแง่หลายมุมมากขึ้น สามารถตั้งกฎเกณฑ์นำมาใช้ในการแบ่งแยกสิ่งต่าง ๆ เป็นหมวดหมู่ได้

4. Formal operational Stage อยู่ในช่วงอายุ 11 – 15 ปี ในขั้นนี้โครงสร้างทางความคิดของเด็กได้พัฒนามาถึงขั้นสูงสุด สามารถคิดได้แบบผู้ใหญ่ มีหลักการในการใช้เหตุผล สามารถแก้ปัญหาเฉพาะหน้าได้โดยไม่ต้องมีการคิดล่วงหน้า สามารถเรียนรู้โดยใช้เหตุผลมาอธิบาย และแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นได้ เด็กรู้จักคิดตัดสินปัญหา มองเห็นความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ ได้มากขึ้น สนใจในสิ่งที่เป็นนามธรรม สามารถสร้างสมการทางคณิตศาสตร์จากสถานการณ์ที่กำหนด และแก้สมการทางคณิตศาสตร์ได้ นั่นคือสามารถเข้าใจสิ่งที่เป็นนามธรรมได้ดีขึ้น

5.3.2 ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของบรูเนอร์ (Bruner's cognitive development)

บรูเนอร์ (Bruner) เชื่อว่ามนุษย์เลือกจะรับรู้สิ่งที่ตนเองสนใจ และการเรียนรู้เกิดจากกระบวนการค้นพบด้วยตนเอง (Discovery learning) ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้

1. การจัดโครงสร้างของความรู้ให้มีความสัมพันธ์และสอดคล้องกับพัฒนาการทางสติปัญญาของเด็กมีผลต่อการจัดการเรียนรู้ของเด็ก
2. การจัดหลักสูตรและการเรียนการสอน ให้เหมาะสมกับระดับความพร้อมของผู้เรียนและสอดคล้องกับพัฒนาการทางสติปัญญาของผู้เรียนจะช่วยให้การเรียนรู้เกิดประสิทธิภาพ
3. การคิดแบบหยั่งรู้ (Intuition) เป็นการคิดหาเหตุผลอย่างอิสระที่สามารถช่วยพัฒนาความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ได้
4. แรงจูงใจภายในเป็นปัจจัยสำคัญที่จะช่วยให้ผู้เรียนประสบผลสำเร็จในการเรียนรู้
5. ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของมนุษย์แบ่งเป็น 3 ขั้นใหญ่ ๆ
 - ขั้นการเรียนรู้จากการกระทำ (Enactive stage) คือขั้นของการเรียนรู้จากการใช้ประสาทสัมผัสรับรู้สิ่งต่าง ๆ การลงมือกระทำช่วยให้เด็กเกิดการเรียนรู้ได้ดี
 - ขั้นการเรียนรู้จากการคิด (Iconic stage) เป็นขั้นที่เด็กสามารถสร้างมโนภาพในใจได้ และสามารถเรียนรู้จากภาพแทนของจริงได้
 - ขั้นการเรียนรู้สัญลักษณ์ และนามธรรม (Symbolic stage) เป็นขั้นการเรียนรู้สิ่งที่ซับซ้อน และเป็นนามธรรมได้
6. การเรียนรู้เกิดขึ้นได้จากการที่คนเราสามารถสร้างความคิดรวบยอดหรือสามารถจัดประเภทของสิ่งต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม
7. การเรียนรู้ได้ผลดีที่สุด คือ การให้ผู้เรียนค้นพบการเรียนรู้ด้วยตนเอง

5.3.3 ทฤษฎีการเชื่อมโยงของธอร์นไดค์(Thorndike's connected theory)

เป็นทฤษฎีการเรียนรู้ของกลุ่มพฤติกรรมนิยม ธอร์นไดค์ได้กล่าวถึงการเชื่อมโยงระหว่างสิ่งเร้า (Stimulus) กับการตอบสนอง (Response) โดยมีหลักเบื้องต้นว่า “การเรียนรู้เกิดจากการเชื่อมโยงระหว่างสิ่งเร้ากับการตอบสนอง โดยที่การตอบสนองมักจะออกมาเป็นรูปแบบต่าง ๆ หลายรูปแบบ จนกว่าจะพบรูปแบบที่ดี หรือเหมาะสมที่สุด เราเรียกการตอบสนองเช่นนี้ว่าการลองผิดลองถูก (Trial and error) นั่นคือการเลือกตอบสนองของผู้เรียนจะกระทำด้วยตนเองไม่มีผู้ใดมากำหนดหรือชี้ช่องทางในการปฏิบัติให้และเมื่อเกิดการเรียนรู้ขึ้นแล้ว การตอบสนองหลายรูปแบบจะหายไปเหลือเพียงการตอบสนองรูปแบบเดียวที่เหมาะสมที่สุด และพยายามทำให้การตอบสนองเช่นนั้นเชื่อมโยงกับสิ่งเร้าที่ต้องการให้เรียนรู้ต่อไปเรื่อย ๆ กฎการเรียนรู้ของธอร์นไดค์สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้ และสรุปได้ดังนี้(ทศนา แวมมณี. 2554: 51-58)

1. กฎแห่งความพร้อม (Law of Readiness) การเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้ดี ถ้าผู้เรียนมีความพร้อมทั้งทางร่างกายและจิตใจ

2. กฎแห่งการฝึกหัด (Law of Exercise) การฝึกหัดหรือกระทำบ่อย ๆ ด้วยความเข้าใจจะทำให้การเรียนรู้มั่นคงทนถาวร ถ้าไม่ได้กระทำซ้ำบ่อย ๆ การเรียนรู้จะไม่คงทนถาวร และในที่สุดอาจลืมได้

3. กฎแห่งการใช้ (Law of Use and Disuse) การเรียนรู้เกิดจากการเชื่อมโยงระหว่างสิ่งเร้ากับการตอบสนอง ความมั่นคงของการเรียนรู้จะเกิดขึ้น หากได้มีการนำไปใช้บ่อย ๆ หากไม่มีการนำไปใช้อาจมีการลืมเกิดขึ้นได้

4. กฎแห่งผลที่พึงพอใจ (Law of Effect) เมื่อบุคคลได้รับผลที่พึงพอใจย่อมอยากจะเรียนรู้ต่อไป แต่ถ้าได้รับผลที่ไม่พึงพอใจ จะไม่อยากจะเรียนรู้ ดังนั้นการได้รับผลที่พึงพอใจจึงเป็นปัจจัยสำคัญในการเรียนรู้

การประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอน

1. การเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ลองผิดลองถูกด้วยตนเองบ้าง จะเป็นการช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ในการแก้ไขปัญหา โดยสามารถจดจำผลจากการเรียนรู้ได้ดี รวมทั้งเกิดความภาคภูมิใจในการทำสิ่งต่าง ๆ ด้วยตนเอง

2. การสำรวจความพร้อมหรือการสร้างความพร้อมทางการเรียนให้แกผู้เรียนเป็นสิ่งจำเป็นที่ต้องดำเนินการก่อนการเรียนเสมอ

3. หากต้องการให้ผู้เรียนเกิดทักษะในเรื่องใดแล้ว ต้องให้ผู้เรียนมีความรู้และความเข้าใจในเรื่องนั้น อย่างถ่องแท้ และให้ผู้เรียนฝึกฝนอย่างต่อเนื่องและสม่ำเสมอ

4. เมื่อผู้เรียนเกิดการเรียนรู้แล้ว ควรให้ผู้เรียนฝึกนำการเรียนรู้ไปใช้

5. การให้ผู้เรียนได้รับผลที่น่าพึงพอใจ จะช่วยให้การเรียนการสอนประสบความสำเร็จ

5.3.4 ทฤษฎีการเรียนรู้ของกานเย่ (Gagne's nine events of instruction)

ทิสนา แคมมณี (2553: 75-76) ได้กล่าวถึงระบบการจัดการเรียนการสอน เพื่อให้สอดคล้องกับกระบวนการเรียนรู้ กานเย่ได้เสนอระบบการสอน 9 ขั้น ดังนี้

ขั้นที่ 1 สร้างความสนใจ (Gaining Attention) เป็นขั้นที่ทำให้ผู้เรียนเกิดความสนใจในบทเรียน เป็นแรงจูงใจที่เกิดขึ้นทั้งจากสิ่งยั่วยุภายนอกและแรงจูงใจที่เกิดจากตัวผู้เรียนเองด้วย ครูอาจใช้วิธีการสนทนา ชักถาม ทายปัญหา หรือมีวัสดุอุปกรณ์ต่างๆ ที่กระตุ้นให้ผู้เรียนตื่นตัว และมีความสนใจที่จะเรียนรู้

ขั้นที่ 2 แจ้งจุดประสงค์ (Informing the Learner of the Objective) เป็นการบอกให้ผู้เรียนทราบถึงเป้าหมายหรือผลที่จะได้รับจากการเรียนบทเรียนนั้นโดยเฉพาะ เพื่อให้ผู้เรียนเห็นประโยชน์ในการเรียน เห็นแนวทางของการจัดกิจกรรมการเรียนทำให้ผู้เรียนวางแผนการเรียนของตนเองได้ นอกจากนั้นยังสามารถช่วยให้ครูดำเนินการสอนตามแนวทางที่จะนำไปสู่จุดมุ่งหมายได้เป็นอย่างดี

ขั้นที่ 3 กระตุ้นให้ผู้เรียนระลึกถึงความรู้เดิมที่จำเป็น (Stimulating Recall of Prerequisite Learned Capabilities) เป็นการทบทวนความรู้เดิมที่จำเป็นต่อการเชื่อมโยงให้เกิดการเรียนรู้ ความรู้ใหม่ เนื่องจากการเรียนรู้เป็นกระบวนการต่อเนื่อง การเรียนรู้ความรู้ใหม่ต้องอาศัยความรู้เก่าเป็นพื้นฐาน

ขั้นที่ 4 เสนอบทเรียนใหม่ (Presenting the Stimulus) เป็นการเริ่มกิจกรรมของบทเรียนใหม่โดยใช้วัสดุอุปกรณ์ต่างๆ ที่เหมาะสมมาประกอบการสอน

ขั้นที่ 5 ให้แนวทางการเรียนรู้ (Providing Learner Guidance) เป็นการช่วยให้ผู้เรียนสามารถทำกิจกรรมด้วยตัวเอง ครูอาจแนะนำวิธีการทำกิจกรรม แนะนำแหล่งค้นคว้า เป็นการนำทาง ให้แนวทางให้ผู้เรียนไปคิดเอง เป็นต้น

ขั้นที่ 6 ให้งมือปฏิบัติ (Eliciting the Performance) เป็นการให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติเพื่อช่วยให้ผู้เรียนสามารถแสดงพฤติกรรมตามจุดประสงค์

ขั้นที่ 7 ให้ข้อมูลป้อนกลับ (Feedback) เป็นขั้นที่ครูให้ข้อมูลเกี่ยวกับผลการปฏิบัติกิจกรรมหรือพฤติกรรมที่ผู้เรียนแสดงออกว่ามีความถูกต้องหรือไม่ อย่างไร และเพียงใด

ขั้นที่ 8 ประเมินพฤติกรรมการเรียนรู้ตามจุดประสงค์ (Assessing the Performance) เป็นขั้นการวัดและประเมินว่าผู้เรียนสามารถเรียนรู้ตามจุดประสงค์การเรียนรู้ของบทเรียนเพียงใด ซึ่งอาจทำการวัดโดยใช้ข้อสอบ แบบสังเกตการตรวจผลงาน หรือการสัมภาษณ์ แล้วแต่ว่าจุดประสงค์นั้นต้องการวัดพฤติกรรมด้านใด แต่สิ่งที่สำคัญคือ เครื่องมือที่ใช้วัดจะต้องมีคุณภาพ มีความเชื่อถือได้ และมีความเที่ยงตรงในการวัด

ขั้นที่ 9 ส่งเสริมความแม่นยำและการถ่ายโอนการเรียนรู้ (Enhancing Retention and Transfer) เป็นการสรุป การย้ำ ทบทวนการเรียนที่ผ่านมาเพื่อให้นักเรียนมีพฤติกรรมการเรียนรู้ที่ฝังแน่นขึ้น กิจกรรมในขั้นนี้อาจเป็นแบบฝึกหัด การให้ทำกิจกรรมเพิ่มพูนความรู้ รวมทั้งการให้ทำการบ้าน การทำรายงาน หรือหาความรู้เพิ่มเติมจากความรู้ที่ได้ในชั้นเรียนจะเห็นได้ว่า

ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของบรูเนอร์ กฎการเรียนรู้ของธอร์นไคด์ และทฤษฎีการเรียนรู้ของกานเย เป็นสิ่งที่ครูต้องคำนึงถึงในการจัดการเรียนการสอน โดยการสร้างความสนใจ สร้างความพร้อมให้ผู้เรียน ให้ผู้เรียนมีอิสระในการคิด โดยเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ลองผิดลองถูกช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้จากการปฏิบัติ และให้นักเรียนได้กระทำบ่อยๆ และตระหนักถึงความสำคัญของการทบทวนความรู้เดิม เพราะเป็นสิ่งที่จำเป็นต่อการเชื่อมโยงให้เกิดการเรียนรู้ในความรู้ใหม่ เนื่องจากการเรียนรู้เป็นกระบวนการต่อเนื่อง การเรียนรู้ความรู้ใหม่ต้องอาศัยความรู้เก่าเป็นพื้นฐาน รวมถึงการจัดประสบการณ์ให้เหมาะสมกับพัฒนาการทางสติปัญญาของผู้เรียน ให้ผู้เรียนได้ค้นพบการเรียนรู้ด้วยตนเอง เป็นการเรียนรู้ที่มีความหมาย โดยมีแรงจูงใจเป็นปัจจัยสำคัญที่จะช่วยให้ผู้เรียนประสบผลสำเร็จในการเรียนรู้ ในงานวิจัยครั้งนี้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่ถือว่ามีความสามารถในการใช้เหตุผลในการอธิบาย และสามารถแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นได้ รวมถึงมีความสามารถในการคิดเชิงนามธรรมได้

5.4 ความสามารถในการแก้ปัญหา

มีนักการศึกษาหลายท่าน (Good. 1973: 10-12; Gagné. 1985: 63; Singh. 1993:18; Morgan. 1978: 154-155) ได้ให้ความหมายความสามารถในการแก้ปัญหาไว้สอดคล้องกันคือ เป็นพฤติกรรมหรือคุณลักษณะที่บุคคลเลือกกระทำหรือปฏิบัติ โดยบุคคลในแต่ละคนมีขั้นตอนของการแก้ปัญหาที่แตกต่างกัน สอดคล้องกับสุวิทย์ มูลคำ (2547: 15) และนาริรัตน์ พิกสมบุรณ์ (2541: 48) ที่ได้กล่าวถึงความสามารถในการแก้ปัญหา ว่าเป็นความสามารถทางสมองในการขจัดสภาวะความไม่สมดุลที่เกิดขึ้น โดยพยายามปรับตัวเองและสิ่งแวดล้อมให้กลมกลืนกลับมาสู่สภาวะที่คาดหวัง

ทอเรนซ์(Torrance. 1987: 85) และพรานส์ (Parnes. 1992: 189-194) ได้ให้ความหมายของความสามารถในการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์ ไว้ว่าเป็นความสามารถในการดำเนินการแก้ปัญหา อย่างเป็นขั้นตอนตามกระบวนการแก้ปัญหา โดยทอเรนซ์ มีขั้นตอนในการแก้ปัญหา 5 ขั้นตอน คือ 1) การค้นพบความจริง(Fact-Finding) 2) การค้นพบปัญหา(Problem-Finding) 3) การตั้งสมมติฐาน(Idea-Finding) 4) การค้นพบคำตอบ(Solution-Finding) 5) ยอมรับผลจากการค้นพบ(Acceptance-Finding) ส่วนพรานส์ มีขั้นตอนในการแก้ปัญหา เพิ่มขึ้นมาจากทอเรนซ์อีก 1 ขั้นตอน คือ ความสามารถในการกำหนดปัญหาจากสถานการณ์

ชาร์ล และเลสเตอร์ (Charles and Lester.1982: 10-12) ได้มีการศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาไว้ 3 ด้าน ดังนี้

1. ด้านประสบการณ์ ทั้งที่เป็นสิ่งแวดล้อมและประสบการณ์ในตัวผู้แก้ปัญหา
2. ด้านความรู้สึก เช่น ความสนใจ ความอดทน ความพากเพียร การกระตุ้น ความกดดัน ความวิตกกังวล และอื่น ๆ

3. ด้านสติปัญญาและความคิด เช่น ความสามารถในการอ่าน ความสามารถในการวิเคราะห์ ความสามารถในการเชิงมิติสัมพันธ์ ความสามารถในการให้เหตุผล ทักษะการคิดคำนวณและอื่น ๆ

ส่วนอดัมส์ และคณะ (Adums et al. 1977: 174-175) ได้กล่าวถึงปัจจัยที่ส่งผลถึงความสามารถในการแก้ปัญหา 3 ด้าน คือ

1. สติปัญญา (intelligence) การแก้ปัญหามักจำเป็นต้องใช้การคิดระดับสูงสติปัญญาจึงเป็นสิ่งสำคัญยิ่งประการหนึ่งในการแก้ปัญหา องค์ประกอบของสติปัญญาที่มีส่วนสัมพันธ์กับความสามารถในการแก้ปัญหา คือ ความสามารถทางด้านตัวเลข และความสามารถทางด้านภาษา

2. การอ่าน (reading) การอ่านเป็นพื้นฐานที่จำเป็นสำหรับการแก้ปัญหา เพราะการแก้ปัญหามักต้องอ่านอย่างรอบคอบ อ่านอย่างวิเคราะห์ อันจะนำไปสู่การตัดสินใจว่าควรจะทำอะไรและอย่างไร

3. ทักษะพื้นฐาน (basic skills) เป็นขั้นตอนที่ได้มาซึ่งคำตอบที่ถูกต้องเหมาะสมหลังจากวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาและตัดสินใจในการดำเนินการ

ครูลิกและรุทนิค (Krulik; & Rudnick. 1993: 10-11) และสุวิมล เขี้ยวแก้ว (2540: 67) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบสำคัญที่มีผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหของผู้เรียนที่สอดคล้องกันคือ ปัจจัยภายในที่เกี่ยวข้องกับผู้เรียน ได้แก่ ความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา ทักษะในการแก้ปัญหา ความสามารถในการคิดคำนวณและให้เหตุผล แรงจูงใจ ความรู้พื้นฐาน ประสบการณ์ และระดับสติปัญญา ส่วนปัจจัยภายนอกที่เกี่ยวข้องกับผู้สอน โดยผู้สอนต้องคำนึงถึงการจัดกิจกรรมเพื่อสร้างความสนใจและส่งเสริมการพัฒนาความสามารถในด้านการคิด โดยมีรูปแบบและวิธีการที่เหมาะสมในการที่ทำให้ผู้เรียนแสดงความสัมพันธ์ของปัญหา และสามารถหาวิธีการแก้ปัญหานั้นได้ ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ (Piaget. 1972 :120) ที่กล่าวว่าความสามารถด้านนี้เริ่มพัฒนามาตั้งแต่พัฒนาการขั้นที่ 4 Formal operational Stage เมื่อเด็กมีอายุ 11-15 ปี จะมีความสามารถในการคิดหาเหตุผลดีขึ้น สามารถเรียนรู้สิ่งที่เป็นนามธรรมและสามารถคิดแก้ปัญหาแบบซับซ้อนได้

โดยสรุปแล้วความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นทักษะที่ต้องได้รับการฝึกฝนอยู่เสมอเมื่อผู้เรียนพบปัญหา ซึ่งขึ้นอยู่กับความสามารถในการคิดคำนวณ และการใช้เหตุผล ความรู้พื้นฐานเดิม ประสบการณ์ สติปัญญา แรงจูงใจ และวุฒิภาวะของสมองของนักเรียน และครูจะต้องมีการกิจกรรมให้มีความน่าสนใจและส่งเสริมการคิดแก้ปัญหา และสามารถที่จะหาแนวทางหรือขั้นตอนในการแก้ปัญหาให้สำเร็จลุล่วงไปได้

6. การสอนโดยใช้รูปแบบ SSCS

6.1 ความเป็นมาของการสอนโดยใช้รูปแบบ SSCS

SSCS เป็นรูปแบบการสอนที่พัฒนาขึ้นเพื่อใช้ในการสอนการแก้ปัญหา โดยการนำกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาประยุกต์ใช้กับการแก้ปัญหา เชียเพตต้า และ รัสเซล (Chiappetta and Russell. 1982: 85-93) ได้กล่าวโดยสรุปว่า การสอนการแก้ปัญหด้วยกระบวนการแก้ปัญหานั้น นอกจากนักเรียนจะได้เรียนรู้การแก้ปัญหานั้นๆแล้ว นักเรียนยังได้เรียนรู้กระบวนการในการแก้ปัญหานั้นด้วย

นอกจากนี้ ดิวอี้ (Dewey. 1983 cited in Pizzini, Shepardson; & Abell. 1989: 526) ได้กล่าวถึงการประยุกต์กระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาปรับใช้กับการแก้ปัญหา โดยใช้กลยุทธ์ของการเรียนแบบการแก้ปัญหา เพื่อให้ให้นักเรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับวิธีการแก้ปัญหา และกระบวนการแก้ปัญหา ส่วนเฟรดดริช (Freundlich. 1978: 19-22) กล่าวถึงในเรื่องการเรียนรู้ในการแก้ปัญหว่า การเรียนรู้การแก้ปัญหามีความหมายมาก ถ้ารู้จักการประยุกต์ใช้ความคิดทางวิทยาศาสตร์กับปัญหาต่างๆ เพราะเป็นการเชื่อมโยงกันระหว่างความคิดทางวิทยาศาสตร์กับขั้นตอนทางความคิดของผู้เรียน ดังนั้น พิซซินี, เชพาร์ดสัน และเอเบล (Pizzini, Shepardson; & Abell. 1989: 523-532) จึงได้พัฒนาแนวทางการเรียนการสอนการแก้ปัญหารูปแบบ SSCS โดยมีพื้นฐานมาจากการแก้ปัญหทางวิทยาศาสตร์ ของพิซซินีและคณะ (Pizzini; et al. 1988) ที่ได้ศึกษาค้นคว้ารายงานการวิจัยต่างๆที่เกี่ยวข้องมากมาย ที่ศูนย์การศึกษาทางวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยไอโอวา ประเทศสหรัฐอเมริกา โดยการสอนแก้ปัญหาโดยใช้รูปแบบ SSCS ยังได้รวมการสอนการแก้ปัญหใน รูปแบบ CPS และรูปแบบ IDEAL ไว้ด้วยกัน ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. การสอนการแก้ปัญหาโดยใช้รูปแบบ CPS (Creative Problem Solving)

(Parnes, 1967 cited in Pizzini, Shepardson; & Abell.1989: 526) มีลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหาแต่ละขั้น ดังนี้

- 1) การค้นหาข้อเท็จจริง (fact-finding)
- 2) การค้นหาปัญหา (problem-finding)
- 3) การค้นหาแนวความคิดในการแก้ปัญหา (idea-finding)
- 4) การค้นหาแนวทางการแก้ปัญหา (solution-finding)
- 5) การค้นหาแนวทางที่เป็นที่ยอมรับ (acceptance-finding)

2. การสอนการแก้ปัญหาโดยใช้รูปแบบ IDEAL (Identify: I, Define: D, Explore: E, Act: A and Look: L) (Bransford and Stein: 1984 cited in Pizzini, Shepardson; & Abell.1989: 526)

เป็นรูปแบบการแก้ปัญหาที่ประกอบด้วยขั้นตอน 5 ขั้นตอนดังนี้

- 1) การจำแนกแยกแยะปัญหา (identifying the problem)
- 2) การตีความหมายและการนำเสนอปัญหา (defining and representing the

problem)

- 3) การค้นหาวิธีการอื่นๆ (exploring alternative strategies)
- 4) การนำวิธีการเหล่านั้นมาปฏิบัติ (acting on the strategies)
- 5) การมองย้อนกลับและการประเมินผลกระทบในด้านต่างๆ (looking back and evaluating the effects)

จากรูปแบบการแก้ปัญหาทั้ง 2 รูปแบบ พิชซินี, เชพาร์ดสัน และเอเบล (Pizzini, Shepardson; & Abell. 1989) มีความเห็นว่าควรจะปรับให้ขั้นตอนในการแก้ปัญหานั้นชัดเจนและเหมาะสมกับนักเรียนระดับประถมศึกษาตอนปลายและนักเรียนระดับมัธยมศึกษา โดยการปรับให้เหลือเพียง 4 ขั้นตอน และให้ชื่อว่าการสอนการแก้ปัญหาโดยใช้รูปแบบ SSCS (Search: S, Solve: S, Create: C and Share: S) (Pizzini, Shepardson; & Abell. 1989: 523) สามารถเปรียบเทียบการสอนการแก้ปัญหาทั้ง 3 รูปแบบคือ รูปแบบ CPS (Creative Problem Solving) รูปแบบ IDEAL (Identify, Define, Explore, Act and Look) และรูปแบบ SSCS (Search, Solve, Create and Share) ดังตาราง 2



ตาราง 2 ความสัมพันธ์ของการสอนการแก้ปัญหาระหว่างรูปแบบ SSCS รูปแบบ IDEAL และรูปแบบ CPS

รูปแบบการแก้ปัญหา			แนวทาง (Approaches)	กระบวนการ (Processes)
SSCS	IDEAL	CPS		
การค้นคว้า (Search : S)	การแจกแจง (Identify:I)	สถานการณ์ (Situation)	ระลึกถึงและยอมรับ ปัญหาโดยตั้งเป็น คำถาม อะไร? ใคร? ที่ไหน?อย่างไร?	ระดมความคิด สังเกตการณ์ วิเคราะห์ ทำความ เข้าใจ การวัดค่า อธิบาย บรรยาย
		ค้นหาข้อเท็จจริง (Fact Finding)	ค้นหาข้อมูลเพิ่มเติม มีอะไรที่จำเป็นต้อง ทราบอีก? และจะหา สิ่งนั้นได้จากที่ไหน?	ตั้งคำถาม ค้นคว้าบทความ สอบถาม
	การตีความหมาย (Define:D)	ค้นหาปัญหา (Problem Finding)	ทำรายการปัญหา/ ความคิดเห็นจาก สถานการณ์ในทาง ไหนบ้างที่เรา สามารถแก้ปัญหาได้ ชี้ให้เห็นถึงปัญหา	ระดมความคิด ตั้งสมมติฐาน พยากรณ์ ประเมินค่า ทดสอบ ตั้งคำถาม
	การค้นคว้า (Explore)	ค้นหาความคิด (Idea-Finding)	แจกแจงรายการของ วิธีการที่จะแก้ปัญหา หรือความคิดที่ใช้ใน การแก้ปัญหา	ระดมความคิด มุ่งเน้น เฟื่องเลี้ยง สอบถาม เปรียบเทียบ รวบรวม วิเคราะห์

ตาราง 2 (ต่อ)

รูปแบบการแก้ปัญหา			แนวทาง (Approaches)	กระบวนการ (Processes)
SSCS	IDEAL	CPS		
การแก้ปัญหา (Solve : S)	การปฏิบัติการ (Act : A) การเฝ้ามองดู (Look : L)	ค้นหาแนวทางการ แก้ปัญหา (Solution Finding) ยอมรับในสิ่งที่ ค้นพบ (Acceptance Finding)	วางแผนว่าจะทำ อย่างไร? ปฏิบัติตามแผน	การตัดสินใจ แปล ความหมาย คิดริเริ่ม ออกแบบ ประยุกต์ใช้ การสังเคราะห์ การทดสอบ การแก้ไข
การสร้างคำตอบ (Create :C)	—	—	สร้างกระบวนการ หรือความคิด ประเมินตัวเองใน กระบวนการต่างๆ หรือประเมินคำตอบ ที่ได้รับ	การยอมรับ การ ลดทอนออก ปรับปรุงแก้ไข การ ปรับเปลี่ยน การทำ ให้สมบูรณ์ การ สื่อสาร การแสดงผล การประเมิน
การแสดงความคิดเห็น (Share :S)	—	—	สื่อสารกัน รวบรวม ความคิดเข้าด้วยกัน มีข้อมูล ย้อนกลับซึ่ง กันและกัน ประเมิน คำตอบหรือแนว ทางแก้ไขเชื่อมโยง การค้นคว้าในสิ่งที่ เป็นไปได้ไปสู่การ ตั้งคำถาม	การบอกกล่าวให้ ทราบ การแสดงผล การรายงานผล การ พูดคุยกัน การตั้ง คำถาม การทบทวน การแก้ไข

จากตาราง 2 จะพบว่า การสอนการแก้ปัญหาโดยใช้รูปแบบ SSCS นั้นได้ครอบคลุมการสอนการแก้ปัญหาในรูปแบบ IDEAL (Identify, Define, Explore, Act and Look) และรูปแบบ CPS (Creative Problem Solving) โดยในขั้นที่ 1 Search ของการสอนรูปแบบ SSCS นั้นจะรวมขั้นการแจกแจง (Identify: I) การตีความหมาย (Define: D) และการค้นคว้า (Explore: E) ของการสอนรูปแบบ IDEAL และยังรวมสถานการณ์ (Situation) การค้นหาข้อเท็จจริง (Fact finding) การค้นหาปัญหา (Problem finding) และการค้นหาความคิด (Idea Finding) ของการสอนรูปแบบ CPS เข้าไว้ด้วยกัน ขั้นที่ 2 Solve ของการสอนรูปแบบ SSCS ได้รวมการปฏิบัติการ (Act: A) และการเฝ้ามองดู (Look: L) ของการสอนรูปแบบ IDEAL และยังรวมการค้นหาแนวทางการแก้ปัญหา (Solution Finding) และการยอมรับในสิ่งที่ค้นพบ (Acceptance Finding) ของการสอนรูปแบบ CPS นอกจากนี้การสอนรูปแบบ SSCS ยังเพิ่มขั้นที่ 3 Create และขั้นที่ 4 Share ซึ่งการสอนในรูปแบบ IDEAL และรูปแบบ CPS ไม่มี สำหรับในการจัดการเรียนการสอนแบบแก้ปัญหา 2 ขั้นนี้ ถือเป็นขั้นที่มีความสำคัญ เพราะจะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีความคิดที่เป็นระบบ และกล้าที่จะแสดงความคิดเห็น และยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

6.2 การสอนแก้ปัญหาโดยใช้รูปแบบ SSCS

การสอนโดยใช้รูปแบบ SSCS ได้พัฒนาขึ้นมาจากพื้นฐานการค้นคว้าเกี่ยวกับแนวทางการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของพิซซินีและคณะ (Pizzini et al.1988) ซึ่งเป็นขั้นตอนในการสอนแก้ปัญหา โดยใช้ได้ดีเมื่อใช้กับการเรียนการสอนที่มีความเกี่ยวข้องกับการค้นคว้าวิธีการแก้ปัญหา และได้มีการปรับใหม่โดย พิชซินี, เชพาร์ดสัน และเอเบล (Pizzini, Shepardson; & Abell. 1989: 523-534) เพื่อให้มีความเหมาะสมกับนักเรียนระดับประถมศึกษาตอนปลายและนักเรียนระดับมัธยมศึกษา โดยให้ชื่อว่าการสอนการแก้ปัญหาโดยใช้รูปแบบ SSCS มี 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 Search: S หมายถึง การค้นหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา และการแยกแยะประเด็นของปัญหา การแสวงหาข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวกับปัญหา

ซึ่งประกอบด้วยการระดมสมอง เพื่อทำให้เกิดการแยกแยะปัญหาต่างๆ ช่วยผู้เรียนในด้านการมองเห็นความสัมพันธ์ของมโนคติต่างๆ ที่มีอยู่ในปัญหานั้นๆ ผู้เรียนจะต้องอธิบาย และให้ขอบเขตของปัญหาคำอธิบายจากความเข้าใจของผู้เรียนเอง ซึ่งจะต้องตรงกับจุดมุ่งหมายของบทเรียนที่ตั้งไว้ในขั้นนี้ผู้เรียนจะต้องหาข้อมูลของปัญหาเพิ่มเติม โดยอาจหาได้จากการที่ผู้เรียนตั้งคำถามถามครู หรือเพื่อนนักเรียนเอง การอ่าน บทความในวารสารหรือหนังสือคู่มือต่างๆ การสำรวจและอาจได้มาจากงานวิจัยหรือตามตำราต่างๆ

ขั้นที่ 2 Solve: S หมายถึง การวางแผนและการดำเนินการแก้ปัญหาด้วยวิธีการต่างๆ หรือการหาคำตอบของปัญหาที่เราต้องการ

ในขั้นนี้ผู้เรียนต้องวางแผนการแก้ปัญหารวมไปถึงการวางแผนการใช้เครื่องมือในการแก้ปัญหาด้วยตนเอง การหาวิธีการในการแก้ปัญหาที่หลากหลาย เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาที่ถูกต้อง โดยการนำข้อมูลที่ได้จากขั้นที่ 1 มาใช้ประกอบในการแก้ปัญหา ขณะที่ผู้เรียนกำลังดำเนินการ

แก้ปัญหาถ้าพบปัญหา ผู้เรียนสามารถที่จะย้อนกลับไปขั้นที่ 1 ได้อีก หรือผู้เรียนอาจจะปรับปรุงแผนการของตนที่วางไว้โดยการประยุกต์เอาวิธีการต่างๆ มาใช้ร่วมกัน

ขั้นที่ 3 Create: C หมายถึง การนำผลที่ได้มาจัดกระทำเป็นขั้นตอนเพื่อให้ง่ายต่อความเข้าใจ และเพื่อสื่อสารกับคนอื่นได้

เป็นการนำเอาข้อมูลที่ได้จากการแก้ปัญหา หรือวิธีการที่ได้จากการแก้ปัญหามาจัดกระทำให้อยู่ในรูปของคำตอบ หรือวิธีการที่สามารถอธิบายให้เข้าใจได้โดยง่าย และสามารถอธิบายหรือสื่อสารให้ผู้อื่นเข้าใจ

ขั้นที่ 4 Share: S หมายถึง การแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับข้อมูลและวิธีการแก้ปัญหา การที่ให้ผู้เรียนแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับขั้นตอน หรือวิธีการที่ใช้ในการแก้ปัญหาทั้งของตนเองและผู้อื่น

โดยผู้เรียนแต่ละคนอาจจะได้วิธีการที่แตกต่างกัน หรือคำตอบที่ได้อาจจะได้รับการยอมรับหรือไม่ได้รับการยอมรับก็ได้ คำตอบที่ได้รับการยอมรับและถูกต้อง ผู้เรียนก็จะมาแลกเปลี่ยนความคิดเห็นในวิธีการที่ใช้ในการหาคำตอบ ส่วนคำตอบหรือวิธีการที่ไม่ได้รับการยอมรับ ผู้เรียนจะต้องร่วมกันพิจารณาว่าเกิดการผิดพลาดที่ใดบ้าง อาจจะผิดพลาดในขั้นการวางแผนการแก้ปัญหาหรือการแก้ปัญหาผิดพลาด

จากข้อมูลทีกล่าวนมาข้างต้นจะเห็นว่าการสอนแก้ปัญหาโดยใช้รูปแบบ SSCS (Pizzini,Shepardson; & Abell. 1989) ที่ได้มีการปรับให้มีความเหมาะสมกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลายและระดับมัธยมศึกษา ผู้วิจัยพบว่าในแต่ละขั้นของรูปแบบSSCS เป็นประโยชน์ต่อผู้เรียนทั้งในด้านการคิดและการสื่อสารกับผู้อื่น เมื่อผู้เรียนได้เรียนรู้ตามรูปแบบดังกล่าวแล้วจะทำให้ นักเรียนสามารถพัฒนากระบวนการคิดในการแก้ปัญหาและรู้จักนำกระบวนการแก้ปัญหาไปใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์อื่นต่อไป ดังนั้นการสอนแก้ปัญหาโดยใช้รูปแบบ SSCS เป็นวิธีการหนึ่งที่สามารถนำมาใช้เป็นแนวทางในการสอนการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ ทำให้นักเรียนได้ใช้แนวคิดและหลักการจากส่วนของเนื้อหา เพื่อนำไปใช้เป็นแนวทางในการแก้โจทย์ปัญหาตามวิธีที่แตกต่างกันไปตามลักษณะของปัญหา ผู้วิจัยจึงได้นำแนวทางในการสอนแก้ปัญหาโดยใช้รูปแบบ SSCS ทั้ง 4 ขั้น มาปรับใช้เป็นขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ ซึ่งเป็นขั้นตอนที่ไม่ยุ่งยาก และนักเรียนสามารถจดจำขั้นตอนได้ง่าย มีความเหมาะสมที่จะใช้เป็นขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ ของนักเรียนแผนการเรียนไม่เน้นวิทยาศาสตร์ ซึ่งการแก้โจทย์ปัญหาถือเป็นเป้าหมายอย่างหนึ่งในการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์

7. ขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์

ในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ มีขั้นตอนการแก้ปัญหา เพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบของปัญหา การศึกษาขั้นตอนในการแก้ปัญหานั้น มีผู้เสนอแนวคิดการแก้ปัญหาไว้หลายท่าน ซึ่งผู้วิจัยขอเสนอแนวคิดเกี่ยวกับขั้นตอนในการแก้ปัญหาวางฟิสิกส์ตามแนวคิดนักฟิสิกส์ศึกษา ดังนี้

เชอคูรี (Chekuri.1996: 45-51) ได้พัฒนากลยุทธ์ในการแก้โจทย์ฟิสิกส์ไว้ 6 ขั้นตอน ดังนี้

1. ทำความเข้าใจกับปัญหา (Understanding the Problem) ในขั้นทำความเข้าใจกับปัญหาว่าโจทย์ให้ข้อมูลอะไรมาบ้าง มีเงื่อนไขอะไรบ้าง สิ่งที่โจทย์ถามหา สิ่งที่โจทย์กำหนดมา
2. สร้างและวางแผนแก้ปัญหา(Reconstructing and Planning) เป็นขั้นในการสร้างภาพแทนปัญหาโจทย์ และเขียนองค์ประกอบทางฟิสิกส์ที่จำเป็น เช่น ตัวแปร ทิศทางของการเคลื่อนที่ของวัตถุ แผนภาพองค์ประกอบของแรง และวางแผนในการแก้ปัญหาโดยอยู่บนฐานของหลักการของฟิสิกส์ที่เกี่ยวข้อง
3. จำแนกวิธีการที่หลากหลาย (Identifying Multiple Methods) เป็นขั้นตอนในการระบุกฎเกณฑ์ หลักการ สูตรต่างๆที่มีความเป็นไปได้ที่จะนำมาใช้ในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์เช่น กฎการอนุรักษ์พลังงาน กฎการอนุรักษ์โมเมนตัม เป็นต้น
4. คัดเลือกวิธีการแก้ปัญหาคือดีที่สุด (Selecting the Best Method and Solving) เป็นขั้นตอนที่เลือกสมการที่เหมาะสมต่อการนำมาใช้ในการแก้ปัญหา ทำการระบุสมการที่นำมาใช้และทำการแก้สมการเพื่อหาคำตอบ
5. ตรวจสอบคำตอบ (Checking the Results) เป็นขั้นของการตรวจสอบความเป็นไปได้ของคำตอบ โดยอาจจะนำเทคนิคการตรวจสอบหน่วยของปริมาณทางฟิสิกส์มาวิเคราะห์
6. การอธิบายคำตอบ เป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญที่เป็นการให้ความหมายของคำตอบที่เกิดจากการคำนวณออกมาในรูปของการอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกี่ยวข้องกับหลักการทางฟิสิกส์

เฮลเลอร์และเฮลเลอร์ (Heller; & Heller. 1999: 26-31) ได้กล่าวถึงลำดับขั้นตอนในการแก้โจทย์ทางฟิสิกส์ไว้ 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นพิจารณาปัญหา (Focus the Problem)

ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนแรกที่จะนำไปสู่การเริ่มต้นในการแก้โจทย์ปัญหาเนื่องจากเป็นขั้นตอนที่ต้องทำความเข้าใจโจทย์ปัญหาให้ชัดเจนโดยการสร้างภาพขึ้นในใจเกี่ยวกับลำดับของเหตุการณ์ต่างๆ ในโจทย์ปัญหา พร้อมกับแสดงรายละเอียดของโจทย์ปัญหาว่ามีเหตุการณ์เกิดขึ้นอย่างไร เหตุการณ์นั้นเกี่ยวข้องกับอะไรและจะดำเนินการต่อไปอย่างไร จากนั้นอธิบายด้วยแผนภาพและข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้อย่างหยาบๆ เขียนสิ่งที่โจทย์ต้องการให้หาคำตอบรวมถึงเขียนแนวคิดทางฟิสิกส์ที่เป็นประโยชน์สำหรับนำมาใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาและสุดท้ายควรทบทวนสถานการณ์ในโจทย์ปัญหาโดยภาพรวมอีกครั้งหนึ่ง ซึ่งในขั้นตอนนี้สามารถสรุปเป็นขั้นตอนย่อยๆ ได้ดังนี้

- 1.1 เขียนภาพและข้อมูลที่โจทย์กำหนดมาให้
- 1.2 กำหนดคำถามว่าโจทย์ต้องการให้หาสิ่งใด
- 1.3 เลือกหลักการทางฟิสิกส์ที่ต้องนำมาใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา

ขั้นที่ 2 ขันอธิบายหลักการทางฟิสิกส์ (Describe the Physics)

ขั้นตอนนี้จะต้องอาศัยความเข้าใจโจทย์ปัญหาในเชิงคุณภาพเพื่อนำไปใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาในเชิงปริมาณโดยการแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้ สร้างแผนภาพและเขียนตัวแปรต่างๆ ทั้งที่ทราบค่าและไม่ทราบค่าให้สมบูรณ์โดยตั้งอยู่บนพื้นฐานของหลักการทางฟิสิกส์ที่เป็นประโยชน์และมีความเป็นไปได้เพื่อทำให้ปัญหามีความชัดเจนและง่ายขึ้นโดยลักษณะของแผนภาพที่จะต้องเขียนให้สมบูรณ์ ขึ้นอยู่กับลักษณะของโจทย์ปัญหา เช่น แผนภาพการเคลื่อนที่ที่จะต้องข้อมูลสำคัญของตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ ไม่ว่าจะเป็นตำแหน่ง เวลา ความเร็วหรือความเร่ง เป็นต้น แผนภาพที่เกี่ยวข้องกับแรงก็ต้องเขียนออกมาให้อยู่ในรูปของเวกเตอร์แสดงทิศทางของแรงกระทำ ซึ่งแผนภาพที่ดีก็จะเป็นเครื่องมือที่มีประโยชน์ในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์เนื่องจากจะทำให้ง่ายต่อการทำความเข้าใจข้อมูลสำคัญต่างๆ ในขั้นตอนนี้สามารถสรุปเป็นขั้นตอนย่อยๆ ได้ดังนี้

2.1 สร้างแผนภาพแสดงความสัมพันธ์ของสิ่งต่างๆ ที่ปรากฏในสถานการณ์ของโจทย์ปัญหาและเขียนตัวแปรต่างๆ เพื่ออธิบายแผนภาพให้ชัดเจนขึ้น มีตัวแปรใดบ้างที่ทราบค่าแล้วและมีตัวแปรใดบ้างที่ยังไม่ทราบค่า

2.2 ระบุเป้าหมายของโจทย์ให้ชัดเจนว่าโจทย์ต้องการให้หาค่าของตัวแปรใด

2.3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างหลักการทางฟิสิกส์กับสิ่งที่ต้องการหาคำตอบ

ขั้นที่ 3 ขันวางแผนแก้ปัญหา (Plan the Solution)

ขั้นนี้คือต้องนำความสัมพันธ์จากการอธิบายหลักการทางฟิสิกส์ในขั้นที่ 2 ไปสร้างเป็นสมการที่จะนำไปใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาเพื่อหาค่าของตัวแปรที่ไม่ทราบค่า เป็นขั้นตอนการแปลความหมายทางฟิสิกส์โดยการวางแผนเพื่อหาแนวทางในการแก้โจทย์ปัญหาซึ่งจะต้องอธิบายให้อยู่ในรูปของสมการคณิตศาสตร์หรือสูตรที่เกี่ยวข้องกับโจทย์ปัญหาที่ต้องการหาคำตอบโดยทุกสมการที่นำมาใช้จะต้องมีการตรวจสอบตัวแปรที่ไม่ทราบค่าและวางแผนเลือกสมการที่จะนำมาใช้ในการหาค่าตัวแปรที่ไม่ทราบค่า นั้น เมื่อเชื่อมโยงสมการทั้งหมดได้แล้วก็กำหนดแนวทางในการแก้โจทย์ปัญหาโดยเริ่มจากการแก้สมการที่มีตัวแปรไม่ทราบค่าเพียงตัวเดียวก่อนจนกระทั่งสามารถหาค่าของตัวแปรที่เป็นคำตอบของโจทย์ปัญหาได้ ซึ่งในขั้นตอนนี้สามารถสรุปเป็นขั้นตอนย่อยๆ ได้ดังนี้

3.1 เขียนสมการที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรที่ไม่ทราบค่า

3.2 ตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่ไม่ทราบค่ากับสมการที่นำมาใช้

3.3 วางแผนกำหนดแนวทางในการแก้โจทย์ปัญหาซึ่งอยู่ในรูปของสมการทางคณิตศาสตร์

ขั้นที่ 4 ขันดำเนินการตามแผนที่วางไว้ (Execute the Plan)

ขั้นตอนนี้ถือเป็นขั้นตอนสุดท้ายที่จะทำให้ได้คำตอบของโจทย์ปัญหาซึ่งเป็นการดำเนินการหาคำตอบตามสมการที่ได้วางแผนไว้ในขั้นที่ 3 โดยการแทนค่าตัวแปรต่างๆ ทั้งที่ทราบค่าและไม่ทราบค่าโดยเริ่มจากสมการที่มีตัวแปรไม่ทราบค่าเพียงตัวเดียวก่อนจากนั้นก็นำค่าที่คำนวณได้แทน

ลงในสมการถัดไปตามที่ได้วางแผนไว้จนถึงการแก้สมการสุดท้ายเพื่อหาค่าของตัวแปรที่เป็นคำตอบของโจทย์ปัญหา ซึ่งในขั้นตอนนี้สามารถสรุปเป็นขั้นตอนย่อยๆ ได้ดังนี้

4.1 ดำเนินการตามแผนที่วางไว้โดยแก้สมการเพื่อหาค่าตัวแปรที่ไม่ทราบค่าด้วยการแทนตัวแปรต่างๆ ในสมการที่ได้กำหนดไว้ พร้อมกับตรวจสอบหน่วยของตัวแปรให้อยู่ในลักษณะเดียวกัน

4.2 คำนวณค่าตัวแปรที่ต้องการหาคำตอบโดยใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์

ขั้นที่ 5 ขั้นตรวจสอบผลลัพธ์ (Evaluate the Answer)

ขั้นตอนนี้เป็นการตรวจสอบคำตอบที่ได้ว่ามีความสมเหตุสมผลหรือไม่และคำตอบที่ได้นั้นจะต้องมีความถูกต้องตรงตามสิ่งที่โจทย์ถาม ซึ่งในขั้นตอนนี้จะต้องตอบคำถามเพื่อการตรวจสอบ 3 ข้อดังต่อไปนี้ คือ

5.1 คำตอบที่ได้มีความถูกต้องตามลักษณะของสถานการณ์โจทย์หรือไม่ เช่น อยู่ในหน่วยของตัวแปรที่โจทย์ถามหรือไม่ ทิศทางและตำแหน่งของวัตถุถูกต้องหรือไม่โดยสังเกตจากเครื่องหมายที่คำนวณได้

5.2 คำตอบที่ได้มีความสมเหตุสมผลหรือไม่

5.3 คำตอบที่ได้มีความสมบูรณ์ครบตรงตามสิ่งที่โจทย์ถามหรือไม่

ดิงค์และฮาร์แคมป์ (Ding; & Harskamp. 2007: 331-343) กล่าวถึงลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหาไว้ 5 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การสำรวจปัญหา เป็นขั้นที่นักเรียนอ่านปัญหาโจทย์ ตีความว่าสิ่งใดบ้างรู้ สิ่งใดบ้างที่ไม่รู้ของปัญหา และกำหนดวิธีการ หลักการ ที่เหมาะสมในการแก้ปัญหาและมีประโยชน์สำหรับการแก้ปัญหา ในขั้นตอนนี้ที่นักเรียนสามารถวางแผนภาพประกอบในการแก้ปัญหา เช่น แผนภาพแสดงการเคลื่อนที่ของวัตถุ

ขั้นตอนที่ 2 ประมวลความรู้ เป็นขั้นที่นักเรียนแปลความจากสิ่งที่ได้ออกแบบไว้ไปสู่การอธิบายด้วยวิธีการสร้างไดอะแกรม โดยในไดอะแกรมผู้เรียนสามารถกำหนดตัวแปรและปริมาณต่างๆที่ใช้ในการคำนวณ และเขียนสูตรทางฟิสิกส์ที่เกี่ยวข้องในการแก้ปัญหาและสามารถนำมาช่วยในการแก้ปัญหาได้ การเลือกใช้สูตรต่างๆอาจเกิดจากการอภิปรายในกลุ่มผู้เรียนในการเลือกตั้งสนใจได้

ขั้นตอนที่ 3 วางแผนในการแก้ปัญหา หลักจากที่นักเรียนมีคำอธิบาย วิธีการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา แล้วนักเรียนทุกคนจะต้องวางแผนในการแก้ปัญหา โดยแผนนี้ควรจะเกี่ยวข้องกับขั้นตอนในสมการและการประมาณค่าอย่างคร่าว ๆ ของผลลัพธ์ที่จะเกิดขึ้น หลังจากนั้นนักเรียนแลกเปลี่ยน พูดคุยในแผนที่วางไว้ เปรียบเทียบแผนในการแก้ปัญหาร่วมกัน ซึ่งการเปรียบเทียบการวางแผนการแก้ปัญหาก็จะทำให้นักเรียนทราบว่า มีวิธีการแก้ปัญหาเดียวกันนั้นได้หลากหลายวิธี

ขั้นตอนที่ 4 ดำเนินการตามแผนเป็นขั้นที่นักเรียนปฏิบัติตามแผนที่วางไว้โดยการคำนวณตามที่วางแผนไว้ในขั้นที่ 2 จนกระทั่งได้คำตอบ

ขั้นตอนที่ 5 การตรวจสอบคำตอบ เป็นขั้นตอนตรวจสอบผลลัพธ์ของคำตอบที่ได้จากการแก้ปัญหาว่าถูกต้องหรือไม่ โดยคำตอบของนักเรียนที่ได้อาจจะตรงกันหรือแตกต่างกันได้ ถ้าคำตอบตรงกัน ก็จะมีการให้นักเรียนอธิบายและตรวจสอบ ว่าวิธีการได้มาของคำตอบนั้นถูกต้อง แต่ถ้าหากคำตอบที่ได้ของนักเรียนมีความแตกต่างกัน ก็ควรจะตรวจสอบว่าวิธีการได้ถูกต้องและสมบูรณ์

โรจาส (Rojas.2010: 22-28) กล่าวถึงลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหาไว้ 6 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ทำความเข้าใจกับปัญหา ในขั้นตอนนี้จะเป็นการพิจารณาสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับคำถามหรือปัญหาว่าสิ่งใดเป็นสิ่งที่ไม่ทราบค่าและโจทย์ต้องการรู้ ซึ่งในขั้นตอนนี้ นักเรียนจะต้องใช้เหตุผลในการคิดวิเคราะห์ปัญหาและคาดคะเนคำตอบพิจารณาแยกปัญหาใหญ่ออกเป็นปัญหาย่อย แล้วคิดอย่างเป็นระบบ โดยนำความรู้ความเข้าใจ ข้อมูลและประสบการณ์เดิมที่เคยศึกษามาแล้วมาคิดแก้ปัญหา คาดคะเนคำตอบ

ขั้นตอนที่ 2 จัดเตรียมปริมาณที่ใช้ในการอธิบายปัญหา ในขั้นตอนนี้ นักเรียนจะต้องคิดและเขียนในส่วนของกฎ หลักการ แนวคิดหรือสูตรต่างๆ ที่เกี่ยวข้องที่สามารถจะนำมาใช้ในการแก้ปัญหา หรือสร้างกรอบแนวความคิด แผนภาพ ไดอะแกรมลงไปเพื่อที่นักเรียนจะสามารถอธิบายและสามารถวิเคราะห์ปัญหาในทางฟิสิกส์

ขั้นตอนที่ 3 วางแผนแก้ปัญหา ในขั้นตอนของการวางแผนแก้ปัญหาซึ่งเกี่ยวข้องกับการพิจารณาว่าปัญหากับสิ่งที่โจทย์ต้องการหาว่ามีความเกี่ยวข้อง สัมพันธ์กันอย่างไร นักเรียนจะต้องวางแผน กลยุทธ์ในการแก้ปัญหา หรือหลาย ๆ ยุทธวิธีร่วมกัน เพื่อเตรียมนำมาใช้ในการแก้ปัญหา อาจจะกำหนดแผนไว้หลายแผน หากแผนใดไม่ประสบความสำเร็จก็อาจจะใช้แผนอื่นมาทดแทนได้ เช่นการนำสมการที่เกี่ยวข้องมาใช้ โดยจะต้องคิดพิจารณาว่าสมการนั้นจะสามารถใช้ในการแก้ปัญหาได้ถูกต้องหรือไม่

ขั้นตอนที่ 4 ดำเนินการตามแผน เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนต้องดำเนินการแก้ปัญหาตามแผนที่ได้กำหนดไว้ เพื่อให้ได้คำตอบหรือแก้ปัญหาให้ได้ตามแผนที่วางไว้

ขั้นตอนที่ 5 พิสูจน์ความสอดคล้องของสมการ เป็นขั้นตอนที่ให้นักเรียนพิสูจน์ตรวจสอบสมการที่เกี่ยวข้องจากการคำนวณว่ามีความถูกต้องหรือผิดพลาดในส่วนใด และถ้าตรวจสอบแล้วไม่พบข้อผิดพลาดใดๆ นักเรียนก็สามารถจะประเมินคำตอบที่ได้ว่าถูกต้องหรือไม่โดยการตรวจสอบในขั้นตอนต่อไป

ขั้นตอนที่ 6 ตรวจสอบและประเมินคำตอบ หลังจากตรวจพิสูจน์ความสอดคล้องของสมการและได้มาเป็นผลลัพธ์นักเรียนทำการตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้รับว่าสอดคล้องตรงตามโจทย์ต้องการหรือไม่ และจากผลลัพธ์สามารถนำไปสู่คำตอบอย่างสมเหตุสมผลเพียงใดหรือไม่ และควรส่งเสริมให้นักเรียนหาแนวทางในการแก้ปัญหาที่แตกต่างไปแนวทางเดิม เพื่อเพิ่มความเข้าใจที่ดียิ่งขึ้น

จากการศึกษาแนวคิดของนักฟิสิกส์ศึกษาเกี่ยวกับขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของเชอคูรี (Chekuri.1996: 45-51); เฮลเลอร์และเฮลเลอร์ (Heller; & Heller. 1999: 26-31); ดิงค์และฮาร์แคมป์ (Ding; & Harskamp. 2007: 331-343); และโรจาส (Rojas. 2010: 22-28) พบว่าขั้นตอนในการแก้ปัญหามีบางขั้นตอนที่มีความสอดคล้องกัน และบางขั้นตอนแตกต่างกัน ผู้วิจัยพบข้อสรุปที่สำคัญที่จะต้องค้นหาหรือกระทำในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ตามแนวคิดของนักฟิสิกส์ศึกษา ได้ดังนี้

1. สิ่งที่โจทย์กำหนด
2. สิ่งที่โจทย์ถาม
3. วาดภาพประกอบและกำหนดปริมาณต่างๆที่เกี่ยวข้อง
4. เขียนสมการที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรที่ไม่ทราบค่า โดยใช้หลักการทางฟิสิกส์
5. ดำเนินการแก้สมการ
6. ตรวจสอบคำตอบถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ

ผู้วิจัยได้นำแนวคิดของนักฟิสิกส์ศึกษามาวិเคราะห์ เพื่อเปรียบเทียบขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ และได้สรุปรูปแบบของการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ตามแนวคิดของนักฟิสิกส์ศึกษา ดังตาราง 3

ตาราง 3 การเปรียบเทียบและสรุปขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ตามแนวคิดของนักฟิสิกส์ศึกษา

ขั้นตอน ในการ แก้ปัญหา	รูปแบบการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ตามแนวคิดของนักฟิสิกส์ศึกษา				สรุปรูปแบบการแก้โจทย์ ปัญหาตามแนวคิดนัก ฟิสิกส์ศึกษา
	Chekuri (1996)	Heller & Heller (1999)	Ding & Harskamp (2007)	Rojas (2010)	
	ทำความเข้าใจกับปัญหา	พิจารณาปัญหา	วิเคราะห์ปัญหา	ทำความเข้าใจปัญหา	ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจกับปัญหา
	สร้างและวางแผน แก้ปัญหา	อธิบายหลักการทางฟิสิกส์	ทำการสำรวจปัญหา	จัดเตรียมวิธีการแก้ปัญหา	ขั้นที่ 2 วิเคราะห์ปัญหา
	จำแนกวิธีการที่ หลากหลาย	วางแผนแก้ปัญหา	วางแผนแก้ปัญหา	วางแผนแก้ปัญหา	ขั้นที่ 3 วางแผนแก้ปัญหา
	คัดเลือกวิธีการ แก้ปัญหาที่ดีที่สุด	ดำเนินการแก้ปัญหา	ดำเนินการตามแผน	ดำเนินการตามแผน	ขั้นที่ 4 ดำเนินการตามแผน
	ตรวจ วสอบคำตอบ	ประเมินตรวจสอบคำตอบ	ตรวจสอบคำตอบ	การตรวจสอบประเมินคำตอบ	ขั้นที่ 5 ประเมินและตรวจสอบ คำตอบ
	การอธิบายคำตอบ	----	----	พิสูจน์ความสอดคล้อง ของสมการ	

จากตาราง 3 สามารถสรุปรูปแบบการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ ตามแนวทางของนักฟิสิกส์ศึกษา ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอนดังนี้

- ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจกับปัญหา (สิ่งที่โจทย์บอก , สิ่งที่โจทย์ถาม)
- ขั้นที่ 2 วิเคราะห์ปัญหา (วาดภาพประกอบ)
- ขั้นที่ 3 วางแผนแก้ปัญหา (เลือกสมการ)
- ขั้นที่ 4 ดำเนินการตามแผน (แก้สมการ)
- ขั้นที่ 5 ประเมินและตรวจสอบคำตอบ

และจากการศึกษาการสอนแก้ปัญหาโดยใช้รูปแบบ SSCS (Pizzini, Sheparson; & Abell .1989) ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน

ขั้นที่ 1 Search: S หมายถึง การค้นหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา และการแยกแยะประเด็นของปัญหา การแสวงหาข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวกับปัญหา

ขั้นที่ 2 Solve: S หมายถึง การวางแผนและการดำเนินการแก้ปัญหาด้วยวิธีการต่างๆ หรือการหาคำตอบของปัญหาที่เราต้องการ โดยการนำข้อมูลที่ได้จากขั้นที่ 1 มาใช้ประกอบในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 Create: C หมายถึง การนำผลที่ได้มาจัดกระทำเป็นขั้นตอนเพื่อให้เข้าใจต่อความเข้าใจ และเพื่อสื่อสารกับคนอื่นได้ การนำเอาข้อมูลที่ได้จากการแก้ปัญหา หรือวิธีการที่ได้จากการแก้ปัญหามาจัดกระทำให้อยู่ในรูปของคำตอบ หรือวิธีการที่สามารถอธิบายให้เข้าใจได้ง่าย

ขั้นที่ 4 Share: S หมายถึง การแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับข้อมูลและวิธีการแก้ปัญหา การให้ผู้เรียนแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับขั้นตอน หรือวิธีการที่ใช้ในการแก้ปัญหาทั้งของตนเองและผู้อื่น

จากการศึกษาแนวทางของการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ตามแนวคิดของนักฟิสิกส์ศึกษา และการสอนแก้ปัญหาโดยใช้รูปแบบ SSCS ผู้วิจัยพบว่าแนวทางในการแก้ปัญหาทั้งสองแนวทางมีข้อดีที่สามารถปรับใช้เป็นขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ กล่าวคือ ขั้น Search ของรูปแบบ SSCS ซึ่งเป็นขั้นตอนของการค้นหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา ผู้วิจัยได้เสริมขั้นตอนในการค้นหาสิ่ง โจทย์บอก สิ่งที่โจทย์ถาม และการสร้างแผนภาพประกอบโจทย์จากแนวคิดของนักฟิสิกส์ศึกษา เพื่อช่วยให้นักเรียนสามารถเห็นแนวทางในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ที่มีความชัดเจนมากขึ้น และขั้น Share ของรูปแบบ SSCS ซึ่งเป็นขั้นตอนของการแลกเปลี่ยนแนวทางในการแก้ปัญหา โดยในขั้นนี้สามารถที่จะฝึกนักเรียนในการสื่อสารกับผู้อื่น โดยการรวมอภิปรายหรือเขียนบรรยายถึงแนวทางในการแก้ปัญหา ซึ่งสามารถส่งผลให้นักเรียนมีความเข้าใจในส่วน of แนวความคิดหลัก และหลักการทางฟิสิกส์มากยิ่งขึ้น ผู้วิจัยจึงได้นำแนวทางจากขั้นตอนของการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ตามแนวคิดของนักฟิสิกส์ศึกษา และการสอนแก้ปัญหาโดยใช้รูปแบบ SSCS มาปรับใช้เป็นแนวทางของขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ โดยมีการปรับชื่อขั้นตอนการสอนแก้ปัญหาโดยใช้รูปแบบ SSCS เพื่อให้ตรงกับขั้นตอนที่ปฏิบัติในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรียกว่ากิจกรรม 4S ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนที่ไม่ยุ่งยาก และนักเรียนสามารถจดจำขั้นตอนได้ง่าย อีกทั้งมีการเสริมขั้นตอนย่อย เพื่อให้

เกิดความชัดเจนในการลงมือปฏิบัติ และเห็นแนวทางในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ กิจกรรม 4S จึงมีความเหมาะสมในการปรับใช้เป็นขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนแผนการเรียนไม่เน้นวิทยาศาสตร์

โดยกิจกรรม 4S ประกอบด้วยขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 S : Search ค้นหาและทำความเข้าใจ

1. ค้นหาคำสำคัญ สิ่งที่โจทย์บอก สิ่งที่โจทย์ถามและตรวจสอบหน่วย
 - 1.1 ชีตเส้นใต้ 1 เส้นใต้คำสำคัญและสิ่งที่โจทย์บอก
 - 1.2 ชีตเส้นใต้ 2 เส้นใต้สิ่งที่โจทย์ถาม
 - 1.3 วงกลมล้อมรอบหน่วยที่ไม่อยู่ในระบบหน่วยระหว่างชาติ
2. สร้างแผนภาพประกอบโจทย์พร้อมระบุตัวแปรที่เกี่ยวข้องจากคำสำคัญ
สิ่งที่โจทย์บอก และสิ่งที่โจทย์ถาม

ขั้นที่ 2 S : Select หาแนวทางในการแก้ปัญหา

1. นำข้อมูลมาเขียนเพื่อเลือกสมการที่ใช้ในการแก้ปัญหา
2. เลือกสูตร กฎ สมการ ทฤษฎีหรือหลักการทางฟิสิกส์ที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 S: Solve ดำเนินการแก้ปัญหา

สร้างคำตอบโดยการแก้สมการ สุดท้ายให้พิจารณาคำตอบว่าตรงกับที่โจทย์ถามหรือไม่พร้อมทั้งพิจารณาความเป็นไปได้ของคำตอบ

ขั้นที่ 4 S : Share แลกเปลี่ยนแนวทางในการแก้ปัญหา

ร่วมอภิปรายหรือเขียนบรรยายแนวทางในการแก้ปัญหา และความหมายของตัวเลขจากคำตอบ

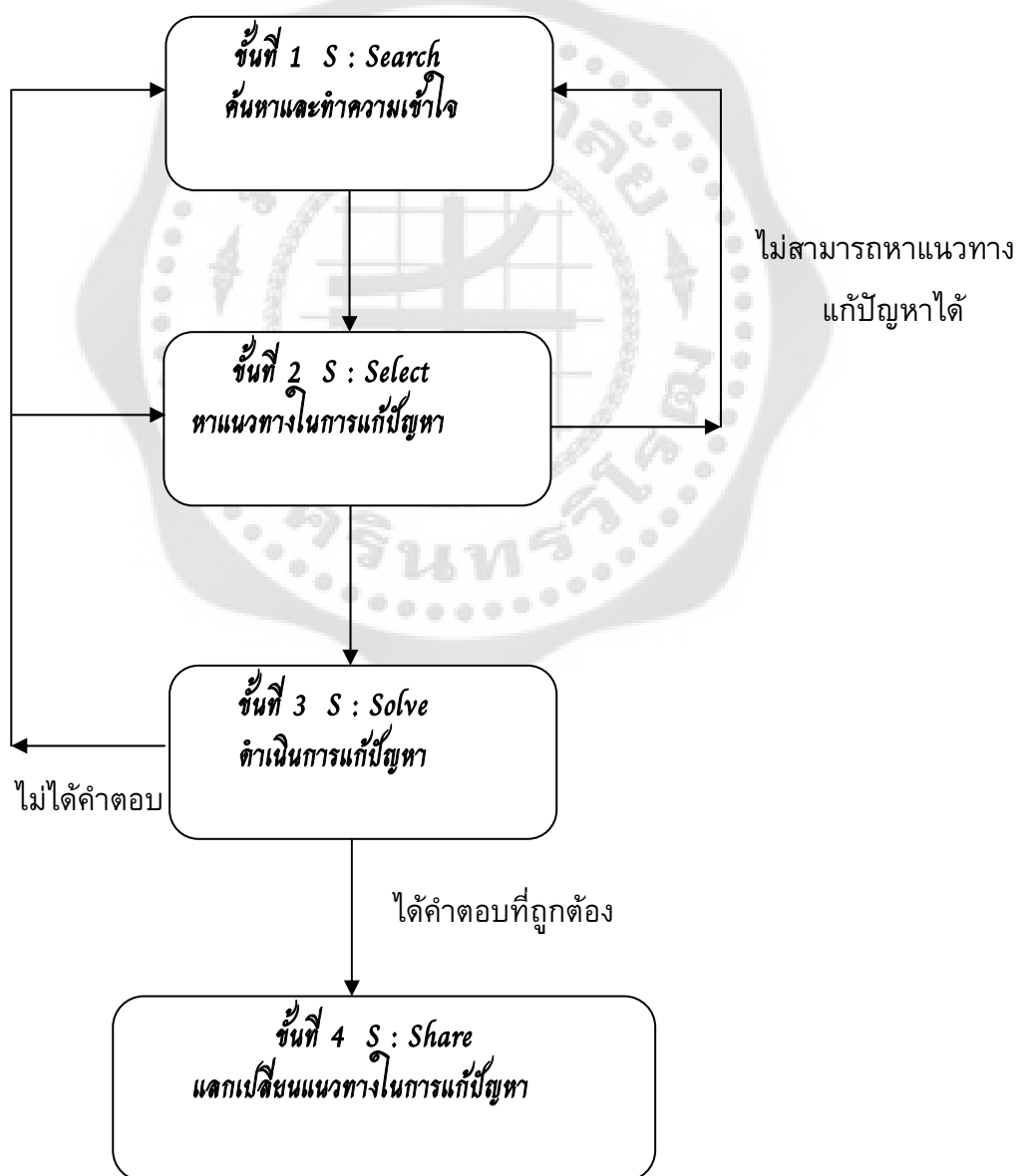
โดยผู้วิจัยได้สรุปเป็นตาราง แสดงการเปรียบเทียบขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาตามแนวคิดของนักฟิสิกส์ศึกษา การสอนแก้ปัญหาโดยใช้รูปแบบ SSCS และกิจกรรม 4S ที่ใช้ในการวิจัย ดังตาราง 4

ตาราง 4 แสดงการเปรียบเทียบขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาตามแนวคิดของนักฟิสิกส์ศึกษา การสอนแก้ปัญหโดยใช้รูปแบบ SSCS และกิจกรรม 4S

ขั้นตอน ในการ แก้ปัญห	ขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาตามแนวคิด ของนักฟิสิกส์ศึกษา (Chekuri , Heller & Heller, Ding & Harskamp และ Rojas)	ขั้นตอนการสอนแก้ปัญหโดยใช้รูปแบบSSCS (Pizzini, Shepardson &Abell)	ขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ โดยใช้กิจกรรม 4S
1	ทำความเข้าใจกับปัญหา (หาสิ่งที่โจทย์บอก สิ่งที่โจทย์ถาม)	Search : การค้นหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา	Search : ค้นหาและทำความเข้าใจ (หาคำสำคัญ สิ่งที่โจทย์บอก สิ่งที่โจทย์ถาม ตรวจสอบหน่วย เขียนแผนภาพประกอบ)
2	วิเคราะห์ปัญหา (วาดภาพประกอบ)	-----	
3	วางแผนแก้ปัญห (เลือกสมการตามหลักการทางฟิสิกส์)	Solve : วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหหรือ การหาคำตอบที่ต้องการ	Select : หาแนวทางในการแก้ปัญห (เขียนข้อมูลจากคำสำคัญ สิ่งที่โจทย์บอก และเลือกสมการตามหลักการทางฟิสิกส์)
4	ดำเนินการตามแผน (แก้สมการ)	Create : นำผลการแก้ปัญหามากระทำเป็นขั้นตอน ให้อยู่ในรูปของคำตอบ	Solve : ดำเนินการแก้ปัญห (แก้สมการ และตรวจสอบคำตอบ)
5	ประเมินและตรวจสอบคำตอบ	-----	
6	-----	Share : แลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับข้อมูล และวิธีในการแก้ปัญห	Share : แลกเปลี่ยนแนวทางในการแก้ปัญห (ร่วมอภิปราย หรือเขียนบรรยายแนวทางในการ แก้ปัญห และความหมายของตัวเลขจากคำตอบ)

จากตาราง 4 จะเห็นว่าขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ตามแนวคิดของนักฟิสิกส์ศึกษาและขั้นตอนการสอนแก้ปัญหโดยใช้รูปแบบ SSCS มีความสอดคล้องและแตกต่างกันในบางขั้นตอน โดยผู้วิจัยได้นำข้อดีของแนวทางในการแก้ปัญหของทั้งสองรูปแบบ มาปรับใช้เป็นกิจกรรม 4S เพื่อใช้เป็นขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ และมีการเสริมขั้นตอนย่อย เพื่อให้เกิดความชัดเจนในการลงมือปฏิบัติ และเห็นแนวทางในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ โดยกิจกรรม 4S มีขั้นตอนที่ไม่ยุ่งยาก อีกทั้งชื่อของขั้นยังมีความชัดเจนในการลงมือปฏิบัติ ทำให้นักเรียนสามารถจดจำขั้นตอนในการนำไปใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ที่มีความเหมาะสมกับนักเรียนแผนการเรียนไม่เน้นวิทยาศาสตร์ เพื่อแก้ปัญหการไม่ทราบขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์

ขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์โดยใช้กิจกรรม 4S ในงานวิจัยนี้ สามารถนำมาเขียนเป็นแผนภาพประกอบแสดงความสัมพันธ์ขั้นตอนการแก้ปัญหา ดังนี้



ภาพประกอบ 3 ลำดับขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์โดยใช้กิจกรรม 4S

จากภาพประกอบที่ 3 ลำดับขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์โดยใช้กิจกรรม 4S เมื่อนักเรียนปฏิบัติในขั้นที่ 1 Search ค้นหาและทำความเข้าใจ โดยการหาคำสำคัญ สิ่งที่โจทย์บอก สิ่งที่โจทย์ถาม ตรวจสอบหน่วย เขียนแผนภาพประกอบ เมื่อเข้าสู่ขั้นที่ 2 Select หาแนวทางในการแก้ปัญหา โดยการเขียนข้อมูลจากคำสำคัญ สิ่งที่โจทย์บอก และเลือกสมการตามหลักการทางฟิสิกส์ ในขั้นนี้ หากนักเรียนไม่สามารถหาแนวทางแก้ปัญหาได้ เช่น ไม่สามารถเลือกสมการตามข้อมูลในขั้นที่ 2 ได้ ให้นักเรียนย้อนกลับไปในขั้นที่ 1 เพื่อตรวจสอบว่าการลงข้อมูลจากคำสำคัญ สิ่งที่โจทย์บอก หรือสิ่งที่โจทย์ถาม ถูกต้องหรือไม่ ส่วนในขั้นที่ 3 Solve ดำเนินการแก้ปัญหา โดยการแก้สมการ และพิจารณาคำตอบว่าตรงกับสิ่งที่โจทย์ถามหรือไม่ รวมถึงพิจารณาความเป็นไปได้ของคำตอบ ในขั้นนี้หากไม่ได้คำตอบที่ถูกต้อง จากการพิจารณาจากความเป็นไปได้ของคำตอบ โดยพบว่าได้คำตอบที่ไม่ถูกต้อง หรือไม่สอดคล้องกับเหตุการณ์ในโจทย์ปัญหา เช่น การคำนวณหาค่าของเวลา แต่ได้คำตอบที่มีค่าเป็นลบ หรือวัตถุเคลื่อนที่ช้าลงแต่คำนวณแล้วได้ความเร่งที่มีค่าเป็นบวก นักเรียนสามารถย้อนกลับไปทบทวนหาข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นจากขั้นที่ 1 หรือขั้นที่ 2 ได้

สำหรับการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ใช้การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามแนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองและแนวคิดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5E เป็นพื้นฐานในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5E ที่เสริมกิจกรรม 4S มาใช้เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการเคลื่อนที่แนวตรง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนไม่เน้นวิทยาศาสตร์ กล่าวคือ การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5E ที่เสริมกิจกรรม 4S เป็นรูปแบบที่ครูสามารถนำไปปรับประยุกต์ให้เหมาะสมกับธรรมชาติของวิชาฟิสิกส์ โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ทำให้นักเรียนเกิดความรู้ ความเข้าใจ ในส่วนของแนวความคิดหลัก และหลักการทางฟิสิกส์ และเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย สามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง โดยเสริมกิจกรรม 4S ในขั้นขยายความรู้ (Elaboration Phase) ซึ่งเป็นขั้นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิม หรือแนวความคิดที่ได้จากการค้นคว้าเพิ่มเติม หรือจากข้อสรุป ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่นๆ โดยใช้กิจกรรม 4S เป็นขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ สามารถสรุปขั้นตอนในการกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ได้ดังนี้

การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5E ที่เสริมกิจกรรม 4S

1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement Phase) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียน และตรวจสอบความรู้เดิม ก่อนเข้าสู่การดำเนินกิจกรรม
2. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration Phase) ดำเนินการสำรวจ ทดลอง ค้นหา และรวบรวมข้อมูล
3. ขั้นอธิบาย (Explanation Phase) นำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจและค้นหามาวิเคราะห์ สรุปและอภิปราย
4. ขั้นขยายความรู้ (Elaboration Phase) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนนำความรู้ที่ได้จากขั้นอธิบายมาใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ และใช้กิจกรรม 4S เป็นขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์

กิจกรรม 4S ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 S : Search ค้นหาและทำความเข้าใจ

1. ค้นหาคำสำคัญ สิ่งที่โจทย์บอก สิ่งที่โจทย์ถามและตรวจสอบหน่วย

1.1 ขีดเส้นใต้ 1 เส้นใต้คำสำคัญและสิ่งที่โจทย์บอก

1.2 ขีดเส้นใต้ 2 เส้นใต้สิ่งที่โจทย์ถาม

1.3 วงกลมล้อมรอบหน่วยที่ไม่อยู่ในระบบหน่วยระหว่างชาติ

2. สร้างแผนภาพประกอบโจทย์พร้อมระบุตัวแปรที่เกี่ยวข้องจากคำสำคัญ
สิ่งที่โจทย์บอก และสิ่งที่โจทย์ถาม

ขั้นที่ 2 S : Select หาแนวทางในการแก้ปัญหา

1. นำข้อมูลมาเขียนเพื่อเลือกสมการที่ใช้ในการแก้ปัญหา

2. เลือกสูตร กฎ สมการ ทฤษฎีหรือหลักการทางฟิสิกส์ที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 S: Solve ดำเนินการแก้ปัญหา

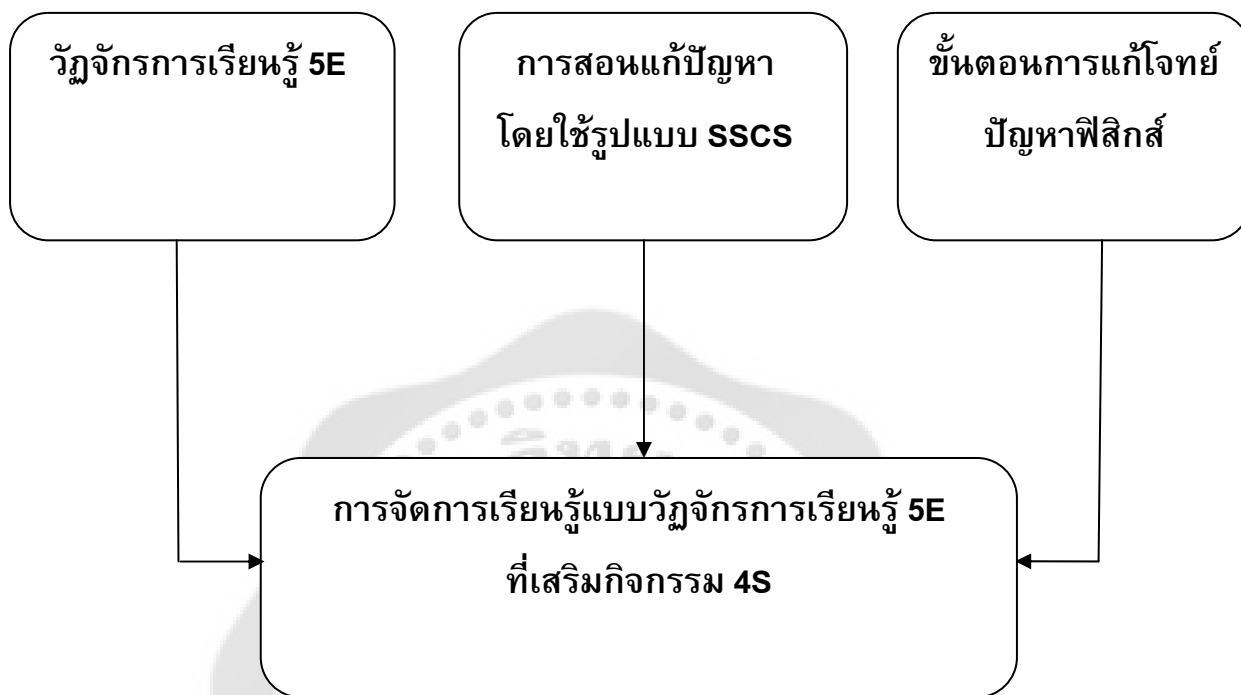
สร้างคำตอบโดยการแก้สมการ สุดท้ายให้พิจารณาคำตอบว่าตรงกับที่โจทย์ถาม
หรือไม่พร้อมทั้งพิจารณาความเป็นไปได้ของคำตอบ

ขั้นที่ 4 S : Share แลกเปลี่ยนแนวทางในการแก้ปัญหา

ร่วมอภิปรายหรือเขียนบรรยายแนวทางในการแก้ปัญหา และความหมายของ
ตัวเลขจากคำตอบ

5. ขั้นประเมินผล (Evaluation Phase) เป็นการตรวจสอบความถูกต้องของความรู้
ที่ได้รับ

สรุปการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5E ที่เสริมกิจกรรม 4S ได้ดังภาพประกอบ 4



ภาพประกอบ 4 การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5E ที่เสริมกิจกรรม 4S

8. ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์

กรมวิชาการ (2545: 1) และหน่วยศึกษานิเทศก์ (2545: 70) ได้กล่าวถึงความหมายของ โจทย์ปัญหาไว้สอดคล้องกันคือ เป็นแบบฝึกหัด หรือโจทย์ปัญหาที่สร้างขึ้นเพื่อความเข้าใจหรือเพื่อเพิ่มเติมเนื้อหา มีลักษณะเป็นข้อความ เรืองราว ที่ไม่สามารถหาผลลัพธ์ได้ในทันที จะต้องนำความรู้ไปใช้ในการคิดหาวิธีการเพื่อให้ได้คำตอบเชิงปริมาณ หรือตัวเลข โดยใช้ความรู้ ประสบการณ์ การวางแผน การตัดสินใจลงมือแก้ปัญหาเอง จะต้องแปลความหมาย วิเคราะห์ความหมายของ โจทย์ปัญหาก่อนที่จะดำเนินการหาคำตอบ และยังสอดคล้องกับโปรโตเลสและโรเปส (Portoles; & Lopez. 2008: 110) ที่กล่าวโดยสรุปไว้ว่า ปัจจัย 2 ประการที่ให้นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาได้ประสบความสำเร็จ ประการที่หนึ่งคือนักเรียนต้องรู้แนวคิด ทฤษฎี หลักการทางฟิสิกส์ และ ประการที่สองคือนักเรียนจะต้องมีกลยุทธ์ในการใช้แนวคิด ทฤษฎี และหลักการทางฟิสิกส์เพื่อนำไปในการแก้โจทย์ปัญหา และจากงานวิจัยของ ปันตดา เทียงโยธา(2552: 104) ที่ทำการศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ยังพบอีก

ว่าตัวแปรที่มีอิทธิพลและเป็นสาเหตุโดยตรงต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ คือความรู้พื้นฐานวิชาฟิสิกส์

ปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการแก้โจทย์ปัญหา

สุวรรณ ภาณุฉนอมยุร (2533: 3-4) ได้กล่าวถึงปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการแก้โจทย์ปัญหา มีดังนี้

1. ภาษา

1.1 ทักษะการอ่าน หมายถึง การอ่านต้องคล่อง ชัดเจน รู้จักแบ่งวรรคตอนได้ถูกต้อง ไม่ว่าจะอ่านในใจ หรืออ่านออกเสียง

1.2 ทักษะการจับใจความ หมายถึง เมื่ออ่านข้อความของโจทย์ปัญหา แล้วสามารถแบ่งข้อความของโจทย์ได้ว่าตอนใดเป็นข้อความของโจทย์ที่กำหนดให้ และข้อความตอนใดเป็นสิ่งที่โจทย์ถาม หรือสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ

1.3 รู้จักใช้ความหมายของคำถูกต้องตามเจตนารมณ์ของโจทย์ปัญหา ครูผู้สอนจำเป็นต้องอธิบายความหมายของคำต่าง ๆ ให้นักเรียนทราบอย่างชัดเจน และทบทวนความหมายของคำที่เรียนเสมอ

2. ความเข้าใจ

2.1 ทักษะการจับใจความ กล่าวคือ อ่านโจทย์หลาย ๆ ครั้ง แล้วสามารถจับใจความได้ว่าเป็นเรื่องอะไร โจทย์กำหนดอะไรให้บ้าง โจทย์ต้องการทราบอะไร

2.2 ทักษะการตีความ กล่าวคือ อ่านโจทย์ปัญหาสามารถตีความหรือแปลความได้

2.3 ทักษะการแปลความ กล่าวคือ จากประโยคที่แปลความมาจากโจทย์ปัญหานั้น สามารถสร้างโจทย์ปัญหาในลักษณะเดียวกันได้อีก

3. ทักษะการคิดคำนวณ

3.1 ทักษะการบวกจำนวน

3.2 ทักษะการลบจำนวน

3.3 ทักษะการคูณจำนวน

3.4 ทักษะการหารจำนวน

3.5 ทักษะการยกกำลัง

3.6 ทักษะการแก้สมการ

4. การย่อความและสรุปความได้ครบถ้วนชัดเจน กล่าวคือ ขึ้นแสดงวิธีทำ

4.1 ทักษะในการย่อความ เพื่อเขียนข้อความจากโจทย์ปัญหาในลักษณะย่อความ ได้รัดกุม ชัดเจน ครบถ้วนตามประเด็นสำคัญ

4.2 ทักษะในการสรุปความ หมายถึง สามารถสรุปความจากสิ่งที่กำหนดให้มาเป็นความรู้ใหม่ได้ถูกต้อง และสามารถเขียนแสดงวิธีทำได้อย่างชัดเจนรัดกุม และ สื่อความหมายแก่ผู้ตรวจสอบการแสดงวิธีทำนั้น

5. การฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหา ได้แก่

5.1 ฝึกทักษะตามตัวอย่าง

5.2 ฝึกทักษะจากการแปล

5.3 ฝึกทักษะจากหนังสือเรียน

การอ่านจับใจความสำคัญ

การอ่านจับใจความสำคัญมีความสำคัญต่อผู้อ่านมาก เพราะเป็นเครื่องมือที่สำคัญในการแสวงหาความรู้ และเป็นทักษะที่จะต้องมีการฝึกฝนอยู่เสมอ

ฟรอส (Frost. 1998: 43) ได้กล่าวถึงความสำคัญของการอ่าน โดยมีองค์ประกอบ ดังนี้

1. ด้านของคำและความหมายของคำ (Word Factor) หมายถึงรูปคำและความหมายของคำนั้นๆ

2. การเรียบเรียงถ้อยคำ (Verbal Factor) หมายถึงความเชื่อมโยงในความหมายของคำต่างๆ ที่อยู่รอบๆ โดยไม่ต้องใช้เหตุผลทางนามธรรมมากนัก อาจกล่าวได้ว่า เป็นความสามารถในการเข้าใจรายละเอียดของประโยคย่อยๆ และสามารถจัดลำดับของข้อความได้

3. การสรุปที่เป็นเหตุเป็นผล (Abstract Reasoning) หมายถึงเหตุผลทางนามธรรมจากอักษรที่ปรากฏในข้อความ เป็นการสังเคราะห์ใจความสำคัญของข้อความนั้น การคิดอุปมา และการคิดแก้ปัญหา

เบอร์มิสเตอร์ (Burmeister. 1999: 79) ได้กล่าวถึงการอ่านที่ทำให้เกิดความเข้าใจจากสิ่งที่อ่านจะต้องประกอบด้วยองค์ประกอบต่อไปนี้

1. การตีความของตัวหนังสือหรือสัญลักษณ์
2. การจับความหมายได้
3. การซึมซาบหรือความเข้าใจความคิดของผู้นำเสนอ
4. กระบวนการคิดหาเหตุหรือความหมาย

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (2554: ออนไลน์) และวนิษา เรช (2551: 110) ได้กล่าวถึงการอ่านหนังสือเพื่อให้เกิดประโยชน์และพัฒนาศติปัญญา รวมถึงการพัฒนาความสามารถในการเรียนรู้ ความเข้าใจ ความจำ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และความคิดสร้างสรรค์ที่จะได้จากการอ่านหนังสือสามารถทำได้โดยการขีด เขียน ลงไปในหนังสือเมื่อต้องการที่จะเน้นความสำคัญ อาจทำได้โดยการขีดเส้นใต้ ทำเครื่องหมาย สร้างสัญลักษณ์ เหนือหรือใต้ข้อความที่เห็นว่ามีมีความสำคัญ อาจจะทำวงกลมรอบข้อความสำคัญนั้น ขีดด้วยปากกาเน้นข้อความ หรือใส่เครื่องหมายดอกจันเหนือข้อความนั้นหากข้อความนั้นมีความสำคัญมาก หรือต้องการกลับมาทบทวน อาจจะทำเพิ่มจำนวนดอกจัน ตามความสำคัญของเนื้อหานั้นๆ

และสุวร กาญจนมยุร (2543: 3-4) ได้กล่าวถึงบทบาทของครู เพื่อให้นักเรียนสามารถพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา คือ ควรฝึกนักเรียนในเรื่องของทักษะการอ่านจับใจความ โดยการอ่านซ้ำ เพื่อสามารถบอกได้ว่าสิ่งใดคือสิ่งที่โจทย์กำหนด สิ่งใดคือสิ่งที่โจทย์ถาม และสามารถแปลงโจทย์มาเขียนเป็นประโยคสัญลักษณ์ รวมถึงทักษะในการคำนวณ

จากการศึกษางานวิจัย มีผู้ให้ความหมายของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ไว้ดังนี้

เจนศึก โพธิศาสตร์ (2546: 5) หมายถึง คะแนนที่ได้จากการตอบแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง งานและพลังงาน ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นแบบทดสอบอัตนัย โดยวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา 5 ขั้นตอน ตามกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของครูลิขและรุทนิค

อรพินท์ ชื่นชอบ (2549: 6) หมายถึงความสามารถในการคิดแก้ปัญหาและระบุวิธีการแก้ปัญหาตามขั้นตอนการแก้ปัญหาของโพลยา วัดได้จากคะแนนการตอบคำถามจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ฟิสิกส์ ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นแบบทดสอบอัตนัย

พรณพิศ พลรัฐนาสิทธิ (2552: 10) หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน และระบุวิธีปฏิบัติตามขั้นตอนการแก้ปัญหาของเวียร์ ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน โดยวัดได้จากคะแนนที่ใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา ซึ่งเป็นข้อสอบแบบอัตนัยที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

จิรเดช ฟาเลิศ (2552: 10) หมายถึง ความสามารถในการคิดแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ และคิดแก้ปัญหา เป็นกระบวนการลำดับขั้น ซึ่งวัดได้จากคะแนนในการตอบแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง แรง มวล และกฎการเคลื่อนที่ ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นข้อสอบอัตนัย

อมรลักษณ์ ฤทธิเดช (2553: 7) หมายถึง คะแนนของนักเรียนซึ่งได้จากการตอบแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง แรง มวล และกฎการเคลื่อนที่ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยเป็นแบบทดสอบอัตนัยที่วัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา 5 ขั้นตอนตามกลวิธีแก้ปัญหาเชิงตรรกะของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์

และจากการศึกษาแนวคิดของนักฟิสิกส์ศึกษาเกี่ยวกับการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของเชอคูรี (Chekuri.1996: 45-51); เฮลเลอร์และเฮลเลอร์ (Heller; & Heller. 1999: 26-31); ดิงค์และฮาร์แคมป์ (Ding; & Harskamp. 2007: 331-343); และโรจาส (Rojas. 2010: 22-28) พบว่าในการวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์เป็นความสามารถในการดำเนินการแก้ปัญหา โดยสามารถแสดงขั้นตอนของการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ตามสถานการณ์ที่เป็นปัญหา โดยการแสดงวิธีคิด

โดยสรุปแล้วความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เป็นการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาที่มีลักษณะเป็นข้อความ เรื่องราว และไม่สามารถหาผลลัพธ์ได้ในทันที จะต้องใช้ความรู้ประสบการณ์ การวางแผน การตัดสินใจแก้ปัญหา เพื่อใช้ในการคิดหาวิธีการเพื่อให้ได้คำตอบเชิงปริมาณ หรือตัวเลข โดยจะต้องแปลความหมาย วิเคราะห์ความหมายของโจทย์ปัญหาก่อนที่จะ

ดำเนินการหาคำตอบ ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับความสามารถในการอ่านจับใจความสำคัญ เพื่อค้นหาสิ่งที่โจทย์กำหนด สิ่งที่โจทย์ถาม ทำได้โดยการขีดเส้นใต้ วงกลมล้อมรอบข้อความสำคัญ และใช้หลักการ แนวคิด ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหานั้นๆ รวมถึงทักษะในการคำนวณ และสามารถแสดงวิธีคิดในการแก้โจทย์ปัญหา ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ให้นิยามความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา ฟิสิกส์ ไว้ว่าเป็นการดำเนินการแก้ปัญหา ด้วยการแสดงวิธีคิดจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่แนวตรง โดยวัดความถูกต้องขององค์ประกอบ 3 ด้าน คือ

1. การเลือกสมการ
2. การแก้สมการ
3. เขียนบรรยายแนวทางในการแก้ปัญหา และความหมายของตัวเลขจากคำตอบ

โดยกำหนดเกณฑ์ในการให้คะแนน วัดได้จากคะแนนในการตอบแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา เรื่องการเคลื่อนที่แนวตรง ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้น

การวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์

ในการวัดและประเมินผลเป็นขั้นตอนที่สำคัญในการประเมินความสามารถของผู้เรียน จะต้องใช้เครื่องมือที่สามารถกระตุ้นให้ผู้เรียนได้แสดงศักยภาพออกมา สำนักงานทดสอบทางการศึกษา กรมวิชาการ (2544 : 66-74) ได้เสนอเครื่องมือในการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาไว้ดังนี้

1. การสังเกต เป็นเครื่องมือที่ใช้ในระหว่างการสอนของครู การสังเกตที่มีประสิทธิภาพจะสะท้อนความสามารถของผู้เรียน มี 2 วิธี คือการสังเกตแบบไม่ตั้งใจที่สามารถเกิดขึ้นได้ตลอดเวลาเมื่อผู้สอนมีความใกล้ชิดสนิทสนมกับผู้เรียน โดยการสังเกตจากการตอบคำถาม และการสังเกตแบบตั้งใจมีการบันทึกข้อมูลอย่างเป็นระบบ มีการจัดทำรายการบันทึกพฤติกรรม
2. การประเมินตนเอง เป็นการให้ผู้เรียนมีการประเมินตนเองว่ามีพฤติกรรมในการแก้ปัญหาอย่างไร โดยผู้เรียนมีการบันทึกความก้าวหน้าของตนเองในการแก้ปัญหาในแต่ละขั้นตอน ซึ่งจะช่วยให้เห็นการพัฒนากระบวนการแก้ปัญหาของแต่ละคน
3. แบบสำรวจรายการ เป็นเครื่องมือที่ผู้สอนสร้างขึ้น เพื่อใช้ประเมินการแก้ปัญหาของผู้เรียนเพื่อเป็นประโยชน์ในการเก็บข้อมูล เพื่อใช้ในการประเมินการแสดงออกของผู้เรียนในกระบวนการแก้ปัญหา
4. แบบทดสอบข้อเขียน การทดสอบข้อเขียนเป็นการสะท้อนให้เห็นความสามารถในการแก้ปัญหาของผู้เรียนว่าเป็นอย่างไร ผู้สอนจะต้องกำหนดสถานการณ์ที่เป็นปัญหาให้กับผู้เรียน โดยให้ผู้เรียนอธิบายหรือแสดงแต่ละขั้นตอนของการแก้ปัญหา มีการกำหนดเกณฑ์ในการให้คะแนนในแต่ละขั้นตอน ตั้งแต่ขั้นแรกจนถึงขั้นสุดท้าย

บุญชม ศรีสะอาด (2535: 50) ได้กล่าวถึง การวัดความสามารถการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ว่า เราสามารถใช้เครื่องมือได้หลายประเภท สามารถเลือกใช้ได้ตามความเหมาะสมตามลักษณะข้อมูลและการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

แบบทดสอบ(Test) คือ ชุดคำถาม (Item) หรืองานชุดใดๆที่สร้างขึ้น เพื่อนำไปเร้าหรือชักนำให้กลุ่มตัวอย่างตอบสนองออกมา การตอบอาจอยู่ในรูปของการเขียนตอบ การพูดหรือการปฏิบัติ ที่สามารถสังเกตได้วัดให้เป็นปริมาณได้ ซึ่งแบบทดสอบสามารถนำมาใช้เป็นเครื่องมือในการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้ ในรูปของแบบทดสอบวัดความสามารถอาจแบ่งได้เป็น 2 ประเภท ตามรูปแบบของคำถาม

1. แบบทดสอบแบบปรนัย เป็นแบบทดสอบที่มีข้อความและมีตัวเลือกให้เลือกตอบ อาจแบ่งเป็นหลายประเภท ได้แก่ แบบทดสอบแบบถูก-ผิด แบบทดสอบแบบจับคู่ และแบบทดสอบแบบเลือกตอบ

2. แบบทดสอบแบบเขียนตอบเป็นแบบทดสอบที่มีข้อความ แต่ไม่มีตัวเลือกให้เลือกตอบ ผู้ตอบต้องเขียนคำตอบลงไปเอง อาจแบ่งเป็นหลายประเภท ได้แก่ แบบทดสอบแบบเติมคำ แบบทดสอบแบบตอบสั้น และแบบทดสอบแบบอัตนัยความเรียง

ลาสกีและแคมเบลล์ (Laskey; & Campbell. 1991) ได้สรุปในเรื่องการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหา สามารถทำได้ 2 วิธี คือ

1. ประเมินผลอย่างเป็นทางการ(Formal Evaluation) ได้แก่การทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน เปรียบเทียบผลทางสถิติ เพื่อศึกษาถึงพัฒนาการของนักเรียนและควมมีประสิทธิภาพของหลักสูตรที่นำมาใช้สอน ในการทดสอบความสามารถอาจทำได้โดยใช้ข้อสอบแบบปลายเปิด หรือข้อสอบอัตนัย(Performance Test)

2. ประเมินผลไม่เป็นทางการ(Informal Evaluation) ได้แก่การสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน โดยครูสามารถใช้แบบสอบถามให้นักเรียนประเมินความรู้สึกเกี่ยวกับการเรียนการสอน และหลักสูตร เพื่อรับทราบข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ต่อการปรับปรุงหลักสูตรและการเรียนการสอนต่อไป

และอัมพร ม้าคะนอง (2553: 173-174) ได้กล่าวถึงการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาดังนี้

1. การแก้ปัญหาได้ เป็นความสามารถของผู้เรียนในการหาคำตอบ ผลเฉลยหรือแนวทางในการจัดการกับปัญหา

2. การสร้างโจทย์หรือประเด็นปัญหา เป็นความสามารถในการเชื่อมโยงข้อมูลที่มีอยู่เพื่อหาความสัมพันธ์ที่เป็นไปได้ อันนำไปสู่การสร้างโจทย์ปัญหา สถานการณ์หรือคำถาม

3. การใช้วิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย เป็นความสามารถในการแก้ปัญหา โดยใช้วิธีการที่แตกต่างกันหลายวิธี

4. การตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบ เป็นความสามารถในการพิจารณาคำตอบหรือการแก้ปัญหาที่เหมาะสม สอดคล้อง และมีความสมเหตุสมผล

5. การขยายความคิดจากผลของการแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการนำผลจากการแก้ปัญหาไปต่อยอดหรือคิดต่อ

เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา

กรมวิชาการ (2544: 20-22) ยังได้กล่าวถึงเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา 3 รูปแบบ คือ การให้คะแนนแบบแยกส่วน การให้คะแนนในภาพรวม และการให้คะแนนแบบประมาณค่า โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. การให้คะแนนแบบแยกส่วน หมายถึง การแบ่งให้คะแนนการแก้ปัญหาออกเป็น ส่วนย่อย 3 ส่วนคือ ขั้นทำความเข้าใจปัญหา ขั้นวางแผนในการแก้ปัญหา และขั้น ดำเนินการตามแผน คะแนนในแต่ละระดับ มี 0-2 คะแนน ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

ขั้นทำความเข้าใจปัญหา

ให้ 0 คะแนน ถ้าเข้าใจผิดพลาด

ให้ 1 คะแนน ถ้ามีบางส่วนเข้าใจผิดพลาด แต่มีบางส่วนที่เข้าใจถูกต้อง

ให้ 2 คะแนน ถ้าเข้าใจปัญหาอย่างถูกต้อง

ขั้นวางแผนการแก้ปัญหา

ให้ 0 คะแนน ถ้าไม่มีการวางแผนในการแก้ปัญหาหรือมีแผนการแก้ปัญหาไม่

เหมาะสม

ให้ 1 คะแนน ถ้ามีการวางแผนในการแก้ปัญหาที่ถูกต้องบางส่วนแต่มีบางส่วนไม่ถูกต้อง

ให้ 2 คะแนน ถ้ามีแผนการแก้ปัญหาที่สามารถนำไปใช้แก้ปัญหาย่างเหมาะสม

ขั้นดำเนินการตามแผน

ให้ 0 คะแนน ถ้าไม่มีคำตอบหรือมีคำตอบที่ผิด

ให้ 1 คะแนน ถ้าคัดลอกข้อมูลบางส่วนผิดพลาด จึงทำให้เกิดการคิดคำนวณที่ผิดพลาด แต่มีบางส่วนที่คำนวณถูกต้อง

ให้ 2 คะแนน ถ้าได้คำตอบที่ถูกต้อง

2. การให้คะแนนในภาพรวม หมายถึงการมองผลของการแก้ปัญหาทั้งหมด โดยกำหนดคะแนนในช่วง 0-4 คะแนน ดังนี้

ให้ 0 คะแนน ถ้ากระตือรือร้นเปล่า หรือมีข้อมูลง่าย ๆ แต่ไม่ปรากฏหลักฐานในการคิดคำนวณ หรือคิดคำนวณจากความไม่เข้าใจปัญหา มีคำตอบที่ไม่ถูกต้องและไม่มีการแสดงวิธีหาคำตอบ

ให้ 1 คะแนน ถ้ามีร่องรอยปรากฏว่าพบวิธีการแก้ปัญหาที่ถูกต้องและคัดลอกข้อมูลที่จำเป็นในการแก้ปัญหา แสดงให้เห็นว่ามีความเข้าใจในการแก้ปัญหา มีร่องรอยการแสดงวิธีในการแสวงหาคำตอบอย่างเหมาะสมแต่ไม่สำเร็จ

ให้ 2 คะแนน ถ้าแสดงวิธีในการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง แต่คำนวณผิดพลาดและมีร่องรอยปรากฏว่ามีความเข้าใจในปัญหา แต่ไม่ได้แสดงการแก้ปัญหาเพียงพอที่จะค้นพบคำตอบได้ หรือใช้วิธีการคำนวณผิดพลาดในบางส่วน จึงทำให้คำตอบผิด นักเรียนค้นพบคำตอบของปัญหาย่อย แสดงวิธีการทำได้ถูกต้อง แต่กระบวนการทำงานไม่ถูกต้องหรือไม่ได้แสดงให้เห็นกระบวนการทำงาน

ให้ 3 คะแนน ถ้ามีเครื่องมือที่จะนำไปใช้ในการแก้ปัญหา สามารถแสดงวิธีการแก้ปัญหาได้ถูกต้องแต่ผิดพลาดในบางส่วน ทำให้ได้คำตอบผิด มีวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมแต่คำตอบผิดโดยไม่ปรากฏเหตุผล หรือมีคำตอบบางส่วนถูกต้อง แสดงวิธีการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง เลือกวิธีการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง แต่การแก้ปัญหาไม่สมบูรณ์

ให้ 4 คะแนน ถ้านักเรียนแก้ปัญหาได้ผิดพลาดเล็กน้อย และความผิดพลาดนั้นไม่ส่งผลต่อข้อมูลอื่นๆ นักเรียนแก้ปัญหาได้ถูกต้องสมบูรณ์ ได้คำตอบที่ถูกต้อง

3. การให้คะแนนแบบประมาณค่า

เป็นวิธีการประเมินผลการแก้ปัญหาของนักเรียนที่แสดงการคิดคำนวณ โดยการให้คะแนนตามอัตราส่วนของการคิดคำนวณ คะแนนอยู่ในช่วง 0-4 คะแนน มีหลักเกณฑ์คือ ถ้าคิดคำนวณได้ถูกต้องสมบูรณ์ ได้ 4 คะแนน ถ้าการคิดคำนวณไม่ถูกต้องสมบูรณ์ คะแนนที่ได้จะลดลงตามลำดับ ก่อนการให้คะแนนด้วยวิธีการนี้จะต้องกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนไว้ก่อนจึงจะเกิดความยุติธรรม

และได้เสนอแนะวิธีการประเมินความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาไว้ว่า ควรมีวิธีการที่มากกว่าการได้คำตอบที่ถูกต้อง ดังนี้

- ให้ 2 คะแนน สำหรับความเข้าใจปัญหาที่ถูกต้อง
- ให้ 1 คะแนน สำหรับการเข้าใจโจทย์บางส่วนไม่ถูกต้อง
- ให้ 0 คะแนน เมื่อมีหลักฐานว่าเข้าใจน้อยมากหรือไม่เข้าใจเลย

การเลือกวิธีในการแก้ปัญหา

ให้ 2 คะแนน สำหรับการเลือกวิธีการแก้ปัญหาได้ถูกต้องและเขียนประโยคคณิตศาสตร์ได้ถูกต้องความเข้าใจปัญหาที่ถูกต้อง

ให้ 1 คะแนน สำหรับการเลือกวิธีการแก้ปัญหา ซึ่งอาจนำไปสู่คำตอบที่ถูกต้อง แต่ยังมีบางส่วนผิด โดยอาจเขียนประโยคคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง

ให้ 0 คะแนน สำหรับการเลือกวิธีการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง

การใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหา

ให้ 2 คะแนน สำหรับการยุทธวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ถูกต้อง

ให้ 1 คะแนน สำหรับการนำยุทธวิธีการแก้ปัญหาบางส่วนไปใช้ได้ถูกต้อง

ให้ 0 คะแนน สำหรับวิธีการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง

การตอบ

ให้ 2 คะแนน สำหรับการตอบคำถามได้ถูกต้องสมบูรณ์

ให้ 1 คะแนน สำหรับการตอบที่ไม่สมบูรณ์หรือใช้สัญลักษณ์ผิด

ให้ 0 คะแนน เมื่อไม่ได้ระบุคำตอบ

และจากการศึกษาแนวคิดของนักฟิสิกส์ศึกษาเกี่ยวกับการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของเชอคูรี (Chekuri. 1996); เฮลเลอร์และเฮลเลอร์ (Heller; & Heller. 1999); ดิงค์และฮาร์แคมป์ (Ding; & Harskamp. 2007); และโรจาส (Rojas. 2010) พบว่าในการวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ใช้การตอบในช่องว่างตามลำดับขั้นของการแก้โจทย์ปัญหา (Blank Problem-solving Format Sheets) อีกทั้งมีงานวิจัยที่เกี่ยวกับการวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์พบว่ามีการใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เป็นข้อสอบอัตนัย โดยให้แสดงถึงขั้นตอนหรือกระบวนการในการแก้โจทย์ปัญหาเป็นลำดับขั้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ดุสิต แก้วหล้า (2540: 49) ได้สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ตามเทคนิค เอ็ม อี คิว ในวิชาฟิสิกส์ ว 021 จำนวน 16 ข้อ; พนารัตน์ วัดไทยสง (2544: 42) ใช้แบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ ตามเทคนิคของโพลยา จำนวน 8 ข้อ; เจนตีก โพรทิสาสตร์ (2546: 42) แบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของครูลิขิตและรุทนิค จำนวน 7 ข้อ; จีรเดช ฟาเลิศ (2552: 109) แบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์ เรื่อง มวล แรง และกฎการเคลื่อนที่ โดยใช้คอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์เสริมการสอน จำนวน 20 ข้อ; อมรลักษณ์ ฤทธิ์เดช (2553: 47) แบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่อง มวล แรง และกฎการเคลื่อนที่ ตามแนวกลวิธีในการแก้ปัญหาเชิงตรรกะของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์ จำนวน 15 ข้อ; มงคล วิลามาต (2551 :81) แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่แนวตรง จำนวน 10 ข้อ; ประสิทธิ์ ศรีกุลวงษ์ (2554: 47) แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์คำนวณชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ จำนวน 10 ข้อ ส่วนเกริก ศักดิ์สุภาพ (2556: 99) เป็นแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ โดยใช้รูปแบบ PECA เป็นข้อสอบปรนัย จำนวน 15 ข้อ ซึ่งประกอบด้วยการปฏิบัติในการแก้ปัญหา 3 ขั้นตอน

จากการศึกษาแนวคิดเกี่ยวกับการวัดและประเมินผลความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ โดยในงานวิจัยครั้งนี้จะวัดและประเมินผลความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ โดยใช้แบบทดสอบที่เป็นข้อสอบแบบอัตนัย และดำเนินการแก้ปัญหา ด้วยการแสดงวิธีคิด โดยวัดความถูกต้องขององค์ประกอบ 3 ด้าน คือ 1) การเลือกสมการ 2) การแก้สมการ และ 3) เขียนบรรยายแนวทางในการแก้ปัญหา และความหมายของตัวเลขจากคำตอบ โดยผู้วิจัยมีเหตุผลในการวัดความถูกต้องขององค์ประกอบ 3 ด้าน เนื่องจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ นักเรียนจะต้องใช้ความรู้ ประสบการณ์ การวางแผน และการตัดสินใจในการแก้ปัญหา เพื่อให้ได้คำตอบในเชิงปริมาณหรือตัวเลข ซึ่งในทางปฏิบัติโดยทั่วไปจะมีการให้คะแนนใน 3 ส่วนคือ การเลือกสมการ การแก้สมการ และคำตอบที่ถูกต้อง แต่ผู้วิจัยมีการให้คะแนนจากการแปลความหมายจากตัวเลขจากคำตอบ ซึ่งต่างจากเกณฑ์การให้คะแนนทั่วไป เพื่อแสดงให้เห็นว่านักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหา และหลักการทางฟิสิกส์ อย่างแท้จริง การที่ผู้วิจัยไม่มีการให้คะแนนในส่วนของการ

ค้นหาและทำความเข้าใจ ซึ่งประกอบด้วย การหาคำสำคัญ สิ่งที่โจทย์บอก สิ่งที่โจทย์ถาม ตรวจสอบหน่วย และวาดรูปประกอบโจทย์ เพราะในการสอบหากมีการให้คะแนนในขั้นนี้ นักเรียนจะต้องเขียนบรรยายสิ่งเหล่านั้น ซึ่งจะทำให้นักเรียนต้องใช้เวลามาก และเกิดความเบื่อหน่ายในการเขียนบรรยาย แต่นักเรียนได้ค้นหาคำเหล่านั้นและแสดงสัญลักษณ์ด้วยการขีดเส้นใต้ 1 เส้น 2 เส้น หรือวงกลม โดยกระทำไปพร้อมกับการอ่านโจทย์ปัญหา ซึ่งนักเรียนได้ฝึกทักษะในขั้นนี้จนเกิดความเคยชินจากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในชั้นเรียนมาแล้ว ในส่วนของการตรวจให้คะแนนมีการกำหนดเกณฑ์การให้คะแนน (Scoring Rubrics) ในแต่ละองค์ประกอบของการแก้ปัญหา โดยผู้วิจัยสร้างเครื่องมือในการวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่แนวตรง เป็นแบบทดสอบอัตนัย 15 ข้อ

9. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยขอเสนองานวิจัยในประเทศและต่างประเทศ ดังต่อไปนี้

9.1 งานวิจัยเกี่ยวกับการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้

งานวิจัยในประเทศ

พนารัตน์ วัดไทยสง (2544: 48) ได้ศึกษาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะและหาความรู้และการแก้ปัญหาโจทย์ตามเทคนิคของโพลยา ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นการแก้ปัญหาโจทย์ตามเทคนิคของโพลยา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 และนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นการแก้ปัญหาโจทย์ตามเทคนิคของโพลยา มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องโลก ดวงดาวและอวกาศ สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01

นอกจากนี้อรพินท์ ชื่นชอบ (2549: 59) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ก่อนและหลังเรียนด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยเสริมการแก้ปัญหาตามเทคนิคของโพลยา มีกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สำหรับเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยเสริมการแก้ปัญหาตามเทคนิคของโพลยา แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ของนักเรียนหลังเรียนด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยเสริมการแก้ปัญหาตามเทคนิคของโพลยาสูงกว่าก่อนเรียนและสูงกว่าเกณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

ปาริสา ผ่องพันธุ์งาม (2550: 54) ได้ศึกษาผลการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีผลสัมฤทธิ์ต่อการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังจากที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Cycle) มีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็มจำนวน 24 คน และจำนวนร้อยละของนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ คือ 80 ผ่านเกณฑ์เป้าหมายที่โรงเรียนกำหนด และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังจากที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Cycle) พบว่าค่าเฉลี่ยและค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ในแต่ละด้าน คือ ความคิดคล่อง $\bar{X} = 23.87$, S.D = 2.23 ความคิดยืดหยุ่น $\bar{X} = 14.83$, S.D = 1.5 ความคิดริเริ่ม $\bar{X} = 12.93$, S.D = 5.27

ปิยะฉัตร ชัยมาลา (2550: 54) ได้ศึกษาความสามารถในการคิดแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) พบว่ามีจำนวนนักเรียนร้อยละ 77.14 มีคะแนนความสามารถในการคิดแก้ปัญหาผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไป และจำนวนนักเรียนร้อยละ 82.66 มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไป

จิตราวดี ศรีโยธา (2551: 47) ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้รูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ผลการวิจัย พบว่า

1. ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน นักเรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยร้อยละ 70.30 ซึ่งผ่านเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 70 และจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เฉลี่ยร้อยละ 80.00 ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้ร้อยละ 70 ของนักเรียนทั้งหมด
2. ด้านความสามารถในการคิดแก้ปัญหา นักเรียนมีคะแนนความสามารถในการคิดแก้ปัญหา เฉลี่ยร้อยละ 70.90 ซึ่งผ่านเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 70 และนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ด้านความสามารถในการแก้ปัญหา เฉลี่ยร้อยละ 82.00 ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้ร้อยละ 70 ของนักเรียนทั้งหมด

จักริน งานไว (2552: 49) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เรื่อง ไฟฟ้า จากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ Inquiry Cycle (5Es) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า

1. ผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนหลังจากที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ Inquiry Cycle (5Es) มีนักเรียนผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็มจำนวน 23 คน และร้อยละของนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ คือ ร้อยละ 76.66 ผ่านเกณฑ์เป้าหมายที่โรงเรียนกำหนด
2. การแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังจากที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ Inquiry Cycle (5Es) มีนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม

จำนวน 25 คน และจำนวนร้อยละของนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ คือ ร้อยละ 83.33 ผ่านเกณฑ์เป้าหมายที่โรงเรียนกำหนด

งานวิจัยต่างประเทศ

บิลลิง (Billings. 2001: 39A) ศึกษาการใช้วัฏจักรการเรียนรู้ สอนวิชาฟิสิกส์แก่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายรัฐมิชิแกน จำนวน 28 คน พบว่านักเรียนร้อยละ 75 สนุกสนานในกิจกรรมกิจกรรมการเรียนการสอน นักเรียนร้อยละ 10 รู้สึกธรรมดาในกิจกรรมการเรียนการสอน นักเรียนร้อยละ 32 มีความรู้สึกที่ดีต่อกิจกรรมการเรียนการสอน นักเรียนร้อยละ 66 เห็นด้วยกับวิธีสอน และร้อยละ 85 มีระดับความสามารถในการเรียนเพิ่มขึ้น

อิบบราฮิม (Ebrahim. 2004: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลการสอนแบบปกติกับการสอนโดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้แบบ 5Es ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษา กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาจำนวน 111 คน จาก 4 ห้องเรียน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 56 คน เรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5Es และกลุ่มควบคุม 55 คน เรียนแบบปกติเป็นเวลา 4 สัปดาห์ ใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทางวิทยาศาสตร์ และจากแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ทดสอบก่อนและหลังเรียน ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5Es มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

โซเมอร์ (Somer. 2005: 30) ได้ใช้รูปแบบการเรียนการสอนด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ ในการสอนวิชาสิ่งแวดล้อมศึกษา เรื่องพืชชายฝั่งของรัฐหลุยส์เซียน่า สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 7 และเกรด 8 จำนวน 115 คน ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังของนักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

9.2 งานวิจัยที่เกี่ยวกับรูปแบบการสอนแก้ปัญหา

งานวิจัยในประเทศ

เพ็ญพรรณ จำปา (2536: 39) การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่องงานและพลังงาน กลุ่มทดลองทำการสอนโดยใช้รูปแบบการสอน SSCS MODEL ส่วนกลุ่มควบคุมใช้การสอนแบบปกติตามคู่มือครู พบว่าคะแนนสอบหลังเรียนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ใช้รูปแบบการสอน SSCS MODEL สูงกว่านักเรียนที่รูปแบบสอนปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ทวีสิทธิ์ สุขกุล (2538: 28) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่องสมดุลกล โดยใช้การสอนแบบ SSCS การสอนแบบเรียนเพื่อรอบรู้ และการสอนตามคู่มือครูของ สสวท. การสอนแบบ SSCS เป็นการสอนที่ประกอบด้วยการค้นหาปัญหา (Search) การแก้ปัญหา (Solve) การสร้างคำตอบ(Create) และการ

แลกเปลี่ยนความคิด(Share) ส่วนการสอนแบบเรียนเพื่อรอบรู้เป็นการสอนที่มีการตรวจสอบ และ
 ช่อมเสริมความรู้พื้นฐานก่อนการเรียน มีการทดสอบย่อยและช่อมเสริมแต่ละหน่วยย่อยของบทเรียน
 ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 5 เรื่องสมมูล
 กล โดยใช้การสอนแบบ SSCS การสอนแบบเรียนเพื่อรอบรู้ และการสอนตามคู่มือครูของ สสวท.
 ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

สุนทร ศรีบุญเลิศ (2539: 58) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา
 เคมีเรื่องก๊าซ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสาธิต(ศึกษาศาสตร์)มหาวิทยาลัยขอนแก่น โดยใช้
 รูปแบบการสอน SSCS และการสอนปกติ โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยการ
 วิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมชนิดทางเดียว และใช้คะแนนก่อนเรียนเป็นตัวแปรร่วม ผลการวิจัย
 พบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้รูปแบบการสอน SSCS มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่า
 นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติตามคู่มือครู อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ธนาวุฒิ ลาตวงษ์ (2548: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ด้วย
 รูปแบบ SSCS ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้น
 มัธยมศึกษาตอนต้น และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของกลุ่มนักเรียนที่เรียน
 ด้วยรูปแบบSSCS กับกลุ่มที่เรียนวิทยาศาสตร์ด้วยการเรียนการสอนแบบปกติ พบว่านักเรียนที่
 ได้รับการสอนด้วยรูปแบบSSCS มีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด
 ร้อยละ70 และมีความสามารถในการแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและสูงกว่านักเรียนที่ได้รับ
 การสอนปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

เกริก ศักดิ์สุภาพ (2556: 141) ได้ศึกษาการพัฒนากระบวนการเรียนการสอนที่เน้น
 ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์ (PECA) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย
 พบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้รูปแบบ PECA ซึ่งประกอบด้วย ขั้นตอนเตรียมความพร้อม
 (Prepare) ขั้นตอนกระตุ้นความสนใจ(Engage) ขั้นตอนค้นหาและกระจ่างมโนทัศน์(Conceptualize) และขั้น
 ประยุกต์ใช้มโนทัศน์ (Apply) หลังเรียนนักเรียนมีมโนทัศน์ฟิสิกส์ ความสามารถในการแก้โจทย์
 ปัญหาฟิสิกส์ เจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ และความคงทนในการเรียนรู้ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและสูง
 กว่ากลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

งานวิจัยต่างประเทศ

พิซซินี เชพาร์ดสัน และเอเบล (Pizzini; Shepardson; & Abell. 1989: 325-532) ได้
 ทดลองสอนวิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้รูปแบบ SSCS ที่ช่วยส่งเสริมทักษะการคิด โดยให้นักเรียนได้รับ
 ประสบการณ์ตรงจากการแก้ปัญหา ซึ่งนักเรียนจะได้เรียนรู้ทั้งความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์
 และทักษะการแก้ปัญหา จากผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหการเรียนรู้
 ด้านความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ได้ดีขึ้นมีทักษะในการคิดและการตั้งคำถาม และเกิดเจตคติที่
 ดีต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้มีการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมในทางที่ดีขึ้น

พิซซินี และเชพาร์ดสัน (Pizzini; & Shepardson. 1991: 348-352) ได้ศึกษาการสอนโดยวิธีการสอนแบบ SSCS กับการสอนด้วยวิธีที่ครูเป็นผู้นำในการปฏิบัติการทดลองของนักเรียนกลุ่มใหญ่ และการสอนโดยวิธีสอนแบบ SSCS กับการสอนด้วยวิธีที่ครูเป็นผู้นำการปฏิบัติการทดลองของนักเรียนกลุ่มเล็ก เพื่อศึกษาความสามารถในการการตั้งคำถามว่ามีความแตกต่างกันอย่างไร ผลการวิจัยพบว่าการสอนโดยวิธี SSCS กับการสอนด้วยวิธีที่ครูเป็นผู้นำการปฏิบัติการทดลองของนักเรียนกลุ่มเล็ก มีความสามารถในการตั้งคำถามและช่วงเวลาในการตั้งคำถามยาวนานกว่าการสอนโดยวิธี SSCS กับการสอนด้วยวิธีที่ครูเป็นผู้นำการปฏิบัติการทดลองของนักเรียนกลุ่มใหญ่

ลิลี (Li Li. 1996: 25-29) ได้ศึกษาเทคนิคการสอนทางวิทยาศาสตร์ ที่ครูใช้สอนในระดับประถมศึกษา และปัจจัยที่ใช้ในการพิจารณาการเลือกใช้เทคนิคการสอนที่แตกต่างกัน เพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของครูวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษา ของประเทศสิงคโปร์ จากผลการวิจัยพบว่า ครูวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษาส่วนใหญ่จะเลือกใช้รูปแบบการสอนแบบ SSCS มาใช้ในการแก้ปัญหาโดยให้เหตุผลว่าการสอนแบบ SSCS สามารถช่วยพัฒนาทักษะการคิดและความสามารถในการแก้ปัญหา โดยสามารถนำไปใช้ในการสอนแก้ปัญหาได้ตั้งแต่ระดับประถมศึกษา เนื่องจากการสอนแบบ SSCS สามารถช่วยขยายความคิดและกลั่นกรองปัญหาหรือคำถามต่างๆ ฝึกให้นักเรียนได้ระบุปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ และฝึกให้นักเรียนได้ค้นหาข้อมูลและจัดข้อมูลอย่างเป็นระบบเพื่อเตรียมพร้อมในการวางแผนการแก้ปัญหา และยังช่วยให้นักเรียนสามารถออกแบบเครื่องมือเพื่อสื่อสารถึงปัญหาหรือคำถามต่างๆ รวมถึงขั้นตอนและการสรุปผล อีกทั้งช่วยฝึกการนำเสนอข้อมูลแก่ผู้อื่นด้วย

ชุน เย็น ชาง (Chun Yen Chang. 1999: 373-388) ได้ศึกษาผลการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับโลกด้วยรูปแบบ SSCS และการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลกด้วยการเรียนการสอนแบบปกติที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น พบว่า นักเรียนที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับโลกด้วยการเรียนการสอนตามรูปแบบ SSCS มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับโลกสูงกว่านักเรียนที่เรียนวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับโลกด้วยการเรียนการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

เซลคูก์และคณะ (Selcuk; et al. 2007: 1089–1110) ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์ โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนสาขาการศึกษา ชั้นปีที่ 1 โดยแบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมกลุ่มละ 37 คน กลุ่มทดลองจะได้รับการเสริมกระบวนการแก้ปัญหาตามเทคนิคของโพลยา ส่วนกลุ่มควบคุมได้รับการสอนตามปกติ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและแบบประเมินทักษะการดำเนินการในการแก้โจทย์ปัญหา 4 ขั้นตอน คือ ความเข้าใจปัญหา การวางแผนการแก้ปัญหา การดำเนินการแก้ปัญหาและการตรวจสอบผลลัพธ์ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาตามเทคนิคของโพลยา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและทักษะในการ

ดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา 4 ขั้นตอนหลังได้รับการสอนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากการศึกษางานวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบ วัฏจักรการเรียนรู้ 5E และการสอนแก้โจทย์ปัญหาโดยใช้รูปแบบ SSCS ผู้วิจัยพบประเด็นที่สำคัญดังนี้

1. การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5E เป็นการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎี การสร้างความรู้ด้วยตนเอง อีกทั้งยังเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ พบว่าส่งผลให้ นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

2. การสอนแก้โจทย์ปัญหาโดยใช้รูปแบบ SSCS เป็นรูปแบบการแก้โจทย์ปัญหาที่มีขั้นตอนไม่ ยุ่งยาก ง่ายต่อการเรียนรู้และสามารถใช้เป็นแนวทางในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ และสามารถส่งผล ให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาสูงขึ้น

ดังนั้นผู้วิจัยมีความเชื่อว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5E ซึ่งเป็นรูปแบบ ของกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนใช้วิธีการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้ทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ฝึกกระบวนการคิดที่เป็นระบบ และประสบการณ์จากการเรียนรู้ เพื่อให้ได้มาซึ่งการค้นพบความรู้ด้วยตนเอง และกิจกรรม 4S ซึ่งมีแนวทางจากขั้นตอนการแก้โจทย์ ปัญหาตามแนวคิดของนักฟิสิกส์ศึกษา และการสอนแก้โจทย์ปัญหาโดยใช้รูปแบบ SSCS โดยใช้เป็น แนวทางในการจัดการเรียนรู้ ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5E ที่เสริมกิจกรรม 4S เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน แผนการเรียนไม่เน้นวิทยาศาสตร์ให้สูงขึ้น ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัย โดยมีรายละเอียดของ กระบวนการวิจัยอยู่ในบทถัดไป

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Design) ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

1. ประชากรและตัวอย่าง
2. แบบแผนการวิจัย
3. การศึกษาข้อมูลพื้นฐาน
4. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
5. การทดลองใช้รูปแบบการสอน
6. การเก็บรวบรวมข้อมูล
7. การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. การกำหนดประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนไม่เน้นวิทยาศาสตร์(ศิลป์ภาษา) ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 โรงเรียนศรีอยุธยา ในพระอุปถัมภ์ฯ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่ การศึกษามัธยมศึกษา เขต 1 กรุงเทพมหานคร จำนวน 4 ห้องเรียน

กลุ่มตัวอย่าง นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนไม่เน้นวิทยาศาสตร์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 โรงเรียนศรีอยุธยาในพระอุปถัมภ์ฯ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่ การศึกษามัธยมศึกษา เขต 1 กรุงเทพมหานคร จำนวน 2 ห้องเรียน ซึ่งได้โดยการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) แบ่งออกเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มทดลอง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนไม่เน้นวิทยาศาสตร์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 โรงเรียนศรีอยุธยา ในพระอุปถัมภ์ฯ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา มัธยมศึกษา เขต 1 กรุงเทพมหานคร จำนวน 1 ห้องเรียน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักร การเรียนรู้ 5Eที่เสริมกิจกรรม 4S

กลุ่มควบคุม คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนไม่เน้นวิทยาศาสตร์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 โรงเรียนศรีอยุธยา ในพระอุปถัมภ์ฯ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา มัธยมศึกษา เขต 1 กรุงเทพมหานคร จำนวน 1 ห้องเรียน ที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบ วัฏจักรการเรียนรู้ 5E

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ดำเนินการทดลอง ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 โดยใช้เวลาในการทดลอง18 คาบๆละ 50 นาที โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการสอนเองทั้ง 2 กลุ่ม

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

รายวิชาพลังงานและการเคลื่อนที่ เรื่องการเคลื่อนที่แนวตรง ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนไม่เน้นวิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551

2. แบบแผนการวิจัย

เป็นวิจัยเชิงทดลอง(Experimental Research) แบบแผนการทดลอง (Experimental Design) เป็นแบบ Pretest – Posttest control group design (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2543: 59-60) ดังตาราง 5

ตาราง 5 แบบแผนการทดลอง

กลุ่ม	สอบก่อน	การทดลอง	สอบหลัง
E	O ₁	X	O ₂
C	O ₁	--	O ₂

เมื่อ E แทน กลุ่มทดลอง
C แทน กลุ่มควบคุม
O₁ แทน การทดสอบก่อนการทดลอง
O₂ แทน การทดสอบหลังการทดลอง
X แทน ตัวแปรจัดการกระทำ
(การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5E ที่เสริมกิจกรรม 4S)

3. การศึกษาข้อมูลพื้นฐาน

ในการดำเนินการขั้นตอนนี้ เป็นการศึกษาแนวคิดและทฤษฎีที่ใช้ในการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยรวบรวมข้อมูลจากแหล่งต่างๆดังนี้

3.1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัย

ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง รูปแบบการเรียนการสอนตามแนววัฏจักรการเรียนรู้ 5E การสอนแก้ปัญหาโดยใช้รูปแบบ SSCS และขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ตามแนวทางของนักฟิสิกส์ศึกษา ดังนี้

3.1.1 ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง

รูปแบบการจัดการเรียนการสอนในครั้งนี้ เน้นให้นักเรียนสร้างความรู้ด้วยตนเอง โดยมีรากฐานจากทฤษฎีพัฒนาทางสติปัญญาของเพียเจต์ สรุปได้ว่าการเรียนรู้เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นภายในตัวของผู้เรียนที่รับมาจากการได้รับประสบการณ์ตรงผ่านการลงมือปฏิบัติ โดยผ่านกระบวนการดูดซึมและปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญา กล่าวคือถ้าความรู้ใหม่สอดคล้องกับ

ประสบการณ์เดิมจะเกิดการดูดซึมเป็นความรู้ใหม่ไปไว้ในโครงสร้างทางปัญญาเดิม แต่ถ้าความรู้ใหม่ไม่สอดคล้องกับความรู้เดิม จะเกิดภาวะไม่สมดุลจะมีการปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญาเดิมให้เหมาะสมกับความรู้ใหม่จนเกิดภาวะสมดุล

3.1.2 รูปแบบการเรียนการสอนตามแนววิถีจัดการเรียนรู้ 5E

เป็นการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองเป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยใช้วิธีการสืบเสาะหาความรู้ มุ่งเน้นให้ผู้เรียนเกิดความรู้และสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง ทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจและเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย โดยมีครูเป็นผู้อำนวยความสะดวก สามารถพัฒนาผู้เรียนทั้งทางด้านพุทธิพิสัย ทักษะพิสัย และจิตพิสัย โดยมีลำดับขั้นตอนในการจัดกิจกรรมคือ ขั้นสร้างความสนใจ ขั้นสำรวจและค้นหา ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป ขั้นขยายความรู้ และขั้นประเมินผล ซึ่งการจัดการจัดการเรียนรู้แบบวิถีจัดการเรียนรู้ 5E ที่สามารถช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ทั้งในด้านเนื้อหาและกระบวนการแสวงหาความรู้ ทำให้นักเรียนสามารถเรียนรู้แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เน้นการคิดอย่างมีเหตุผล เกิดแรงจูงใจในการแสวงหาความรู้ มีผลให้ความรู้และแนวคิดที่ได้จากการสืบเสาะหาความรู้ของนักเรียนมีความคงทน และสามารถนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

3.1.3 การสอนแก้ปัญหาโดยใช้รูปแบบ SSCS

การสอนแก้ปัญหาโดยใช้รูปแบบ SSCS ได้พัฒนามาจากแนวทางการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของพิชชีนีและคณะ โดยมีการปรับให้มีความเหมาะสมกับนักเรียนในระดับประถมศึกษาและระดับมัธยมศึกษา โดยพิชชีนี,เซพาร์ตสัน และเอเบล ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ Search, Solve, Create และShare ผู้วิจัยได้นำมาปรับเพื่อใช้เป็นขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์

3.1.4 ขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ตามแนวทางของนักฟิสิกส์ศึกษา

จากการศึกษาแนวคิดของนักฟิสิกส์ศึกษาเกี่ยวกับขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของ เชอคูรี ,เฮลเลอร์และเฮลเลอร์ ,ดิงค์และฮาร์แคมป์ และโรจาส ผู้วิจัยพบข้อสรุปที่สำคัญที่จะต้องค้นหาหรือกระทำการในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ตามแนวคิดของนักฟิสิกส์ศึกษา ได้ดังนี้

1. สิ่งที่โจทย์กำหนด
2. สิ่งที่โจทย์ถาม
3. วาดภาพประกอบและกำหนดปริมาณต่างๆที่เกี่ยวข้อง
4. เขียนสมการที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรที่ไม่ทราบค่า โดยใช้หลักการทางฟิสิกส์
5. ดำเนินการแก้สมการ
6. ตรวจสอบคำตอบถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ

4. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย 1) เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองคือแผนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5E ที่เสริมกิจกรรม 4S 2) เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วย แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งมีขั้นตอนในการสร้างดังนี้

4.1 แผนการจัดการเรียนรู้

เป็นแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มุ่งส่งเสริมให้นักเรียนเป็นผู้ค้นพบหรือสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง โดยนำความรู้ ความเข้าใจในแนวความคิดหลัก และหลักการทางฟิสิกส์มาใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ โดยใช้กิจกรรม 4S เป็นขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหา โดยดำเนินการดังนี้

4.1.1 ศึกษาและวิเคราะห์ หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 คำอธิบายรายวิชาพลังงานและการเคลื่อนที่ เพื่อออกแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้เหมาะสม ดังตาราง 6

ตาราง 6 มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่างๆ ของวัตถุในธรรมชาติ มีกระบวนการ สืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์	
ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
อธิบายและทดลองความสัมพันธ์ระหว่างการกระจัด เวลา ความเร็ว ความเร่งของการเคลื่อนที่ในแนวตรง	การเคลื่อนที่แนวตรงเป็นการเคลื่อนที่ในแนวใดแนวหนึ่ง เช่น แนวราบหรือแนวตั้งที่มีการกระจัด ความเร็ว ความเร่ง อยู่ในแนวเส้นตรงเดียวกัน โดยความเร่งของวัตถุหาได้จาก ความเร็วที่เปลี่ยนไปในหนึ่งหน่วยเวลา

ที่มา: กระทรวงศึกษาธิการ.(2551).ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์.หน้า 46

4.1.2 กำหนดบทเรียนและหัวข้อการเรียนรู้ ดังตาราง 7

ตาราง 7 บทเรียนและหัวข้อการเรียนรู้ที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอน

ข้อบทเรียน	หัวข้อการเรียนรู้
การเคลื่อนที่แนวตรง	1. ระยะทางและการกระจัด
	2. การเคลื่อนที่แนวตรงด้วยความเร็วคงตัว
	3. การเคลื่อนที่แนวตรงด้วยความเร่งคงตัว
	4. กราฟของการเคลื่อนที่แนวตรง
	5. การเคลื่อนที่ตกแบบเสรีภายใต้แรงดึงดูดของโลก

4.1.3 ขั้นตอนจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยดำเนินการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ โดยในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วยองค์ประกอบที่สำคัญดังนี้

1. มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด
2. จุดประสงค์การเรียนรู้
3. สาระสำคัญ
4. กิจกรรมการเรียนรู้ (แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5E ที่เสริมกิจกรรม 4S)
5. สื่อ อุปกรณ์และแหล่งเรียนรู้
6. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้
7. บันทึกหลังสอน

ได้สรุปหัวข้อการเรียนรู้ แผนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5E ที่เสริมกิจกรรม 4S และเวลาที่ใช้ ดังตาราง 8

ตาราง 8 แผนการจัดการดำเนินการจัดการเรียนรู้ หัวข้อการเรียนรู้ และเวลาที่ใช้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่	หัวข้อการเรียนรู้	เวลาที่ใช้ (คาบ)
1	1. ระยะทางและการกระจัด	1
2	2. การเคลื่อนที่แนวตรงด้วยความเร็วคงตัว	3
3	3. การเคลื่อนที่แนวตรงด้วยความเร่งคงตัว 3.1 การเคลื่อนที่ด้วยความเร่งคงตัว : กรณีวัตถุ 1 ก้อน	3
4	3.2 การเคลื่อนที่ด้วยความเร่งคงตัว : กรณีวัตถุ 2 ก้อน	3

ตาราง 8 (ต่อ)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่	หัวข้อการเรียนรู้	เวลาที่ใช้ (คาบ)
5	4. กราฟของการเคลื่อนที่แนวตรง	2
6	5. การเคลื่อนที่ตกแบบเสรีภายใต้แรงดึงดูดของโลก 5.1 การเคลื่อนที่ตกแบบเสรี : กรณีปล่อยวัตถุ	3
7	5.2 การเคลื่อนที่ตกแบบเสรี : กรณีความเร็วต้นไม่เท่ากับศูนย์	3
รวมจำนวนคาบ		18

4.1.4 ขั้นตรวจสอบคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยดำเนินการหาคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ตามขั้นตอนดังนี้

1. นำแผนการจัดการเรียนรู้ไปเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโทพิจารณาในด้านความเหมาะสมของภาษา ความเหมาะสมของเนื้อหา การลำดับเนื้อหา ความยากง่ายของเนื้อหา ความถูกต้องของเนื้อหา ความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนการสอน สื่อการเรียนรู้ เวลา การวัดและประเมินผล แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา

2. นำแผนการจัดการเรียนรู้เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน (ดังปรากฏรายนามในภาคผนวก ก) โดยเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน หรือผู้มีประสบการณ์ด้านการสอนวิชาฟิสิกส์ วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษขึ้นไป หรือมีวุฒิการศึกษาระดับดุษฎีบัณฑิต ประเมินความเที่ยงตรงตามเนื้อหา ความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ โดยใช้แบบวัดค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Consistency : IC) เป็นเกณฑ์ โดยการพิจารณาค่า IC อยู่ระหว่าง 0.67 -1.00 (รายละเอียดดังภาคผนวก ค)

จากนั้นผู้วิจัยดำเนินการปรับปรุง แก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งสรุปข้อเสนอแนะได้ดังนี้

1) คำถามที่ใช้ในการกระตุ้นความสนใจของนักเรียนในชั้นสร้างความสนใจ ควรเป็นคำถามที่อยู่ในความสนใจของนักเรียน

2) ปรับเนื้อหาให้มีความเหมาะสมกับเวลา

3) เหตุการณ์ที่อยู่ในสถานการณ์ของโจทย์ปัญหาควรเป็นเรื่องที่มีความเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนเกิดความสนใจ และเข้าใจว่าวิชาฟิสิกส์เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียน

4) ปรับข้อความในโจทย์ปัญหาให้มีความชัดเจนและตรงประเด็น

4.2 แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์

จากการศึกษาแนวคิดที่เกี่ยวกับการสอนแก้โจทย์ปัญหาโดยใช้รูปแบบSSCS ของพิซซินี เซพาร์ดสัน และเอเบล (Pizzini, Shepardson; & Abell. 1989) และแนวทางของขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ตามแนวคิดของนักฟิสิกส์ศึกษา จากเชอคูรี (Chekuri. 1996); เฮลเลอร์และเฮลเลอร์ (Heller; & Heller. 1999); ดิงค์และฮาร์แคมป์ (Ding; & Harskamp. 2007); และโรจาส (Rojas. 2010) ในการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่แนวตรง ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้นที่มีลักษณะที่ให้นักเรียนนำความรู้ไปประยุกต์ ใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ที่เป็นโจทย์ปัญหาฟิสิกส์

4.2.1 ขั้นตอนเตรียมการ

1. ศึกษาเอกสารต่างๆที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา
2. ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์และวิธีการประเมินความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์
3. กำหนดลักษณะของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย

4.2.2 แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่องเคลื่อนที่แนวตรง ครอบคลุมเนื้อหาตามหลักสูตร วิชาพลังงานและการเคลื่อนที่ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนไม่เน้นวิทยาศาสตร์ โดยผู้วิจัยสร้างเป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย ซึ่งประกอบด้วย สถานการณ์ปัญหาโจทย์ฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่แนวตรง 30 ข้อ โดยดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา ด้วยการแสดงวิธีคิดจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่แนวตรง โดยกำหนดเกณฑ์ในการให้คะแนน และวัดความถูกต้องขององค์ประกอบ 3 ด้าน คือ

1. การเลือกสมการ
2. การแก้สมการ
3. การเขียนบรรยายแนวทางในการแก้ปัญหา และความหมายของตัวเลขจากคำตอบ

คำตอบ

4.2.3 ขั้นตอนตรวจสอบคุณภาพ แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตรวจสอบคุณภาพแบบทดสอบ ตามขั้นตอนดังนี้

1. นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโท เพื่อตรวจสอบคำถามและพิจารณาความเหมาะสมของเกณฑ์การตรวจให้คะแนน แล้วนำมาปรับปรุงตามคำแนะนำอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโท
2. นำแบบทดสอบไปประเมินความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ดูความเหมาะสมของภาษาโดยให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน (รายละเอียดดังภาคผนวก ก) ประเมินพร้อมทั้งให้ข้อเสนอแนะปรับปรุง โดยเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน หรือผู้มีประสบการณ์ด้านการสอนวิชาฟิสิกส์ วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ ขึ้นไป หรือมีวุฒิการศึกษาระดับดุษฎีบัณฑิตโดยใช้แบบ

วัดค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Consistency : IC) เป็นเกณฑ์ โดยพิจารณา ค่า IC อยู่ระหว่าง 0.67 - 1.00 (รายละเอียดดังภาคผนวก ค) จากนั้นผู้วิจัยดำเนินการแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งสรุปข้อเสนอแนะได้ดังนี้

1) ข้อคำถามควรเป็นเหตุการณ์ที่มีความหลากหลาย และมีความเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนเกิดความสนใจ

2) รูปภาพประกอบโจทย์ปัญหาให้มีความชัดเจน เพื่อป้องกันความสับสนในการทำแบบทดสอบ

3) ภาษาที่ใช้ควรมีความชัดเจนและตรงประเด็น

3. นำแบบทดสอบที่ได้แก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 แผนการเรียนไม่เน้นวิทยาศาสตร์ โรงเรียนศรีอยุธยา ในพระอุปถัมภ์ฯ จำนวน 1 ห้องเรียน โดยผู้วิจัยได้ขอความร่วมมือจากนักเรียนและได้ชี้แจงทำความเข้าใจกับนักเรียนก่อนที่จะทดลองใช้แบบทดสอบดังกล่าว

4. นำแบบทดสอบมาตรวจให้คะแนน เพื่อหาค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนกโดยใช้การวิเคราะห์ข้อสอบแบบอันดับของWhitney และ Sabers (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ.2543)โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป B-Index Win 7.0 สำหรับการวิเคราะห์ข้อสอบแบบอันดับที่มีคะแนนไม่ใช่ 0-1 (สาคร แสงผิง. 2550) โดยเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.20 ถึง 0.80 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป (รายละเอียดดังภาคผนวก ค)

5. นำคะแนนของแบบทดสอบที่คัดเลือกไว้มาหาค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับโดยวิธีหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α -Coefficient) ของครอนบาค (Cronbach) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2543) โดยมีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับเท่ากับ 0.76

เมื่อได้ผลการวิเคราะห์คุณภาพแล้ว ได้แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่แนวตรงที่มีคุณภาพเป็นไปตามเกณฑ์ เลือกไว้ 15 ข้อ โดยนำไปใช้วัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ทำการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้ข้อสอบชุดเดียวกัน

เกณฑ์ในการให้คะแนนแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์

เรื่อง การเคลื่อนที่แนวตรง

โดยดำเนินการแก้ปัญหาด้วยการแสดงวิธีคิดจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่แนวตรง โดยวัดความถูกต้องขององค์ประกอบ 3 ด้าน คือ

1. การเลือกสมการ
2. การแก้สมการ
3. การเขียนบรรยายแนวทางในการแก้ปัญหา และความหมายของตัวเลขจากคำตอบ

มีการกำหนดเกณฑ์การให้คะแนน(Scoring Rubrics) ดังนี้

1. การเลือกสมการ
 - 2 คะแนน เมื่อเลือกสมการได้ถูกต้องสมบูรณ์
 - 1 คะแนน เมื่อเลือกสมการได้ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์
 - 0 คะแนน เมื่อเลือกสมการไม่ถูกต้องหรือไม่เขียน
2. การแก้สมการ
 - 2 คะแนน เมื่อแสดงวิธีการแก้สมการได้สมบูรณ์และหาคำตอบได้ถูกต้อง
 - 1 คะแนน เมื่อแสดงวิธีการแก้สมการได้ไม่สมบูรณ์และได้คำตอบที่ไม่ถูกต้อง
 - 0 คะแนน เมื่อแสดงวิธีการแก้สมการไม่ถูกต้องหรือไม่เขียน
3. การเขียนบรรยายแนวทางในการแก้ปัญหา และความหมายของตัวเลขจากคำตอบ
 - 2 คะแนน เมื่อเขียนแนวทางในการแก้ปัญหาและอธิบายความหมายของตัวเลขได้ถูกต้องสมบูรณ์
 - 1 คะแนน เมื่อเขียนแนวทางในการแก้ปัญหาและอธิบายความหมายของตัวเลขถูกต้องเพียงอย่างเดียวหนึ่ง
 - 0 คะแนน เมื่อเขียนแนวทางในการแก้ปัญหาและอธิบายความหมายของตัวเลขไม่ถูกต้องหรือไม่เขียน

4.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

จากการศึกษาเอกสาร แนวคิด การวัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของเพื่อสร้างข้อสรุปแนวคิดเกี่ยวกับแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2541: 146 - 147); ขวาล แพร่ตกุล (2552: 112); และพิชิต ฤทธิ์จัญญ (2545: 97 - 99) โดยมีขั้นตอนในการสร้างดังนี้

4.3.1 ขั้นตอนเตรียมการ

1. ศึกษามาตรฐาน /ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้แกนกลาง จากหลักสูตรแกนกลาง การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551และคำอธิบายรายวิชาการศึกษาเคลื่อนที่และพลังงาน จากหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนศรีอยุธยา ในพระอุปถัมภ์ฯ

2. สร้างตารางวิเคราะห์ข้อสอบ (Table of Specification) โดยยึดจุดประสงค์การเรียนรู้และระดับพฤติกรรมที่ต้องการวัด กำหนดน้ำหนักหรือจำนวนข้อสอบที่ต้องการออกข้อสอบของแต่ละจุดประสงค์

4.3.2 ขั้นตอนสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นแบบปรนัยแบบเลือกตอบ

4 ตัวเลือก ให้ครอบคลุมตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง จำนวน 50 ข้อ

4.3.3 ขั้นตอนตรวจสอบคุณภาพ

1. นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นตามตารางการวิเคราะห์พฤติกรรมการเรียนเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโทเพื่อตรวจสอบความสอดคล้องกับเนื้อหาแล้วนำมาปรับปรุงตามคำแนะนำอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโท

2. นำแบบทดสอบไปประเมินความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ความเหมาะสมของภาษา โดยให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน(รายละเอียดดังภาคผนวก ก) ประเมินพร้อมทั้งให้ข้อเสนอแนะปรับปรุง โดยเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน หรือผู้มีประสบการณ์ด้านการสอนวิชาชีพศึกษาศาสตร์ หรือมีวุฒิการศึกษาระดับดุษฎีบัณฑิต โดยใช้แบบวัดค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Consistency : IC) เป็นเกณฑ์ โดยการพิจารณาค่า IC อยู่ระหว่าง 0.67-1.00 (รายละเอียดดังภาคผนวก ค) จากนั้นผู้วิจัยดำเนินการแก้ไขข้อสอบตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญซึ่งสรุปข้อเสนอแนะได้ดังนี้

1) ข้อคำถามควรเป็นเหตุการณ์ที่มีความหลากหลาย และมีความเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนเกิดความสนใจ

2) ภาษาที่ใช้ในคำถามควรมีความชัดเจนเพื่อป้องกันการตีความที่คลาดเคลื่อน

3) ตรวจสอบการใช้คำถามและความสั้น ยาว ของตัวเลือกให้เหมาะสม

4) การคิดคำนวณตัวเลขควรเป็นตัวเลขที่ไม่มีความยุ่งยากในการคำนวณ

เพื่อให้มีความเหมาะสมกับนักเรียนแผนการเรียนไม่เน้นวิทยาศาสตร์

3. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางเรียน ที่ได้แก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 แผนการเรียนไม่เน้นวิทยาศาสตร์ โรงเรียนศรีอยุธยา ในพระอุปถัมภ์ฯ จำนวน 1 ห้องเรียน โดยผู้วิจัยได้ขอความร่วมมือจากนักเรียนและได้ชี้แจงทำความเข้าใจกับนักเรียนก่อนที่จะทดลองใช้แบบทดสอบดังกล่าว

4. นำแบบทดสอบมาตรวจให้คะแนน เพื่อหาค่าความยากง่าย โดยวิเคราะห์เป็นรายข้อ ใช้เทคนิคร้อยละ 27 ของจุง เทห์ ฟาน (Chung-Teh Fan) คุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายระหว่าง 0.20 ถึง 0.80

5. นำแบบทดสอบมาตรวจให้คะแนน เพื่อค่าอำนาจจำแนกเป็นรายข้อโดยวิธีพอยท์ไบซีเรียล (Point-Biserial Correlation) โดยเลือกข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป

6. นำคะแนนของแบบทดสอบที่คัดเลือกไว้มาหาค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับโดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน (Kuder Richardson) (ล้วน สายยศ; และอังคณา สายยศ.2538: 197 - 198) โดยมีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับเท่ากับ 0.88

เมื่อได้ผลการวิเคราะห์คุณภาพแล้ว ได้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการเคลื่อนที่แนวตรง ที่มีคุณภาพเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด จำนวน 30 ข้อ(รายละเอียดดังภาคผนวก ค)โดยวัดพฤติกรรมการเรียนรู้ 4 ด้าน คือด้านความรู้ความจำ ด้านความเข้าใจ ด้านการนำไปใช้ และด้านการวิเคราะห์ โดยนำไปใช้วัดผลการเรียนรู้ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ทำการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้ข้อสอบชุดเดียวกัน

5. การทดลองใช้รูปแบบการสอน

นำแผนการจัดการเรียนรู้ไปทำการศึกษานำร่อง (Pilot Study) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 แผนการเรียนไม่เน้นวิทยาศาสตร์ โรงเรียนศรีอยุธยา ในพระอุปถัมภ์ฯ จำนวน 1 ห้องเรียน โดยผู้วิจัยทำการสอนด้วยตนเอง เพื่อศึกษาความเหมาะสมด้านระยะเวลา ความสอดคล้องเนื้อหา ความชัดเจนของภาษาที่ใช้ รวมทั้งปัญหาและอุปสรรคต่างๆที่พบเพื่อนำมาปรับปรุงและแก้ไขต่อไป โดยนำข้อค้นพบในการทดลองใช้ครั้งนี้มาปรับปรุง เพื่อนำไปใช้จริงในการวิจัยครั้งนี้ ซึ่งสรุปข้อค้นพบในการศึกษาดังนี้

1. ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยการแบ่งกลุ่มแบบละความสามารถจะต้องชี้แจงให้นักเรียนเข้าใจในเรื่องการทำงานเป็นกลุ่ม และการแบ่งหน้าที่ความรับผิดชอบในกลุ่ม โดยให้มีการสลับเปลี่ยนหมุนเวียนหน้าที่ความรับผิดชอบภายในกลุ่มทุกสัปดาห์
2. ชี้แจงให้นักเรียนที่มีความเข้าใจในบทเรียนได้ดีช่วยเหลือเพื่อนในกลุ่มที่มีความเข้าใจในบทเรียนในระดับที่ต่ำกว่า
3. ในขั้นขยายความรู้ของวัฏจักรการเรียนรู้ 5E ซึ่งเป็นการฝึกในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ ให้นักเรียนร่วมกันทบทวนกิจกรรม 4S โดยการร้องเพลงขั้นตอนของกิจกรรม 4S เพื่อเป็นการทบทวนขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์
4. ช่วงของการเริ่มต้นการใช้แผนการจัดการเรียนรู้ ครูจะต้องช่วยเหลือและให้คำแนะนำกิจกรรม 4S เพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจขั้นตอนของกิจกรรม 4S ในขั้น Search เพื่อฝึกในการหาคำสำคัญ, สิ่งที่โจทย์บอก, สิ่งที่โจทย์ถาม, ตรวจสอบหน่วย และการวาดรูปประกอบ
5. ครูแนะนำให้นักเรียนมีความตระหนักถึงความสำคัญของขั้น Share ในกิจกรรม 4S เนื่องจากในขั้นนี้นักเรียนจะสามารถพัฒนาในเรื่องของการสื่อสารกับผู้อื่น อีกทั้งการอธิบายความหมายของตัวเลขที่ได้จากคำตอบ จะทำให้นักเรียนมีความเข้าใจในหลักการทางฟิสิกส์และเนื้อหาในบทเรียนมากยิ่งขึ้น
6. ปรับกิจกรรมเพื่อให้ความเหมาะสมกับเวลา

6. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลตามลำดับดังนี้

1. เลือกนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนไม่เน้นวิทยาศาสตร์ โดยการสุ่มอย่างง่ายเป็นกลุ่มทดลอง
2. เลือกนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนไม่เน้นวิทยาศาสตร์ โดยการสุ่มอย่างง่ายเป็นกลุ่มควบคุม
3. ทดสอบก่อนเรียนทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมโดยใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่แนวตรง และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการเคลื่อนที่แนวตรง นำผลการสอบมาตรวจให้คะแนน

4. ดำเนินการทดลองโดยผู้วิจัยดำเนินการสอนเอง โดยใช้เนื้อหาเดียวกันทั้งกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม โดยใช้ระยะเวลาในการทดลองเท่ากันคือ กลุ่มละ 18 คาบๆ ละ 50 นาที ดังนี้

4.1 กลุ่มทดลองได้รับการจัดการเรียนรู้ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5E ที่เสริมกิจกรรม 4S

4.2 กลุ่มควบคุม ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5E

5. เมื่อสิ้นสุดการสอนตามกำหนด ทำการทดสอบหลังเรียนทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่แนวตรง และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการเคลื่อนที่แนวตรง โดยใช้ข้อสอบชุดเดิม

6. ทำการตรวจให้คะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่แนวตรง และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการเคลื่อนที่แนวตรง ทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม แล้วนำผลคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ โดยวิธีการทางสถิติ เพื่อทดสอบสมมติฐานต่อไป

7. การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

7.1 การวิเคราะห์ข้อมูล

1. ค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Consistency, IC) เพื่อประเมินความสอดคล้องของ 1) การจัดการเรียนรู้ 2) แผนการจัดการเรียนรู้ 3) แบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ 4) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้วิธีการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (ล้วน สายยศ; และอังคณา สายยศ. 2541: 197) โดยใช้สูตรดังนี้

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

เมื่อ IC แทน ค่าดัชนีความสอดคล้อง

2. ค่าความยากง่าย (Index of Difficulty) และค่าอำนาจจำแนก (Index of Discrimination) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์โดยใช้การวิเคราะห์ข้อสอบแบบอัตนัยของ Whitney และ Sabers ใช้โปรแกรมสำเร็จรูป B-Index Win 7.0

3. ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดทั้งฉบับของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ โดยวิธีหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α -Coefficient) ของครอนบาค (Cronbach) ใช้โปรแกรมสำเร็จรูป B-Index Win 7.0

4. ค่าความยากง่าย (p) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยวิเคราะห์เป็นรายข้อ ใช้เทคนิคร้อยละ 27 ของจุง เทห์ ฟาน (Chung-Teh Fan) ใช้โปรแกรมการตรวจข้อสอบ (Multiple Choices Test Analyser : Version 4.5.3)

5. ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยวิธีพอยท์ไบซีเรียล (Point-Biserial Correlation) ใช้โปรแกรมการตรวจข้อสอบ (Multiple Choices Test Analyser : Version 4.5.3)

6. ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดทั้งฉบับ ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้สูตร Kuder Richardson (KR- 20) ใช้โปรแกรมการตรวจข้อสอบ (Multiple Choices Test Analyser : Version 4.5.3)

7.2 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

7.2.1 สถิติพื้นฐาน

1. ร้อยละ (Percentage)

โดยการใช้สูตร

$$\text{ร้อยละ} = \frac{\text{ตัวเลขที่ต้องการเปรียบเทียบ}}{\text{จำนวนเต็ม}} \times 100$$

2. ค่าเฉลี่ย (mean)

โดยการใช้สูตร

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

เมื่อ

$\bar{X}$ แทน คะแนนเฉลี่ย

$\sum x$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

3. ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

โดยการใช้สูตร

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

เมื่อ

S.D. แทน ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$\sum X^2$ แทน ผลรวมของคะแนนแต่ละคนยกกำลังสอง

$(\sum X)^2$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง

N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

7.2.2 สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

1. วิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่แนวตรง ก่อนเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยการใช้การทดสอบค่าที (t – test for independent samples)

2. วิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการเคลื่อนที่แนวตรง ก่อนเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยการใช้การทดสอบค่าที (t – test for independent samples)

3. วิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่แนวตรง ก่อนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง โดยการใช้การทดสอบค่าที (t – test for dependent samples)

4. วิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการเคลื่อนที่แนวตรง ก่อนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง โดยการใช้การทดสอบค่าที (t – test for dependent samples)

5. วิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่แนวตรง หลังเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยการใช้การทดสอบค่าที (t – test for independent samples)

6. วิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการเคลื่อนที่แนวตรง หลังเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยการใช้การทดสอบค่าที (t – test for independent samples)

7. วิเคราะห์คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่แนวตรง หลังเรียนเทียบกับเกณฑ์มากกว่าร้อยละ 50 โดยใช้การทดสอบค่าที (t – test for one sample)

8. วิเคราะห์คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการเคลื่อนที่แนวตรง หลังเรียน เทียบกับเกณฑ์มากกว่าร้อยละ 50 โดยใช้การทดสอบค่าที (t – test for one sample)

วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรม SPSS (Statistical Package for the Social Science for Windows)



บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

จากการศึกษาผลการทดลองใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5E ที่เสริมกิจกรรม 4S เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่แนวตรง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียน ไม่เน้นวิทยาศาสตร์ จะนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลเป็น 2 ส่วน ดังนี้

4.1 การทดสอบการเท่าเทียมกันของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

ก่อนการทดลองใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5E ที่เสริมกิจกรรม 4S เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่แนวตรง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียน ไม่เน้นวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบการเท่าเทียมจากกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยหาคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน จากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการเคลื่อนที่แนวตรง โดยการทดสอบค่าที (t – test for independent samples) ปรากฏดังตาราง 9 และตาราง 10

ตาราง 9 คะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่แนวตรง ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

การทดสอบ	จำนวน นักเรียน ทั้งหมด	คะแนน เต็ม	ผ่านเกณฑ์		$\bar{X}$	S.D.	t	p
			50%					
			จำนวน	%				
กลุ่มทดลอง	52	90	0	0	8.65	3.13	0.44	0.66
กลุ่มควบคุม	48	90	0	0	8.38	3.27		

$$p > 0.01$$

จากตาราง 9 คะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่แนวตรงของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม พบว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่แนวตรงของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม มีคะแนนเฉลี่ยเป็น 8.65 และ 8.38 จากคะแนนเต็ม 90 คะแนน โดยพบว่าไม่มีนักเรียนทั้งจากกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมที่สอบผ่านเกณฑ์ร้อยละ 50 นั่นคือคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่แนวตรงของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

ตาราง 10 คะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการเคลื่อนที่
แนวตรง ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

การทดสอบ	จำนวน นักเรียน ทั้งหมด	คะแนน เต็ม	ผ่านเกณฑ์		$\bar{X}$	S.D.	t	p
			50%					
			จำนวน	%				
กลุ่มทดลอง	52	30	0	0	7.79	2.36	0.17	0.86
กลุ่มควบคุม	48	30	0	0	7.71	2.28		

$p > 0.01$

จากตาราง 10 คะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการเคลื่อนที่แนวตรง ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม พบว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการเคลื่อนที่แนวตรงของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม มีคะแนนเฉลี่ยเป็น 7.79 และ 7.71 จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน โดยพบว่าไม่มีนักเรียนทั้งจากกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมที่สอบผ่านเกณฑ์ร้อยละ 50 นั่นคือคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการเคลื่อนที่แนวตรง ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

4.2 ผลการใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5E ที่เสริมกิจกรรม 4S

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยต้องการตอบคำถามวิจัยและศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5E ที่เสริมกิจกรรม 4S ว่ามีผลต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนไม่เน้นวิทยาศาสตร์หรือไม่อย่างไร โดยการทดสอบสมมติฐานทั้ง 2 ข้อ คือ

1. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5E ที่เสริมกิจกรรม 4S มีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์และผลสัมฤทธิ์ทางเรียน เรื่องการเคลื่อนที่แนวตรง หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญสถิติ
2. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5E ที่เสริมกิจกรรม 4S มีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์และผลสัมฤทธิ์ทางเรียน เรื่องการเคลื่อนที่แนวตรง หลังเรียนผ่านเกณฑ์มากกว่าร้อยละ 50

4.2.1 การทดสอบสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 1 นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5E ที่เสริมกิจกรรม 4S มีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์และผลสัมฤทธิ์ทางเรียน เรื่องการเคลื่อนที่แนวตรง หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญสถิติ

จากการทดลองใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5E ที่เสริมกิจกรรม 4S ผู้วิจัยได้นำเสนอข้อมูลผลการวิเคราะห์ เพื่อทดสอบสมมติฐาน โดยแยกพิจารณาเป็น 2 ส่วนคือ ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5E ที่เสริมกิจกรรม 4S โดยมีผลการวิเคราะห์ดังนี้

1. เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่แนวตรง ก่อนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง โดยการทดสอบค่าที (t – test for dependent samples) ปรากฏดังตาราง 11

ตาราง 11 คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่แนวตรง จำแนกตามหัวข้อการเรียนรู้ ก่อนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง

หัวข้อการเรียนรู้	คะแนนเต็ม	ก่อนเรียน		หลังเรียน		ร้อยละคะแนนความก้าวหน้า	t	p
		$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.			
ระยะทางและการกระจัด	6	3.75	1.28	6.00	0.00	37.50	12.66 **	0.00
การเคลื่อนที่แนวตรงด้วยความเร็วคงตัว	12	4.71	2.14	12.00	0.00	60.75	24.61 **	0.00
การเคลื่อนที่แนวตรงด้วยความเร่งคงตัว	30	0.00	0.00	23.92	2.50	79.73	69.12 **	0.00
กราฟของการเคลื่อนที่แนวตรง	12	0.00	0.00	8.04	1.52	67.00	38.12 **	0.00
การเคลื่อนที่ตกแบบเสรีภายใต้แรงดึงดูดของโลก	30	0.00	0.00	12.25	4.98	40.83	17.75 **	0.00
ภาพรวม	90	8.65	3.13	62.21	8.84	59.91	46.04 **	0.00

**p<0.01

จากตาราง 11 คะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียน จากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่แนวตรง ของกลุ่มทดลอง โดยแยกวิเคราะห์ตามหัวข้อการเรียนรู้ พบว่าหัวข้อการเคลื่อนที่แนวตรงด้วยความเร่งคงตัว มีร้อยละของคะแนนความก้าวหน้ามากที่สุดคือ 79.73 รองลงมาคือกราฟของการเคลื่อนที่แนวตรง การเคลื่อนที่แนวตรงด้วยความเร็วคงตัว การเคลื่อนที่ตกแบบเสรีภายใต้แรงดึงดูดของโลก และระยะทางและการกระจัด คิดเป็นร้อยละ 67.00, 60.75, 40.83 และ 37.50 ตามลำดับ โดยมีคะแนนเฉลี่ยในทุกหัวข้อการเรียนรู้ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และพบว่าคะแนนเฉลี่ยในภาพรวมหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยมีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียน คือ 8.65 และ 62.21 จากคะแนนเต็ม 90 คะแนน ตามลำดับ

2. เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการเคลื่อนที่แนวตรง ก่อนและ หลังเรียนของของกลุ่มทดลอง โดยการทดสอบค่าที (t – test for dependent samples) ปรากฏดังตาราง 12

ตาราง 12 คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการเคลื่อนที่แนวตรง จำแนกตามหัวข้อการเรียนรู้ ก่อนและหลังเรียนของของกลุ่มทดลอง

หัวข้อการเรียนรู้	คะแนนเต็ม	ก่อนเรียน		หลังเรียน		ร้อยละคะแนนความก้าวหน้า	t	p
		$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.			
ระยะทางและการกระจัด	2	1.75	0.44	2.00	0.00	12.50	4.12**	0.00
การเคลื่อนที่แนวตรงด้วยความเร็วคงตัว	5	3.29	1.11	5.00	0.00	34.20	11.13**	0.00
การเคลื่อนที่แนวตรงด้วยความเร่งคงตัว	10	0.98	0.46	5.73	0.91	47.50	55.04**	0.00
กราฟของการเคลื่อนที่แนวตรง	3	0.71	0.46	2.54	0.57	61.00	34.49**	0.00
การเคลื่อนที่ตกแบบเสรีภายใต้แรงดึงดูดของโลก	10	0.96	0.71	4.54	0.87	35.80	40.49**	0.00
ภาพรวม	30	7.71	2.36	19.81	2.02	40.33	22.83**	0.00

**p<0.01

จากตาราง 12 คะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียน จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการเคลื่อนที่แนวตรง ของกลุ่มทดลอง โดยแยกวิเคราะห์ตามหัวข้อการเรียนรู้ พบว่าหัวข้อกราฟของการเคลื่อนที่แนวตรง มีร้อยละของคะแนนความก้าวหน้ามากที่สุดคือ 61.00 รองลงมาคือหัวข้อการเคลื่อนที่แนวตรงด้วยความเร่งคงตัว การเคลื่อนที่ตกแบบเสรีภายใต้แรงดึงดูดของโลก การเคลื่อนที่แนวตรงด้วยความเร็วคงตัว และระยะทางและการกระจัด คิดเป็นร้อยละ 47.50, 35.80, 34.20 และ 12.50 ตามลำดับ โดยมีคะแนนเฉลี่ยในทุกหัวข้อการเรียนรู้ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และพบว่าคะแนนเฉลี่ยในภาพรวมหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยมีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียน คือ 7.71 และ 19.81 จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน ตามลำดับ

3. เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่แนวตรง หลังเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยการทดสอบค่าที (t – test for independent samples)

ตาราง 13 คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่แนวตรง หลังเรียนจำแนกตามหัวข้อการเรียนรู้ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

หัวข้อการเรียนรู้	จำนวน นักเรียน ทั้งหมด	คะแนน เต็ม	หลังเรียน		t	p
			$\bar{X}$	S.D.		
ระยะทางและการกระจัด		6			-	-
กลุ่มทดลอง	52		6.00	0.00		
กลุ่มควบคุม	48		6.00	0.00		
การเคลื่อนที่แนวตรงด้วยความเร็วคงตัว		12			5.08 ^{**}	0.00
กลุ่มทดลอง	52		12.00	0.00		
กลุ่มควบคุม	48		10.58	1.93		
การเคลื่อนที่แนวตรงด้วยความเร่งคงตัว		30			5.77 ^{**}	0.00
กลุ่มทดลอง	52		23.92	2.50		
กลุ่มควบคุม	48		20.60	3.18		
กราฟของการเคลื่อนที่แนวตรง		12			5.78 ^{**}	0.00
กลุ่มทดลอง	52		8.04	1.52		
กลุ่มควบคุม	48		5.75	2.37		

ตาราง 13 (ต่อ)

หัวข้อการเรียนรู้	จำนวน นักเรียน ทั้งหมด	คะแนน เต็ม	หลังเรียน		t	p
			$\bar{X}$	S.D.		
การเคลื่อนที่ตกแบบเสรีภายใต้แรงดึงดูดของโลก		30			3.72 ^{**}	0.00
กลุ่มทดลอง	52		12.25	4.98		
กลุ่มควบคุม	48		8.83	4.13		
ภาพรวม		90			5.27 ^{**}	0.00
กลุ่มทดลอง	52		62.21	8.84		
กลุ่มควบคุม	48		51.77	10.79		

^{**}p<0.01

จากตาราง 13 คะแนนเฉลี่ยหลังเรียน จากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่แนวตรง ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยแยกวิเคราะห์ตามหัวข้อการเรียนรู้ พบว่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมในหัวข้อการเคลื่อนที่แนวตรงด้วยความเร็วคงตัว การเคลื่อนที่แนวตรงด้วยความเร่งคงตัว กราฟของการเคลื่อนที่แนวตรงและการเคลื่อนที่ตกแบบเสรีภายใต้แรงดึงดูดของโลก ยกเว้นหัวข้อระยะทางและการกระจัด คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนของทั้งสองกลุ่มมีค่าเท่ากัน และพบว่าคะแนนเฉลี่ยในภาพรวมของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน คือ 62.21 และ 51.77 จากคะแนนเต็ม 90 คะแนนตามลำดับ

4. เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการเคลื่อนที่แนวตรง หลังเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยการทดสอบค่าที (t – test for independent samples)

ตาราง 14 คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการเคลื่อนที่แนวตรง หลังเรียนจำแนกตาม
หัวข้อการเรียนรู้ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

หัวข้อการเรียนรู้	จำนวน นักเรียน ทั้งหมด	คะแนน เต็ม	หลังเรียน		t	p
			$\bar{X}$	S.D.		
ระยะทางและการกระจัด		2			-	-
กลุ่มทดลอง	52		2.00	0.00		
กลุ่มควบคุม	48		2.00	0.00		
การเคลื่อนที่แนวตรง ด้วยความเร็วคงตัว		5			0.83	0.07
กลุ่มทดลอง	52		5.00	0.00		
กลุ่มควบคุม	48		4.94	0.25		
การเคลื่อนที่แนวตรง ด้วยความเร่งคงตัว		10			6.66 **	0.00
กลุ่มทดลอง	52		5.73	0.91		
กลุ่มควบคุม	48		4.13	1.42		
กราฟของการเคลื่อนที่แนวตรง		3			5.54 **	0.00
กลุ่มทดลอง	52		2.54	0.58		
กลุ่มควบคุม	48		1.83	0.70		
การเคลื่อนที่ตกแบบเสรี ภายใต้แรงดึงดูดของโลก		10			6.70 **	0.00
กลุ่มทดลอง	52		4.54	0.87		
กลุ่มควบคุม	48		3.13	1.20		
ภาพรวม		30			6.51 **	0.00
กลุ่มทดลอง	52		19.81	2.02		
กลุ่มควบคุม	48		16.44	3.01		

**p<0.01

จากตาราง 14 คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการเคลื่อนที่แนวตรง ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยแยกวิเคราะห์ตามหัวข้อการเรียนรู้พบว่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมในหัวข้อการเคลื่อนที่แนวตรงด้วยความเร็วคงตัว การเคลื่อนที่แนวตรงด้วยความเร่งคงตัว กราฟของการเคลื่อนที่แนวตรง และ

การเคลื่อนที่ตกแบบเสรีภายใต้แรงดึงดูดของโลก แต่หัวข้อระยะทางและการกระจัด คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนของทั้งสองกลุ่มมีค่าเท่ากัน แต่เมื่อพิจารณาจากการทดสอบค่าที่พบว่าหัวข้อการเคลื่อนที่แนวตรงด้วยความเร็วคงตัว คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนของทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และพบว่าคะแนนเฉลี่ยในภาพรวมของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน คือ 19.81 และ 16.44 จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน ตามลำดับ

4.2.2 การทดสอบสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 2 นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5E ที่เสริมกิจกรรม 4S มีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์และผลสัมฤทธิ์ทางเรียน เรื่องการเคลื่อนที่แนวตรง หลังเรียนผ่านเกณฑ์มากกว่าร้อยละ 50

พบว่าหลังการทดลองใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5E ที่เสริมกิจกรรม 4S มีผลการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่แนวตรง หลังเรียนผ่านเกณฑ์มากกว่าร้อยละ 50 ของกลุ่มทดลอง ด้วยการทดสอบค่าที่ (t – test for one sample) ปรากฏดังตาราง 15

ตาราง 15 คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่แนวตรง จำแนกตามหัวข้อการเรียนรู้หลังเรียนผ่านเกณฑ์มากกว่าร้อยละ 50 ของกลุ่มทดลอง

หัวข้อการเรียนรู้	คะแนนเต็ม	จำนวนนักเรียนทั้งหมด	คะแนน (ผ่านเกณฑ์มากกว่าร้อยละ 50)		$\bar{X}$	S.D.
			จำนวน	ร้อยละ		
			จำนวน (คน)			
ระยะทางและการกระจัด	6	52	52	100	6.00	0.00
การเคลื่อนที่แนวตรง ด้วยความเร็วคงตัว	12	52	52	100	12.00	0.00
การเคลื่อนที่แนวตรง ด้วยความเร่งคงตัว	30	52	52	100	23.92	2.50
กราฟของการเคลื่อนที่แนวตรง	12	52	52	100	8.04	1.52
การเคลื่อนที่ตกแบบเสรี ภายใต้แรงดึงดูดของโลก	30	52	14	26.92	12.25	4.98
ภาพรวม	90	52	52	100	62.21	8.84

จากตาราง 15 คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่แนวตรง หลังเรียนของกลุ่มทดลองโดยแยกวิเคราะห์ตามหัวข้อการเรียนรู้ พบว่าหัวข้อการเรียนรู้ที่กลุ่มทดลองมีจำนวนนักเรียนผ่านเกณฑ์มากกว่าร้อยละ 50 คิดเป็นร้อยละ 100 คือหัวข้อระยะทางและการกระจัด การเคลื่อนที่แนวตรงด้วยความเร็วคงตัว การเคลื่อนที่แนวตรงด้วยความเร่งคงตัว และกราฟของการเคลื่อนที่แนวตรง ส่วนหัวข้อการเคลื่อนที่ตกแบบเสรีภายใต้แรงดึงดูดของโลก มีจำนวนนักเรียนผ่านเกณฑ์มากกว่าร้อยละ 50 คิดเป็นร้อยละ 26.92 แต่เมื่อพิจารณาในภาพรวมพบว่าหลังเรียนมีจำนวนนักเรียนผ่านเกณฑ์มากกว่า 50 คิดเป็นร้อยละ 100

2. เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการเคลื่อนที่แนวตรง หลังเรียนผ่านเกณฑ์มากกว่าร้อยละ 50 ของกลุ่มทดลอง ด้วยการทดสอบค่าที (t – test for one sample) ปรากฏดังตาราง 16

ตาราง 16 คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการเคลื่อนที่แนวตรง หลังเรียนจำแนกตามหัวข้อการเรียนรู้ผ่านเกณฑ์มากกว่าร้อยละ 50 ของกลุ่มทดลอง

หัวข้อการเรียนรู้	คะแนนเต็ม	จำนวนนักเรียนทั้งหมด	คะแนน (ผ่านเกณฑ์มากกว่าร้อยละ 50)		$\bar{X}$	S.D.
			จำนวน (คน)	ร้อยละ		
ระยะทางและการกระจัด	2	52	52	100	2.00	0.00
การเคลื่อนที่แนวตรงด้วยความเร็วคงตัว	5	52	52	100	5.00	0.00
การเคลื่อนที่แนวตรงด้วยความเร่งคงตัว	10	52	45	86.54	5.73	0.91
กราฟของการเคลื่อนที่แนวตรง	3	52	50	96.15	2.54	0.58
การเคลื่อนที่ตกแบบเสรีภายใต้แรงดึงดูดของโลก	10	52	19	36.54	4.54	0.87
ภาพรวม	30	52	52	100	19.81	2.02

จากตาราง 16 คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการเคลื่อนที่แนวตรง หลังเรียนของกลุ่มทดลองโดยแยกวิเคราะห์ตามหัวข้อการเรียนรู้ พบว่าหัวข้อการเรียนรู้ระยะทางและการกระจัด และการเคลื่อนที่แนวตรงด้วยความเร็วคงตัว กลุ่มทดลองมีจำนวนนักเรียนผ่านเกณฑ์มากกว่า ร้อยละ 50 คิดเป็นร้อยละ 100 ส่วนหัวข้อการเคลื่อนที่แนวตรงด้วยความเร่งคงตัว กราฟ

ของการเคลื่อนที่แนวตรง และการเคลื่อนที่ตกแบบเสรีภายใต้แรงดึงดูดของโลก มีจำนวนนักเรียนผ่านเกณฑ์มากกว่าร้อยละ 50 คิดเป็นร้อยละ 86.54, 96.15 และ 36.54 ตามลำดับ แต่เมื่อพิจารณาในภาพรวมพบว่าหลังเรียนมีจำนวนนักเรียนผ่านเกณฑ์มากกว่า 50 คิดเป็นร้อยละ 100



บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

ในการวิจัยครั้งนี้เพื่อศึกษาผลการทดลองใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5E ที่เสริมกิจกรรม 4S เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่แนวตรง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนไม่เน้นวิทยาศาสตร์ จำนวน 1 ห้องเรียน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 ของโรงเรียนศรีอยุธยา ในพระอุปถัมภ์ฯ สังกัดสำนักงานพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 1 กรุงเทพมหานคร มีสาระสำคัญของการวิจัยสรุปได้ดังนี้

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ โดยการใช้การจัดการเรียนรู้แบบ วัฏจักรการเรียนรู้ 5E ที่เสริมกิจกรรม 4S ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนไม่เน้นวิทยาศาสตร์
2. เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยการใช้การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5E ที่เสริมกิจกรรม 4S ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนไม่เน้นวิทยาศาสตร์

สมมติฐานการวิจัย

1. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5E ที่เสริมกิจกรรม 4S มีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์และผลสัมฤทธิ์ทางเรียน เรื่องการเคลื่อนที่แนวตรงหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญสถิติ
2. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5E ที่เสริมกิจกรรม 4S มีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์และผลสัมฤทธิ์ทางเรียน เรื่องการเคลื่อนที่แนวตรง หลังเรียนผ่านเกณฑ์มากกว่าร้อยละ 50

วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากร นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนไม่เน้นวิทยาศาสตร์ (ศิลป์ภาษา) ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 โรงเรียนศรีอยุธยา ในพระอุปถัมภ์ฯ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 1 กรุงเทพมหานคร จำนวน 4 ห้องเรียน

กลุ่มตัวอย่าง นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนไม่เน้นวิทยาศาสตร์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 โรงเรียนศรีอยุธยา ในพระอุปถัมภ์ฯ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 1 กรุงเทพมหานคร จำนวน 2 ห้องเรียน ซึ่งได้โดยการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) แบ่งออกเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มทดลอง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนไม่เน้นวิทยาศาสตร์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 โรงเรียนศรีอยุธยา ในพระอุปถัมภ์ฯ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 1 กรุงเทพมหานคร จำนวน 1 ห้องเรียน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5E ที่เสริมกิจกรรม 4S

กลุ่มควบคุม คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนไม่เน้นวิทยาศาสตร์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 โรงเรียนศรีอยุธยา ในพระอุปถัมภ์ฯ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 1 กรุงเทพมหานคร จำนวน 1 ห้องเรียน ที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5E

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5E ที่เสริมกิจกรรม 4S
2. แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่

แนวตรง

3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการเคลื่อนที่แนวตรง

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ทดสอบก่อนเรียนกับนักเรียนที่เป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ก่อนการดำเนินการทดลอง ด้วยแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการเคลื่อนที่แนวตรง

2. ดำเนินการทดลองใช้การจัดการจัดการเรียนรู้อยู่กับนักเรียนที่เป็นกลุ่มทดลองโดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5E ที่เสริมกิจกรรม 4S และนักเรียนกลุ่มควบคุมโดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5E จำนวน 18 คาบๆละ 50 นาที โดยผู้วิจัยเป็นผู้ทำการสอนเอง

3. ทดสอบหลังเรียนกับนักเรียนกลุ่มทดลองและนักเรียนกลุ่มควบคุม เมื่อสิ้นสุดการดำเนินการทดลองใช้การจัดการเรียนรู้ตามเวลาที่กำหนด ด้วยแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการเคลื่อนที่แนวตรง โดยใช้ข้อสอบชุดเดียวกันกับการทดสอบก่อนเรียน

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. นำคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการเคลื่อนที่แนวตรง ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้การทดสอบค่าที (t – test for independent samples)

2. ทดสอบสมมติฐานข้อที่ 1 โดยการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียน จากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการเคลื่อนที่แนวตรง ของนักเรียนกลุ่มทดลอง โดยใช้การทดสอบค่าที (t – test for dependent samples)

3. ทดสอบสมมติฐานข้อที่ 1 โดยการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการเคลื่อนที่แนวตรง ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้การทดสอบค่าที (t – test for independent samples)

4. ทดสอบสมมติฐานข้อที่ 2 โดยการวิเคราะห์คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนของกลุ่มทดลอง จากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการเคลื่อนที่แนวตรง เทียบกับเกณฑ์มากกว่าร้อยละ 50 โดยใช้การทดสอบค่าที (t – test for one sample)

สรุปผลการวิจัย

จากผลการใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5E ที่เสริมกิจกรรม 4S เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนไม่เน้นวิทยาศาสตร์ สามารถสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

1. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5E ที่เสริมกิจกรรม 4S มีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่แนวตรง หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

2. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5E ที่เสริมกิจกรรม 4S มีคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการเคลื่อนที่แนวตรง หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

3. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5E ที่เสริมกิจกรรม 4S มีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่แนวตรง หลังเรียนผ่านเกณฑ์มากกว่าร้อยละ 50

4. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5E ที่เสริมกิจกรรม 4S มีคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการเคลื่อนที่แนวตรง หลังเรียนผ่านเกณฑ์มากกว่าร้อยละ 50

อภิปรายผลการวิจัย

ก่อนการทดลองใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5E ที่เสริมกิจกรรม 4S ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบการเท่าเทียมจากกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยหาคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การเคลื่อนที่แนวตรง โดยทดสอบค่าที (t – test for independent samples) พบว่าคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยมีคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม เท่ากับ 8.38 และ 8.65 จากคะแนนเต็ม 90 คะแนน และคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมเท่ากับ 7.79 และ 7.71 จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน นั่นคือ ไม่มีนักเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 50 จากทั้งสองกลุ่ม อาจเป็นผลมาจากเนื้อหา แนวความคิดหลัก และหลักการทางฟิสิกส์เกือบทั้งหมดจากแบบทดสอบนักเรียนไม่เคยเรียนมาก่อน ซึ่งสอดคล้องกับ สมพร เชื้อพันธ์ (2547: 53); พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และเพยาว์ ยินดีสุข (2548: 125) ;ปราณี กองจินดา (2549: 42) ที่กล่าวถึงความสามารถหรือความสำเร็จในการเรียนของนักเรียนต้องเกิดจากการได้รับการฝึกฝนและได้รับประสบการณ์ จากกิจกรรมการเรียนการสอนทั้งทางด้านพุทธิพิสัย ทักษะพิสัย และจิตพิสัย

ผลจากการใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5E ที่เสริมกิจกรรม 4S เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนไม่เน้นวิทยาศาสตร์

การทดสอบสมมติฐานข้อที่ 1 เมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่แนวตรง

พบว่ากลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่แนวตรงหลังเรียนและก่อนเรียน เท่ากับ 62.21 และ 8.65 จากคะแนนเต็ม 90 คะแนน ตามลำดับ และหลังเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม มีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่แนวตรง เท่ากับ 62.21 และ 51.77 จากคะแนนเต็ม 90 คะแนน ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ และเมื่อพิจารณาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่แนวตรง จากคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองตามหัวข้อการเรียนรู้ พบว่าหัวข้อการเรียนรู้เรื่องระยะทางและการกระจัด และการเคลื่อนที่แนวตรงด้วยความเร็วคงตัว นักเรียนกลุ่มทดลองสามารถทำคะแนนหลังเรียนได้คะแนนเต็ม โดยมีร้อยละของคะแนนก้าวหน้าเป็น 37.50 และ 60.75 ส่วนหัวข้อการเคลื่อนที่ด้วยความเร่งคงตัว กราฟของการเคลื่อนที่แนวตรง และการเคลื่อนที่แบบเสรีภายใต้แรงดึงดูดของโลก มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนในทุกหัวข้อการเรียนรู้ โดยมีร้อยละคะแนนความก้าวหน้าเท่ากับ 79.73, 67.00 และ 40.83 ตามลำดับ และเมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์

เรื่องการเคลื่อนที่แนวตรง หลังเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมตามหัวข้อการเรียนรู้ พบว่า หัวข้อระยะทางและการกระจัด และการเคลื่อนที่แนวตรงด้วยความเร็วคงตัว นักเรียนกลุ่มทดลองสามารถทำคะแนนหลังเรียนได้คะแนนเต็มทั้งสองหัวข้อการเรียนรู้ แต่นักเรียนกลุ่มควบคุมได้คะแนนเต็มในหัวข้อเดียวคือระยะทางและการกระจัด โดยในหัวข้อการเคลื่อนที่แนวตรงด้วยความเร็วคงที่ นักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมได้คะแนน 12 และ 10.58 จากคะแนนเต็ม 12 คะแนน ตามลำดับ ส่วนหัวข้อการเคลื่อนที่ด้วยความเร่งคงตัว กราฟของการเคลื่อนที่แนวตรง และการเคลื่อนที่ตกแบบเสรีภายใต้แรงดึงดูดของโลก กลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมในทุกหัวข้อ กล่าวคือการเคลื่อนที่ด้วยความเร่งคงตัว กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเป็น 23.92 และ 20.60 จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน ตามลำดับ ส่วนหัวข้อกราฟของการเคลื่อนที่แนวตรง กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเป็น 8.04 และ 5.75 จากคะแนนเต็ม 12 คะแนน ตามลำดับ และในหัวข้อการเคลื่อนที่ตกแบบเสรีภายใต้แรงดึงดูดของโลก กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเป็น 12.25 และ 8.83 จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน ตามลำดับ ผู้วิจัยพบว่าหัวข้อการเรียนรู้ระยะทางและการกระจัด และการเคลื่อนที่แนวตรงด้วยความเร็วคงตัว กลุ่มทดลองได้คะแนนเต็มทั้งสองหัวข้ออาจเป็นเพราะนักเรียนได้เรียนในหัวข้อนี้มาแล้วในภาคเรียนที่ 1 นั่นคือนักเรียนเรียนซ้ำเรื่องเดิมในภาคเรียนที่ 2 และอาจเป็นผลจากการใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5E ที่เสริมกิจกรรม 4S ที่ทำให้นักเรียนมีความรู้ ความเข้าใจในแนวความคิดหลัก และหลักการทางฟิสิกส์มากยิ่งขึ้น ประกอบกับหัวข้อการเรียนรู้ระยะทางและการกระจัด มีแนวคิดและหลักการที่ไม่ซับซ้อน ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎี ชามมณี (2554: 51-58) ที่กล่าวถึงกฎแห่งการฝึกหัดของธอร์นไคด์ ไว้ว่าการฝึกหัดหรือกระทำบ่อยๆ จะทำให้การเรียนรู้นั้นคงทนถาวร จะช่วยให้การเรียนการสอนประสบความสำเร็จ

จากการทดสอบสมมติฐานข้อที่ 1 กลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่แนวตรง หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ซึ่งในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์นักเรียนจะต้องมีความรู้ทั้งส่วนแนวความคิดหลัก หลักการทางฟิสิกส์ และขั้นตอนในแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ ซึ่งสอดคล้องกับโปรโตเลส และโรเปส (Portoles & Lopez. 2008: 110) ที่กล่าวโดยสรุปไว้ว่า ปัจจัย 2 ประการที่ทำให้นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาได้ประสบความสำเร็จ ประการที่หนึ่งคือนักเรียนต้องรู้แนวคิด ทฤษฎี หลักการทางฟิสิกส์ และประการที่สองคือนักเรียนจะต้องมีกลยุทธ์ในการใช้แนวคิด ทฤษฎี และหลักการทางฟิสิกส์เพื่อนำไปในการแก้โจทย์ปัญหา และยังสอดคล้องกับแนวคิดของนักฟิสิกส์ศึกษาของความสำเร็จในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของเชอคูรี (Chekuri.1996); เฮลเลอร์และเฮลเลอร์ (Heller; & Heller. 1999); ดิงค์และฮาร์แคมป์ (Ding; & Harskamp. 2007); และโรฆาส (Rojas. 2010) คือจะต้องมีทั้งกลยุทธ์ในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ และความรู้ ความเข้าใจในแนวความคิดหลัก รวมถึงหลักการทางฟิสิกส์ นั่นคืออาจเป็นผลมาจากการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5E ที่เสริมกิจกรรม 4S การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5E ซึ่งเป็นรูปแบบหนึ่งของการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ โดยมีรากฐานมาจากทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง โดย

ในขั้นสำรวจและค้นหาจะทำให้นักเรียนได้รับความรู้และประสบการณ์ตรงผ่านการลงมือปฏิบัติ เพื่อเปิดโอกาสให้นักเรียนได้รับความรู้ ความเข้าใจ โดยอาศัยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการค้นพบความรู้ และสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง ทำให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย และในขั้นอธิบายมีการรับข้อมูลใหม่กับข้อมูลที่มีอยู่เดิม ทำให้มีการปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญา ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ ทำให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมายและมีความเข้าใจที่คงทน ส่งผลให้นักเรียนมีความรู้ ความเข้าใจในแนวความคิดหลัก และหลักการทางฟิสิกส์ ซึ่งสอดคล้องกับ ลีเวลเลน (Llewellyn. 2001: 31); ทิศนา ขัมมณี (2553: 90-94); และเซลเลย์ (Selley.1999: 3-6) ได้อธิบายในทำนองเดียวกันว่า การสร้างความรู้ของผู้เรียนเป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นภายในตัวของผู้เรียนโดยจะมีการตีความสิ่งที่รับรู้ใหม่ตามประสบการณ์เดิมของแต่ละบุคคล หรืออาจสร้างความรู้จากประสบการณ์ตรงที่ได้รับการลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง หรือจากการสื่อสารกับผู้อื่น นั่นคือนักเรียนจะต้องใช้ความรู้ ความเข้าใจในแนวความคิดหลัก และหลักการทางฟิสิกส์จากขั้นอธิบายไปใช้ในขั้นขยายความรู้ และใช้กิจกรรม 4S เป็นขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ในสถานการณ์ต่างๆ โดยกิจกรรม4S จะช่วยแก้ปัญหานักเรียนไม่ทราบขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้น คือ Search Select Solve และ Share กิจกรรม 4S มีขั้นตอนที่ไม่ยุ่งยาก ง่ายต่อการจดจำ อีกทั้งชื่อของขั้นมีความชัดเจนในการปฏิบัติ มีความเหมาะสมกับนักเรียนแผนการเรียนไม่เน้นวิทยาศาสตร์ ซึ่งไม่มีความถนัดในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ นั่นคือกิจกรรม 4S จึงอาจมีส่วนช่วยในการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียน ทำให้นักเรียนสามารถเริ่มต้นในการแก้โจทย์ปัญหาได้ โดยหลังการอ่านโจทย์แล้วนักเรียนจะต้องปฏิบัติในขั้น Search เพื่อค้นหาคำสำคัญ สิ่งที่โจทย์บอก สิ่งที่โจทย์ถาม และตรวจสอบหน่วย การปฏิบัติในขั้นนี้ถือเป็นขั้นที่มีความสำคัญ เพราะการกระทำในขั้นนี้จะส่งผลโดยตรงต่อคำตอบ ครูควรให้ความสำคัญในการฝึกให้นักเรียนหาคำสำคัญ สิ่งที่โจทย์บอก สิ่งที่โจทย์ถาม ตรวจสอบหน่วย และวาดภาพประกอบโจทย์ ซึ่งนักเรียนจะต้องใช้ทักษะการอ่าน ทักษะในการอ่านจับใจความ โดยสอดคล้องกับแนวคิดของ สุร ภาณุจันมยุร (2533: 3-4) ที่กล่าวถึงปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการแก้โจทย์ปัญหา ที่เกี่ยวข้องกับภาษาโดยจะต้องมีทักษะในการอ่าน ทักษะในการจับใจความ และยังเกี่ยวข้องกับความเข้าใจในการตีความเพื่อค้นหาสิ่งที่โจทย์ต้องการ เพราะในขั้นนี้นักเรียนจะต้องตีความจากข้อมูลเพื่อขีดเส้นใต้ 1 เส้นใต้คำสำคัญและสิ่งที่โจทย์บอก ขีดเส้นใต้ 2 เส้นใต้สิ่งที่โจทย์ถาม วงกลมล้อมรอบหน่วยที่ไม่อยู่ในระบบหน่วยระหว่างชาติ และเขียนแผนภาพประกอบโจทย์ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์(2554: ออนไลน์) และวนิษา เรช (2551: 110) ที่กล่าวถึงการอ่านเพื่อให้เกิดประโยชน์และพัฒนาสติปัญญารวมถึงการพัฒนาความสามารถในการเรียนรู้ ความเข้าใจ ด้วยการขีดเส้นใต้ ทำเครื่องหมาย หรือแสดงสัญลักษณ์เหนือหรือใต้ข้อความที่มีความสำคัญ และขั้นต่อไปคือขั้น Select เป็นขั้นที่เขียนข้อมูลสำคัญที่ได้จากการค้นหาในขั้น Search หากกระทำในขั้นSearch ได้อย่างสมบูรณ์ จะส่งผลให้การเลือกสูตรหรือสมการในขั้นนี้ทำได้ง่าย และมีความรอบคอบมากยิ่งขึ้น เมื่อทำการเลือกสูตร หรือสมการแล้วเสร็จ ก็สามารถปฏิบัติในขั้นต่อไปคือขั้น Solve โดยการแทนค่าตัวเลขลงในสมการเพื่อหาค่า

ตัวแปรที่โจทย์ต้องการ พร้อมทั้งพิจารณาความเป็นไปได้ของคำตอบและความสมเหตุสมผลของคำตอบ เช่น ในกรณีที่โจทย์ถามหาเวลา นั่นคือคำตอบที่ได้จะต้องมีเครื่องหมายเป็นบวกเสมอ หากคำตอบที่ได้ออกมาเป็นลบ แสดงว่าอาจมีความผิดพลาดเกิดขึ้นในการแก้สมการ หรืออาจเกิดจากการเขียนข้อมูลที่ผิดพลาดจากขั้น Search โดยนักเรียนสามารถย้อนกลับไปตรวจสอบความผิดพลาดได้ อีกทั้งเมื่อนักเรียนพิจารณาเรื่องของเวลาในชีวิตจริง เราจะไม่พบเวลาที่มีเครื่องหมายเป็นลบ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองของ เพียเจต์ (1977: 110) หากนักเรียนได้การเรียนรู้จากประสบการณ์จริงที่ได้รับ จะทำให้สามารถนักเรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง และทำให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย ส่วนขั้นสุดท้ายคือขั้น Share ให้นักเรียนได้ร่วมอภิปรายหรือเขียนบรรยายแนวทางในการแก้ปัญหา และความหมายของตัวเลขจากคำตอบ โดยขั้น Share เป็นขั้นที่มีประโยชน์และมีความสำคัญ เพราะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกทักษะในการสื่อสาร ไม่ว่าจะเป็นการสื่อสารกับเพื่อน หรือกับครู ถึงแนวทางในการแก้โจทย์ปัญหา นักเรียนจะต้องอธิบายความหมายของตัวเลขจากคำตอบโดยใช้ความรู้ ความเข้าใจในแนวความคิดหลัก และหลักการทางฟิสิกส์มาอธิบาย ซึ่งสอดคล้องกับลอว์บาช และโทบิน (Lorsbach; & Tobin. 1997: 14) ที่กล่าวถึงการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ตรวจสอบว่าคำตอบที่ได้เหมือนหรือแตกต่างจากคำตอบของผู้อื่นอย่างไร และคำตอบของใครจะมีความน่าเชื่อถือมากกว่า ซึ่งทำให้นักเรียนสามารถตรวจสอบวิเคราะห์และตัดสินใจได้ว่าคำตอบใดเป็นคำตอบที่มีเหตุผล อีกทั้งสามารถปรับเปลี่ยนความเข้าใจของตนเองเกี่ยวกับเรื่องนั้นๆ และยังสอดคล้องกับไดรเวอร์และโอลด์แฮม (Driver; & Oldham. 1986: 105-122) ที่กล่าวถึงการปรับเปลี่ยนแนวคิดเพื่อทำความเข้าใจและแลกเปลี่ยนความคิด โดยให้นักเรียนพิจารณาความแตกต่างและความขัดแย้งระหว่างความคิดของตนกับผู้อื่น ทำให้นักเรียนสามารถสร้างความคิดใหม่จากการอภิปราย นั่นคือในขั้นShare นักเรียนจะต้องอธิบายความหมายของตัวเลขที่ได้จากคำตอบ ส่งผลให้นักเรียนมีความเข้าใจและมีความแม่นยำในแนวความคิดหลัก และหลักการทางฟิสิกส์มากยิ่งขึ้น รวมถึงการค้นพบความจริงว่าวิชาฟิสิกส์มีความเกี่ยวข้องอยู่ในชีวิตประจำวัน และไม่ยากเกินความสามารถที่จะเรียนรู้ ทำให้เกิดความมั่นใจและมีความเชื่อมั่นในตัวเองว่าสามารถเรียนรู้ในวิชาฟิสิกส์ได้ และเกิดความรู้สึกที่ดีต่อวิชาฟิสิกส์ ซึ่งสอดคล้องกับแบบบันทึกหลังเรียนของนักเรียนที่เขียนไว้ว่า “หนูขอขอบคุณอาจารย์ที่ทำให้หนูรู้สึกว่าการเรียนฟิสิกส์ไม่ยากเกินไปกว่าที่นักเรียนสายศิลป์อย่างหนูจะสามารถเรียนรู้ได้” และ “กิจกรรม 4S ทำให้หนูรู้สึกดีในการทำโจทย์ ทำให้หนูรู้ว่าหนูจะต้องทำอะไรหลังการอ่านโจทย์จบ” นั่นคือกิจกรรม 4S ซึ่งใช้เป็นขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ อาจส่งผลให้นักเรียนสามารถพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนให้สูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ทั้งในประเทศและต่างประเทศ ดังนี้ ธนาวุฒิ ลาตวงษ์ (2548: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลการสอนวิทยาศาสตร์ด้วยรูปแบบ SSCS ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของกลุ่มนักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบ SSCS กับกลุ่มที่เรียนวิทยาศาสตร์ด้วยการเรียนการสอนแบบปกติ พบว่านักเรียนที่

ได้รับการสอนด้วยรูปแบบ SSCS มีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 70 และมีความสามารถในการแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และยังสอดคล้องกับเซลคูก์และคณะ (Selcuk.; et al. 2007: 1089–1110) ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์ กลุ่มทดลองจะได้รับการเสริมกระบวนการแก้ปัญหาตามเทคนิคของโพลยา ส่วนกลุ่มควบคุมได้รับการสอนตามปกติ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาตามเทคนิคของโพลยา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา และทักษะในการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา 4 ขั้นตอนหลังได้รับการสอนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

การทดสอบสมมติฐานข้อที่ 1 เมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการเคลื่อนที่แนวตรง

พบว่ากลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการเคลื่อนที่แนวตรงหลังเรียนและก่อนเรียน เท่ากับเท่ากับ 19.81 และ 7.71 จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน ตามลำดับ และหลังเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม มีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการเคลื่อนที่แนวตรง เท่ากับ 19.81 และ 16.44 จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ เมื่อพิจารณาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการเคลื่อนที่แนวตรง จากคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองตามหัวข้อการเรียนรู้ พบว่าหัวข้อการเรียนรู้เรื่องระยะทางและการกระจัด และการเคลื่อนที่แนวตรงด้วยความเร็วคงตัว นักเรียนกลุ่มทดลองสามารถทำคะแนนหลังเรียนได้คะแนนเต็ม โดยมีร้อยละของคะแนนก้าวหน้าเป็น 12.50 และ 34.20 ส่วนหัวข้อการเคลื่อนที่ด้วยความเร่งคงตัว กราฟของการเคลื่อนที่แนวตรง และการเคลื่อนตกแบบเสรีภายใต้แรงดึงดูดของโลก มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนในทุกหัวข้อการเรียนรู้ โดยมีร้อยละคะแนนความก้าวหน้าเท่ากับ 47.50, 61.00 และ 35.80 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการเคลื่อนที่แนวตรง หลังเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมตามหัวข้อการเรียนรู้ พบว่าหัวข้อระยะทางและการกระจัด และการเคลื่อนที่แนวตรงด้วยความเร็วคงตัว นักเรียนกลุ่มทดลองสามารถทำคะแนนหลังเรียนได้คะแนนเต็มทั้งสองหัวข้อแต่นักเรียนกลุ่มควบคุมได้คะแนนเต็มในหัวข้อเดียวคือระยะทางและการกระจัด โดยในหัวข้อการเคลื่อนที่แนวตรงด้วยความเร็วคงที่ นักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมได้คะแนน 5 และ 4.94 จากคะแนนเต็ม 5 คะแนน ส่วนหัวข้อการเรียนรู้การเคลื่อนที่ด้วยความเร่งคงตัว กราฟของการเคลื่อนที่แนวตรง และการเคลื่อนตกแบบเสรีภายใต้แรงดึงดูดของโลก กลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมในทุกหัวข้อ กล่าวคือการเคลื่อนที่ด้วยความเร่งคงตัว กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเป็น 5.73 และ 4.13 จากคะแนนเต็ม 10 คะแนน ตามลำดับ หัวข้อการเรียนรู้เรื่องกราฟของการเคลื่อนที่แนวตรง กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเป็น 2.54 และ

1.83 จากคะแนนเต็ม 3 คะแนน ตามลำดับ และหัวข้อการเคลื่อนตกแบบเสรีภายใต้แรงดึงดูดของโลก กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเป็น 4.54 และ 3.13 จากคะแนนเต็ม 10 คะแนน ตามลำดับ

จากการทดสอบสมมติฐานข้อที่ 1 กลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการเคลื่อนที่แนวตรง หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.01 ในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการเคลื่อนที่แนวตรง โดยมีการวัดพฤติกรรมการเรียนรู้ 4 ด้าน คือด้านความรู้ความจำ ด้านความเข้าใจ ด้านการนำไปใช้ และด้านการวิเคราะห์ ซึ่งนักเรียนจะต้องใช้ความรู้ ความเข้าใจในแนวความคิดหลัก และหลักการทางฟิสิกส์นั้นคืออาจเป็นผลมาจากการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5E ที่ได้รับมาจาก การรับประสบการณ์ตรงผ่านการลงมือปฏิบัติ เพื่อเปิดโอกาสให้นักเรียนได้รับความรู้ ความเข้าใจ โดยอาศัยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการค้นพบความรู้ และสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง ทำให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย โดยมีครูเป็นผู้อำนวยความสะดวก โดยทั้ง 5 ขั้นตอนของวัฏจักรการเรียนรู้ 5E มีส่วนช่วยให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นอยากรู้ อยากเห็นในการเรียนรู้ โดยในขั้นเร้าความสนใจ ผู้วิจัยได้ใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้คิดและเกิดคำถาม ซึ่งพบว่านักเรียนจะเกิดความสนใจและเกิดบรรยากาศที่ดีในการเรียนการสอน ซึ่งสอดคล้องกับลัดดาวัลย์ กัณหสุวรรณ (2546: 9-10) และภพ เลหาไพบูลย์(2542: 156-157) ที่กล่าวถึงบทบาทของครูผู้สอนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ คือ ครูต้องรู้จักใช้คำถามอดทนที่จะไม่บอกคำตอบ ต้องกระตุ้นและเสริมกำลังใจให้นักเรียนค้นหาคำตอบเอง เพื่อให้ นักเรียนได้ฝึกพัฒนาความคิดและมีอิสระในการคิด ส่วนในขั้นสำรวจและค้นหา เป็นขั้นการดำเนินการสำรวจ ทดลอง ค้นหา และรวบรวมข้อมูล ซึ่งนักเรียนจะได้ลงมือปฏิบัติทดลอง หรือมีการสำรวจ ค้นหาและรวบรวมข้อมูล ทำให้นักเรียนเรียนรู้จากประสบการณ์ใหม่ โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะทำให้นักเรียนได้รับประสบการณ์ตรง และเรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติ ส่วนในขั้นอธิบาย นักเรียนจะได้นำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจและค้นหามาวิเคราะห์ เพื่ออภิปรายและลงข้อสรุป ทำให้นักเรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตัวเอง มีการรับข้อมูลใหม่กับข้อมูลที่มีอยู่เดิม ทำให้มีการปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญา ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ ทำให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมายและมีความเข้าใจที่คงทน ส่งผลให้นักเรียนมีความรู้ ความเข้าใจในแนวความคิดหลัก และหลักการทางฟิสิกส์ ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน โดยเสริมกิจกรรม 4S เพื่อใช้เป็นขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆได้ และขั้นสุดท้ายคือขั้นประเมินผล ในการจัดกิจกรรมการเรียนสอน จะต้องมีการประเมินผลเพื่อเป็นการตรวจสอบความถูกต้องของความรู้ ที่นักเรียนได้รับ นอกจากนักเรียนจะถูกประเมินโดยครูผู้สอน อาจได้รับการประเมินจากเพื่อนหรือจากตัวเอง ซึ่งมีความสำคัญในการตรวจสอบความรู้ ความเข้าใจในแนวความคิดหลัก และหลักการทางฟิสิกส์ที่ถูกต้อง หรือเพื่อปรับปรุงหรือเพื่อพัฒนาการของนักเรียนซึ่งจะต้องกระทำอย่างต่อเนื่อง

ดังนั้นแนวทางในการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5E เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ มีขั้นตอนที่นำไปสู่การสืบเสาะหาความรู้ โดยผ่านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทำให้นักเรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ทั้งในด้านแนวความคิดหลัก หลักการทางฟิสิกส์ แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ และเกิดแรงจูงใจในกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ มีผลให้ความรู้และแนวคิดที่ได้จากการสืบเสาะหาความรู้ของนักเรียนมีความคงทน และสามารถนำความรู้ที่ได้มาประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ต่างๆ อาจมีผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงขึ้น อีกทั้งอาจช่วยส่งผลให้นักเรียนเห็นความสำคัญ และความรู้สึที่ดีต่อวิชาฟิสิกส์ มีความเข้าใจว่าวิชาฟิสิกส์เป็นเรื่องใกล้ตัวและเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของปิยะนัฏร์ ชัยมาลา (2550: 54) ; จิตราวดี ศรีโยธา (2551: 47) ; และจักริน งานไว (2552: 49) ที่พบว่าการใช้รูปแบบการสอบแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 70 อีกทั้งยังสอดคล้องกับงานวิจัยในต่างประเทศของอิมบราฮิม (2004: บทคัดย่อ) ที่พบว่าการสอนโดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้แบบ 5Es ทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

การทดสอบสมมติฐานข้อที่ 2 เมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่แนวตรง

พบว่ากลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนในภาพรวมจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่แนวตรง ผ่านเกณฑ์มากกว่าร้อยละ 50 คิดเป็นร้อยละ 100 แต่เมื่อพิจารณาตามหัวข้อการเรียนรู้ พบว่าหัวข้อระยะทางและการกระจัด และการเคลื่อนที่แนวตรงด้วยความเร็วคงตัว นักเรียนกลุ่มทดลองสามารถผ่านเกณฑ์มากกว่าร้อยละ 50 คิดเป็นร้อยละ 100 ส่วนหัวข้อการเคลื่อนที่ด้วยความเร่งคงตัว กราฟของการเคลื่อนที่แนวตรง นักเรียนกลุ่มทดลองสามารถผ่านเกณฑ์มากกว่าร้อยละ 50 คิดเป็นร้อยละ 100 ยกเว้นการเคลื่อนที่แบบเสรีภายใต้แรงดึงดูดของโลก พบว่านักเรียนกลุ่มทดลองสามารถผ่านเกณฑ์มากกว่าร้อยละ 50 คิดเป็นร้อยละ 26.92

การทดสอบสมมติฐานข้อที่ 2 เมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการเคลื่อนที่แนวตรง

พบว่ากลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนในภาพรวมจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการเคลื่อนที่แนวตรง ผ่านเกณฑ์มากกว่าร้อยละ 50 คิดเป็นร้อยละ 100 แต่เมื่อแยกพิจารณาตามหัวข้อการเรียนรู้ในส่วน of แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการเคลื่อนที่แนวตรง พบว่าหัวข้อระยะทางและการกระจัด และการเคลื่อนที่แนวตรงด้วยความเร็วคงตัว นักเรียนกลุ่มทดลองสามารถผ่านเกณฑ์มากกว่าร้อยละ 50 คิดเป็นร้อยละ 100 ส่วนหัวข้อการเคลื่อนที่ด้วยความเร่งคงตัว กราฟของการเคลื่อนที่แนวตรง และการเคลื่อนที่แบบเสรีภายใต้แรงดึงดูดของโลกนักเรียนกลุ่มทดลองสามารถผ่านเกณฑ์มากกว่าร้อยละ 50 คิดเป็นร้อยละ 86.54 , 96.15 และ 36.54 ตามลำดับ

จากการทดสอบสมมติฐานข้อที่ 2 พบว่า หัวข้อการเรียนรู้ การเคลื่อนที่ตกแบบเสรีภายใต้แรงดึงดูดของโลก จากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการเคลื่อนที่แนวตรง พบว่านักเรียนกลุ่มทดลองผ่านเกณฑ์มากกว่าร้อยละ 50 คิดเป็น 26.92 และ 36.54 ตามลำดับ อาจเป็นเพราะในหัวข้อการเคลื่อนที่ตกแบบเสรีภายใต้แรงดึงดูดของโลก มีความซับซ้อนในการคำนวณ เนื่องจากมีรายละเอียดในการคิดเครื่องหมายของค่าความเร่งเนื่องจากแรงดึงดูดของโลก และความเร็ว ในกรณีที่ถูกโยนขึ้นจากพื้น หรือกรณีวัตถุถูกปล่อยลง อีกทั้งการจัดที่จะต้องมีการคิดเครื่องหมายเป็นลบ ในกรณีเมื่อหลังการเคลื่อนที่วัตถุตกต่ำกว่าตำแหน่งเริ่มต้น ทำให้มีปัจจัยหลายอย่างที่อาจส่งผลให้นักเรียนมีโอกาสนในการแทนค่าที่ไม่ถูกต้อง จึงทำให้นักเรียนทำคะแนนในหัวข้อการเคลื่อนที่ตกแบบเสรีภายใต้แรงดึงดูดของโลก ไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

อย่างไรก็ตามการนำรูปแบบการจัดการเรียนการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5E ที่เสริมกิจกรรม 4S ไปใช้ ครูผู้สอนจะต้องทำความเข้าใจในส่วนของกิจกรรม 4S และให้ความสำคัญในแต่ละขั้น โดยเฉพาะขั้น Search ครูจะต้องย้ำเตือนนักเรียนให้ลงรายละเอียดให้ครบถ้วนทุกครั้งในการค้นหาคำสำคัญ สิ่งที่โจทย์บอก สิ่งที่โจทย์ถาม ตรวจสอบหน่วย และวาดรูปประกอบ เพราะการปฏิบัติในขั้นตอนนี้จะส่งผลโดยตรงต่อคำตอบ หากปฏิบัติได้อย่างสมบูรณ์จะทำให้การลงข้อมูลเพื่อที่จะเลือกสมการ หรือสูตร ในขั้น Select จะสามารถกระทำได้ง่าย และมีความรอบคอบมากขึ้น นั่นคือครูจะต้องให้นักเรียนเห็นถึงความสำคัญของขั้น Search และไม่ควรคิดว่าสิ่งที่กระทำเหล่านั้นจะทำให้เสียเวลาในการแก้โจทย์ปัญหา แต่การกระทำบ่อยๆจนเกิดความเคยชิน ขั้นตอนนี้จะใช้เวลาเพียงเล็กน้อยเท่านั้น ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีของแอมมอนด์ (2554: 51-58) ที่กล่าวถึงกฎแห่งการฝึกหัดของธอร์นไคด์ วัฏจักรการฝึกหัดหรือกระทำบ่อยๆ อย่างต่อเนื่องและสม่ำเสมอ และกระทำด้วยความเข้าใจจะทำให้การเรียนรู้ที่คงทนถาวร จะช่วยให้การเรียนการสอนประสบความสำเร็จ ส่วนการแปลความหมายจากตัวเลขในขั้น Share เป็นขั้นที่มีความสำคัญเช่นกัน เพราะในการแปลความหมายจากตัวเลข นักเรียนจะต้องใช้ความรู้ ความเข้าใจในแนวความคิดหลัก และหลักการทางฟิสิกส์ ซึ่งจะทำให้นักเรียนมีความแม่นยำในเนื้อหาและหลักการทางฟิสิกส์มากยิ่งขึ้น

ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาผลการใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5E ที่เสริมกิจกรรม 4S เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนไม่เน้นวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้ และข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป ดังนี้

1. ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 ครูผู้สอนต้องทำความเข้าใจบทบาทของครูและนักเรียนให้ชัดเจนในการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5E รวมถึงให้นักเรียนตระหนักในบทบาทของตนเอง

1.2 ครูผู้สอนต้องศึกษาและทำความเข้าใจในแต่ละขั้นของกิจกรรม 4S โดยให้นักเรียนตระหนักและเห็นถึงความสำคัญในการกระทำในขั้นในแต่ละขั้น โดยเฉพาะขั้น Search และขั้น Share เพราะการหาคำสำคัญ สิ่งที่โจทย์บอก สิ่งที่โจทย์ถาม ตรวจสอบหน่วย และวาดภาพประกอบโจทย์ ในขั้น Search จะส่งผลโดยตรงต่อคำตอบ และหากปฏิบัติในขั้นได้อย่างสมบูรณ์ จะทำให้การเลือกสมการในขั้น Select จะกระทำได้ง่าย ส่วนขั้น Share ในการอธิบายความหมายของตัวเลขที่ได้จากคำตอบ ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีความมั่นใจในแนวความคิดหลัก และหลักการทางฟิสิกส์มากยิ่งขึ้น

1.3 ในกิจกรรมการเรียนสอนในชั้นขยายความรู้ที่เสริมด้วยกิจกรรม 4S เพื่อใช้เป็นขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ ครูให้นักเรียนทบทวนขั้นตอนของกิจกรรม 4S ทุกครั้ง อาจกระทำการร้องเพลงเป็นจังหวะ เพื่อสร้างบรรยากาศในการเรียนการสอน และยังช่วยให้นักเรียนสามารถจำขั้นตอนของกิจกรรม 4S ได้ตลอดไป

1.4 ในช่วงแรกของการใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5E ที่เสริมกิจกรรม 4S ครูจะต้องช่วยแนะนำนักเรียนในการฝึกหาคำสำคัญ เพราะนักเรียนบางคนอาจไม่สามารถระบุได้ว่าข้อความใดคือคำสำคัญ

1.5 ครูจะต้องเน้นให้นักเรียนเข้าใจในแนวความคิดหลักของหัวข้อการเรียนรู้การเคลื่อนที่แบบเสรีภายใต้แรงดึงดูดของโลก ในการกำหนดเครื่องหมายของความเร่งเนื่องจากแรงดึงดูดของโลก การกระจัด และความเร็ว ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนไม่เกิดความผิดพลาดในการคำนวณ

1.6 ครูจะต้องให้ความสำคัญกับบรรยากาศในชั้นเรียน หากนักเรียนรู้สึกอึดอัดเป็นกันเอง จะทำให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ และให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมต่างๆ ได้ดี

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5E ที่เสริมกิจกรรม 4S ไปใช้ทั้งในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นและตอนปลาย ในส่วนของเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ที่เกี่ยวข้องกับโจทย์ปัญหา

2.2 สามารถนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5E ที่เสริมกิจกรรม 4S ไปใช้ในรายวิชาที่เกี่ยวข้องกับการแก้โจทย์ปัญหา เช่น เคมี และคณิตศาสตร์ เป็นต้น

2.3 มีการศึกษาตัวแปรอื่นๆ จากผลการใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5E ที่เสริมกิจกรรม 4S ที่นอกเหนือจากความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เช่น มโนทัศน์ฟิสิกส์ แนวคิดที่คลาดเคลื่อน ความคงทนในการเรียนรู้ เจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ เป็นต้น



บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กรมวิชาการ. (2544). การปฏิบัติการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนสำคัญที่สุด แนวทางสู่การปฏิบัติ. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- . (2545). คู่มือกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- . (2546). การจัดทำสาระการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์. (2556). แบบรายงานผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ปีการศึกษา 2556. กรุงเทพฯ: โรงเรียนศรีอยุธยา ในพระอุปถัมภ์ฯ.
- เกริก คักดีสุภาพ. (2556). การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นความสามารถในการแก้ปัญหา โจทย์ปัญหา (PECA) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย. ปรินทิพนิพนธ์ กศ.ด (วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์. (2550). สอนทักษะการอ่านหนังสือแนวใหม่. สืบค้นเมื่อ 13 ตุลาคม 2557, จาก <https://kriengsakcando.wordpress.com/2011/12/22>.
- งานประกันคุณภาพการศึกษา. (2554). รายงานการพัฒนาคุณภาพการศึกษา. กรุงเทพฯ: โรงเรียนศรีอยุธยา ในพระอุปถัมภ์ฯ.
- จักริน งานไว. (2552). ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ไฟฟ้าจากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ Inquiry Cycle (5Es) ในนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. รายงานการศึกษาระดับปริญญาโทศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ศึกษา). ขอนแก่น: บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- จิตราวดี ศรีโยธา. (2551). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้รูปแบบการสอนด้วยวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5Es). รายงานการศึกษาระดับปริญญาโทศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ศึกษา). ขอนแก่น: บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- จิรเดช ฟาเลิศ. (2552). ความสามารถในการแก้ปัญหา โจทย์ปัญหา เรื่อง แรง มวล และการเคลื่อนที่ ของนักเรียนช่วงชั้นที่ 4 โดยใช้คอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์เสริมการสอน. วิทยานิพนธ์.ศศ.ม(วิทยาศาสตร์ศึกษา).เชียงใหม่: บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- เจนศึก โพธิศาสตร์. (2546). ความสามารถในการแก้ปัญหา โจทย์ปัญหา โจทย์ปัญหาของครูฝึกและครูฝึก. วิทยานิพนธ์.ศศ.ม(วิทยาศาสตร์ศึกษา).เชียงใหม่: บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ชวาล แพรัตกุล. (2552). เทคนิคการวัดผล(พิมพ์ครั้งที่ 7). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

- ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. (2552). 80 นวัตกรรมการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ. กรุงเทพฯ: แดเน็กซ์ อินเทอร์เน็ตปอเรชั่น.
- ไชยรัตน์ สุริยคุปต์. (2552). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาฟิสิกส์ 2 ว30202 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้ชุดการเรียนรู้แบบแผนผังมโนมิตร่วมกับกระบวนการสอนสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น ,วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 35(ตุลาคม-ธันวาคม 2550).
- ดุสิต แก้วหล้า. (2540). การสร้างแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์ตามเทคนิคเอ็มอี คิว. วิทยานิพนธ์.ศศ.ม(การวัดผลทางการศึกษา).เชียงใหม่: บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ทศนา แคมมณี. (2554). ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง(Constructivism). Online ----- . (2554). ศาสตรจารย์สอน.กรุงเทพฯ:สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- . (2553). ศาสตรจารย์สอน องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ. พิมพ์ครั้งที่ 13. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ทวิสิทธิ์ สุขกุล. (2538). ผลสัมฤทธิ์เปรียบเทียบการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่องสมดุลกล โดยใช้การสอนแบบเอสเอสซีเอส การสอนแบบเรียนเพื่อรอบรู้ และการสอนตาม คู่มือครูของ สสวท.วิทยานิพนธ์.ศศ.ม(หลักสูตรและการสอน).กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- ธนาวุฒิ ลาตวงษ์. (2548). ผลของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ด้วยรูปแบบเอสเอสซีเอส ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น.วิทยานิพนธ์ .คม. (การศึกษาวิทยาศาสตร์).กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ธวัชชัย คงนุ่ม. (2550). ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและมโนคติในวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องพลังงานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามวงจรการเรียนรู้. วิทยานิพนธ์.ศศ.ม(วิทยาศาสตร์ศึกษา).เชียงใหม่: บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- นวลจันทร์ ผมอดทา. (2545). ผลของการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบ SSCS ที่มีต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์.คม.(การศึกษาคณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- นารีรัตน์ พักสมบุรณ์. (2541). การใช้ชุดส่งเสริมศักยภาพทางวิทยาศาสตร์ในการพัฒนาความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และบุคลิกภาพนักวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่1 . ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2535). การวิจัยเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

- บุญเชิด ภิญโญนันต์พงษ์. (2547). การวัดประเมินการเรียนรู้ (การวัดประเมินแนวใหม่).
กรุงเทพฯ: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ปนัดดา เทียงโยธา. (2552). ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาวิชาฟิสิกส์ ของ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามหาสารคาม เขต 2.
วิทยานิพนธ์.กศ.ม(การวิจัยการศึกษา).มหาสารคาม: บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยสารคาม.
- ปราณี กองจินดา. (2549). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และทักษะการ คิด
เลขในใจของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามรูปแบบชิปปาโดยใช้ แบบฝึกหัดที่เน้นทักษะการ
คิดเลขในใจกับนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้คู่มือครู. วิทยานิพนธ์ ค.ม.(หลักสูตร และ
การสอน). พระนครศรีอยุธยา: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา.
- ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ. (2553). การพัฒนาการคิด. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ประสาธน์ เถียงเฉลิม. (2550). การเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะ 7 ขั้น. วารสารวิชาการ. 10(4):
25-30; ตุลาคม-ธันวาคม, 2550. สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน
- ประสิทธิ์ ศรีกุลวงศ์. (2554). ผลของแบบฝึกการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์คำนวณที่มีต่อ
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์
คำนวณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1.สารนิพนธ์.กศ.ม(การมัธยมศึกษา).กรุงเทพฯ:
บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ปาริสา ผ่องพันธุ์งาม. (2550). ผลการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Cycle) ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนและการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1.
รายงานการศึกษาอิสระปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต(วิทยาศาสตร์ศึกษา). ขอนแก่น:
บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ปิยะฉัตร ชัยมาลา. (2550). ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา
ฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้
(5Es). วิทยานิพนธ์.ศศ.ม. ขอนแก่น: บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- พรรณพิศ พลรัฐนาสิทธิ์. (2552). ผลการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่องงานและพลังงาน และความสามารถในการแก้ปัญหาของ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนเมืองนครศรีธรรมราช จังหวัดนครศรีธรรมราช.
วิทยานิพนธ์.ศศ.ม(หลักสูตรและการสอน).กรุงเทพฯ:บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2543). วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 8.
กรุงเทพฯ: สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

- พนารัตน์ วัดไทยสง. (2544). ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการ
แก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้
และแก้โจทย์ตามเทคนิคโพลยา. วิทยานิพนธ์. ศศ.ม.(วิทยาศาสตร์ศึกษา). เชียงใหม่: บัณฑิต
วิทยาลัยมหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- พิชิต ฤทธิ์จำรูญ. (2545). หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: แฮส
ออฟ เดอร์มีสท์.
- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์. (2544). การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ แนวคิดวิธีและเทคนิคการ
สอน 2. กรุงเทพมหานคร: สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ.
- (2545). การจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ. กรุงเทพฯ: เดอะมาสเตอร์กรุ๊ป.
- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์; และเพียว ยินดีสุข. (2551). การสอนคิดด้วยโครงงาน. กรุงเทพฯ:
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- เพ็ญพรรณ จำปา. (2536). การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่องงานและพลังงาน โดยใช้รูปแบบการสอน SSCS MODEL และการ
สอนปกติ. วิทยานิพนธ์. ศศ.ม.(หลักสูตรและการสอน). ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ภัทรา นิคมานนท์. (2543). การประเมินผลการเรียน. กรุงเทพมหานคร: ทิพย์วิสุทธิ์.
- มงคล วิลามาต. (2551). การพัฒนาความสามารถทางการเรียนการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์ โดย
เน้นวิธีการร่วมมือกันเรียนรู้ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ คม.(วิจัยและ
ประเมินผลการศึกษา). อุบลราชธานี: บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี.
- มนัส บุญประกอบ; และคนอื่นๆ. (2547). พลิกปัญหาให้เป็นปัญญา. กรุงเทพฯ: ธนัธการพิมพ์.
- ราชบัณฑิตยสถาน. (2546). พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2542. กรุงเทพฯ:
นานมีบุ๊คส์พับลิเคชันส์.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2541). เทคนิคการสร้างและสอบความถนัดทางการเรียน.
กรุงเทพฯ: สุริยาสาส์
- ลัดดาวัลย์ กัณหาสุวรรณ. (2546). ลูกโซ่ของการเรียนรู้กระบวนการอินโควรี. วารสารการศึกษา
วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี. 32(127), 7-13
- วารี ว่องพินัยรัตน์. (2541). การสร้างข้อทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์. กรุงเทพฯ: ภาควิชาทดสอบและวิจัย
ทางการศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา.
- วนิษา เรช. (2551). อัจฉริยะเรียนสนุก. กรุงเทพฯ: ไทยยูเนียนกราฟฟิกส์.
- ศิลปชัย บุรณพานิช. (2545). รายงานผลการวิจัยและพัฒนาการสร้างมโนทัศน์เรื่องการเคลื่อนที่
แบบหมุน โดยใช้กิจกรรมการทดลองและสถิติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย.
กรุงเทพฯ: สำนักเลขาธิการสภาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2556). หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐาน
วิทยาศาสตร์ การเคลื่อนที่และแรงในธรรมชาติ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6. กรุงเทพฯ:
โรงพิมพ์สกล.ลาดพร้าว .

- . (2555). การศึกษาแนวโน้มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์นานาชาติ. สืบค้นเมื่อ 23 มิถุนายน 2557, จาก <http://www3.ipst.ac.th/files/TIMSS2077>
- สมนึก ภัททิยธนี. (2553). การวัดผลการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 7. กภาพสินธุ์: ประสานการพิมพ์.
- สมพร เชื้อพันธ์. (2548). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้วิธีการจัดการเรียนการสอนแบบสร้างความรู้ด้วยตนเองกับการจัดการเรียนการสอนตามปกติ. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต (หลักสูตรและการสอน). พระนครศรีอยุธยา : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา.
- สมศักดิ์ โสภณพินิจ. (2543, พฤษภาคม-กรกฎาคม). ยุทธวิธีการแก้ปัญหาเชิงคณิตศาสตร์กับการสอน. วารสารคณิตศาสตร์. 44: 41.
- สมาน เอกพิมพ์.(2549).เอกสารประกอบการสอนรายวิชาหลักสูตรและการจัดการเรียนรู้. คณะครุศาสตร์.มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- สันนิสา สมัยอยู่. (2554). ผลการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว.ปริญญาานิพนธ์ กศ.ม(การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย.
- สาคร แสงผิง. 2550. “การวิเคราะห์ข้อสอบแบบเลือกตอบโดยวิธี B-Index และการวิเคราะห์ข้อสอบแบบคะแนนไม่ใช่ 0-1 ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์.” สืบค้นเมื่อ 1 ตุลาคม 2557. จาก <http://www.nitesonline.net/sakorn/page11.htm> .
- สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 1. (2554). รายงานการประเมินคุณภาพภายนอกสถานศึกษา ระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน รอบ 3(พ.ศ.2554 - 2558).กรุงเทพฯ:โรงเรียนศรีอยุธยา ในพระอุปถัมภ์ฯ.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2553). พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 3) พ.ศ.2553. กรุงเทพฯ: สำนักนายกรัฐมนตรี.
- สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (2555). แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 11 (พ.ศ. 2555 – 2559). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2554). คู่มือสร้างความเข้าใจแก่ผู้บริหาร ครูและนักเรียน เพื่อเตรียมความพร้อม รองรับการแข่งขันตามโครงการวิจัยนานาชาติ(PISA TIMSS) . กรุงเทพฯ: บริษัทพริกหวานกราฟิค.จำกัด
- สำนักงานสามัญศึกษาจังหวัดมหาสารคาม. (2545). ข้อมูลสถิติทางการศึกษา: สำนักงานสามัญศึกษาจังหวัดมหาสารคาม.
- สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551.กรุงเทพฯ:โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

- ลีปนันท เกตุทัต. (2539). การศึกษาไทยในยุคโลกาภิวัตน์ : สู่ความก้าวหน้าและความมั่นคงของชาติในศตวรรษหน้า เรื่อง “ยุทธศาสตร์การศึกษาไทยในยุคโลกาภิวัตน์”. กรุงเทพฯ: ธนาคารกสิกรไทย.
- สุชาติ วัฒนชัย. (2547). ผลการเรียนรู้บนเครือข่ายที่พัฒนาตามแนวคอนสตรัคติวิสต์เรื่องการบาดเจ็บของข้อเข่าสำหรับนักศึกษาสัตวแพทย์ชั้นปีที่ 5. รายงานการศึกษาอิสระปริญญาศึกษาศาสตร มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- สุนทร ศรีบุญเลิศ. (2539). การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีเรื่องก๊าซ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสาธิต(ศึกษาศาสตร์)มหาวิทยาลัยขอนแก่น โดยใช้รูปแบบการสอนเอสเอสซีเอสและการสอนปกติ.วิทยานิพนธ์.ศศ.ม(วิทยาศาสตร์ศึกษา).ขอนแก่น: บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- สุภัทรา สิริรุ่งเรือง. (2554). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบSSCS ที่มีต่อความสามารถในการเรียนคณิตศาสตร์เรื่อง “การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว”ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนเบญจมเทพอุทิศจังหวัดเพชรบุรี.วิทยานิพนธ์.ศศ.ม (การสอนคณิตศาสตร์).กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สุวิทย์ มูลคำ; อรทัย มูลคำ. (2545). 21 วิธีการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนากระบวนการคิด. กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.
- สุวิมล เขียวแก้ว. (2540). การสอนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา.ปัตตานี: มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- สุรางค์ ไคว่ตระกูล. (2552). จิตวิทยาการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 8. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุวรรณ กาญจนมยุร. (2533). เทคนิคการสอนคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา เล่ม 3. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- (2543). เทคนิคการสอนคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- สุวัฒน์ นิยมคำ. (2531). ทฤษฎีและทางปฏิบัติในการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ เล่ม 2. กรุงเทพฯ: เจเนอรัลบุ๊คส์ เซนเตอร์.
- อมรลักษณ์ ฤทธิเดช. (2553). ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่สอนโดยใช้กลวิธีแก้ปัญหาเชิงตรรกะของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์. วิทยานิพนธ์.ศศ.ม(วิทยาศาสตร์ศึกษา).เชียงใหม่: บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

- อรพินท์ ชื่นชอบ. (2549). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยวิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยเสริมการแก้ปัญหาตามเทคนิคของโพลยา.วิทยานิพนธ์.กศ.ม(หลักสูตรและการสอน).ชลบุรี:บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยบูรพา.
- อัมพร ม้าคะนอง. (2547). การพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในประมวลบทความหลักการและแนวทางการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์.กรุงเทพฯ: บพิธการพิมพ์.
- อัครรัฐ นามะกันคำ. (2550). การเปรียบเทียบความเข้าใจเชิงแนวคิดเรื่องวงจรไฟฟ้ากระแสตรง. วิทยานิพนธ์ วท.ม. (การสอนฟิสิกส์). เชียงใหม่: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- Adams, S., Leslie, E., & Benson, B. F. (1977). *Teaching mathematics with emphasis on the diagnostic approach*. New York: Harper & Row.
- Andre, Thomas. (1986). *Problem Solving and Education in Cognitive Classroom Learning : Understanding, Thinking, and Problem Solving*. Edr Phy, Gary
- Billing,R.L. (2001). *Assessment of the learning cycle and inquiry – based learning in high school physics education*.Dissertation Abstracts International.
- Bloom, Benjamin A. (1956). *Taxonomy of Educational Objective Handbook:Cognitive Domain*. Newyork: David Mackey.
- Burmeister,Louis E. (1999). *Reading Strategies for Secondary School Teachers:How to Test Reading Ability*.New York:The McMilan Company.
- Bruner, J.S.; & Austin, G.A. (1965). *A Study of Thinking*. New York: John Willy and Sons.
- Bybee, R.; et al. (2006). *The BSCS 5E Instructional Model: Origins and Effectiveness*. Colorado Springs, CO: BSCS.
- Charles, R., & Lester, F. K. (1982). *Teaching problem solving what why & how*. Palo Alto, CA: Dale Seymour.
- Chekuri,N.R. (1996). *A Physics Problem Solving Model for Developing Interpretation Skills*: University of Cincinnati.
- Chiappetta, L. and Russell, J. (1982). "The relationship among logical thinking, problem Solving instruction, and knowledge and application of earth science subject matter." *Science Education*. 66(1982): 85-93.

- Chun Yen Chang. (1999). The Use of a Problem-Solving-based Instructional Model in Initiating Change in Students' Achievement and Alternative Frameworks. *International Journal of Science Education*. 21(4): 373 – 388.
- Cohen, S.; & Horak. (1989). *The Teaching Science as Decision Making Process*. Kendal: Hunt.
- Dewey, J. (1938). *Experience and Education*. New York, NY: Collier.
- Ding, N.; & Harskamp, E. (2007). Structured Collaboration Versus Individual learning in Solving Physics Problems. *International Journal of Science Education*. 28(14): 1669-1688.
- Driver, R.; & Oldham, V. (1986). *A constructivist Approach to Curriculum Development in Science*. Studies in Science Education. 13: 105-122.
- Lorsbach, A. W.; & Tobin, K.B. (1997). *An Interpretation of Assessment Methods in Middle*
- Ebrahim, Ali. (2004). *The Effect of Traditional Learning and Learning Cycle Inquiry Learning Strategy on Student Science Achievement and Attitudes Toward Elementary Science(Kuwait)*. Dissertation Abstracts International. Chicago: National Institute of Infomatics.
- Ellis, J.D. and Maxwell, D. E. (1995). *Intervening in the professional development of science teacher* : The Colorado science teaching enhancement program. Colorado : BSCS.
- Eysenck, J., Arnold, W. and Meili, R. (1972). *Encyclopedia of Psychology*. New York : The Seabury Press.
- Foong, P.Y. (2007). *Problem Solving in Mathematics In Teaching Primary School Mathematics: A Resource Book*. Lee Peng Yee. Singapore: McGraw-Hill Education (Asia).
- Freundlich, Y. (1978). The Problem in Inquiry. *The Science Teacher*, 45, 19-22.
- Frost, S.H. (1998). Fostering the Critical Thinking of College Women Through Academic Advising and Faculty Content. *Journal of College Student Development*. 32(8): 359-366.
- Gagné, R. M. (1985). *The conditions of learning and theory of instruction*. 4th ed. New York, NY: Holt, Rinehart & Winston.
- Good, C.V. (1973). *Dictionary of Education*. 3rd ed. New York: McGraw-Hill.
- School Science. *International Journal of Science Education*. 3(2): 14.
- Heller & Heller. (1999). Cooperative Group Problem Solving in Physics. Minnesota : University of Minnesota.

- Heller, P.; & Hollabaugh, M. (1992). Teaching Problem Solving through Cooperative Grouping. Part 2: Designing Problems and Structuring Groups. *American Journal of Physics*. 60(7): 637-645.
- Karplus, R. (1977). Science Teaching and the Development of Reasoning. *Journal of Research in Science Teaching*. 14(1): 169–175.
- Klopfer, L.E. (1971). *Evaluation of Learning in Science”, Handbook on Formative and Summative Evaluation of Student Learning*. New York : McGraw – Hill Book Company ,574 – 580.
- Krulik, Stephen.; & Rudnick, Jesse A. (1993). *The New Sourcebook for Teaching Reasoning and Problem Solving in Junior and Senior High School*. Boston: Allyn and Bacon.
- Laskey, K. B. and V.N. Campbell. (1991). *Evaluation of an Intermediate Level Decision Making to Adolescents*. Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers
- Lawson, A. E. (2000). What Kinds of Scientific Concept Exist? . Concept Construction and Intellectual Development in College Biology. *Journal of Research in Science Teaching*. 9: 996-1018.
- Leighton, Jacqueline P.; & Sternberg, Robert J. (2003). Reasoning and Problem Solving in Handbook of Psychology: *Experimental Psychology*. Editors Healy.
- Llewellyn, D. (2001). *Inquire within: Implementing Inquiry-Based Science Standards*. Thousand Oaks, Calif. Corwin Press.
- Li Li, Tan. (1996). *Teaching Problem Solving Views of Science Teachers in Singapore Primary Schools*. Pasir Ris Primary School. 25-29.
- Lorsbach, A. W.; & Tobin, K.B. (1997). An Interpretation of Assessment Methods in Middle School Science. *International Journal of Science Education*. 3(2): 14.
- Mayer, B. and Heidgerken, L.E. (1962). *Introduction to Research in nursing*. Philadelphia: J.B. Lippincott.
- McDermott, L. C. (1990). A Perspective on Teacher Preparation in Physics and Other Science: The Need for Special Science Course for Teacher. *America Journal physics*. 58(8). 734-742
- Morgan, C.T. (1978). *Thinking and Problem Solving in A Brief Introduction to Psychology*. 2nd ed. New Delhi: McGraw – Hill.
- Parnes, S.J. (1992). *Creative Behavior Guidebook*. New York : Charles Scribner’s Sons.
- Piaget, J. (1972). *The psychology of the child*. New York: Basic Books.

- Pizzini, E., Abell, S., & Shepardson, D. (1988). Rethinking thinking in the science classroom. *The Science Teacher*, 55, 22-25.
- Pizzini, L. Shepardson, P. and Abell, K. (1989). "A rationale for and the development of a problem solving model of instruction in Science Education." *Science Education*, 75(1989): 523-534.
- Polya, G. (1975). *How to Solve it*. New York: Doubleday and Company, Inc.
- (1980). On Solving Mathematical Problems in High School. *In Problem Solving in School Mathematics: 1980 Yearbook*. Virginia : NCTM.
- Portoles, J.S. & Lopez, V.S. (2008). Types of Knowledge and their Relation to Problem Solving in Science: Direction for Practice. *Education Science Journal* . 6: 105-112.
- Renner, John W., and Don G. Stafford. (1972). *Teaching Science in the Secondary School*. New York : Harper & Row Publishers.
- Rojas, S. (2010). *On the Teaching and Learning of Physics Problem Solving*. *Rev. Mex. Fis.* 56(1): 22–28.
- Selçuk, G. S.; Çalkan, S.; & Erol, M. (2007). The Effects of Gender and Grade Levels on Turkish Physics Teacher Candidates' Problem Solving Strategies. *Journal of Turkish Science Education*. 4(1): 92-100.
- Selley, N. (1999). *The Art of Constructivist Teaching in The Primary School: a Guide for Students and Teachers*. London . David Futton Publishers.
- Singh, A. (1993). *Problem Solving in Physics: An Interactive Computer Assisted Environment*. Auckland: Doctoral Dissertation. The University of Waikato.
- Somer, R.L. (2005). *Putting down roots in environmental literacy: A Study of middle school student' participation in Louisiana sea grant's coastal roots project*. Retrieved October 18, 2014, from <http://etd.lsu.edu/docs/available/etd-04142005>
- Torrance, E.P. (1987). *Developing Creativity Instructional Materials According to the Osborn-Parnes Creative Problem Solving Model*. *Creative Child and Adult Quarterly*. 3:80-90.
- Zahoric, J. A. (1995). *Constructivist Teaching (Fastback 390)*. Bloomington, Indiana : Phi Delta Kappa Educational Foundation.

ภาคผนวก





ภาคผนวก ก

รายนามผู้เชี่ยวชาญในการสร้างเครื่องมือวิจัย

รายนามผู้เชี่ยวชาญ

1. ดร.ประมวล ศิริพันธ์แก้ว

ผู้เชี่ยวชาญพิเศษ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

2. อ.ดร.กิตติมา พันธุ์พุกษา

ภาควิชาการจัดการเรียนรู้ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

3. นางจริยา แสงแก้ว

ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนสตรีพัทลุง



ภาคผนวก ข

- ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้
- ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้



แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6

หน่วยย่อยที่ 2 การเคลื่อนที่แนวตรง

วิชา พลังงานและการเคลื่อนที่

เรื่อง การเคลื่อนที่ตกแบบเสรี :กรณีปล่อยวัตถุ

ภาคเรียนที่ 2

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

เวลา 3 คาบ

มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่างๆของวัตถุในธรรมชาติมีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่จะเรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ผลการเรียนรู้

อธิบายเกี่ยวกับการเคลื่อนที่แนวตรงและปริมาณที่เกี่ยวข้อง

จุดประสงค์การเรียนรู้ นักเรียนสามารถ

- 1.อธิบายลักษณะและเงื่อนไขของการเคลื่อนที่ของวัตถุที่ตกแบบเสรีได้
- 2.ทดลองและคำนวณแรงโน้มถ่วงในกรณีถุงทราย 1 ถุง และ 2 ถุง ได้
- 3.คำนวณหาปริมาณต่างๆที่เกี่ยวข้องเมื่อกำหนดสถานการณ์ต่างๆมาให้ได้

สาระสำคัญ

การเคลื่อนที่ตกแบบเสรี เป็นเคลื่อนที่ด้วยความเร่งคงตัว และเรียกว่าค่าความเร่งเนื่องจากแรงดึงดูดของโลก มีค่า 9.8 m/s^2 โดยใช้ค่าประมาณ 10 m/s^2

สาระการเรียนรู้

การเคลื่อนที่ตกแบบเสรี หรือการตกแบบอิสระ เป็นการตกของวัตถุภายใต้แรงดึงดูดของโลกเพียงอย่างเดียว โดยไม่คิดแรงต้านของอากาศหรือแรงอื่นใด เป็นการเคลื่อนที่ด้วยความเร่งเนื่องจากแรงดึงดูดของโลก ซึ่งมีค่าเท่ากับ 9.8 m/s^2 ดังนั้นในการคำนวณหาปริมาณที่เกี่ยวข้องสามารถใช้สมการของการเคลื่อนที่แนวตรงด้วยความเร่งคงที่

$$1. v = u + gt$$

$$2. S = ut + \frac{1}{2}gt^2$$

$$3. v^2 = u^2 + 2gs$$

$$4. S = \frac{(u+v)}{2}t$$

$$5. S = vt - \frac{1}{2}gt^2$$

กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement Phase) (15 นาที)

ครูพูดคุยกับนักเรียนในเรื่องความเร่ง โดยตั้งคำถามกับนักเรียนดังนี้

1. วัตถุจะต้องมีลักษณะการเคลื่อนที่อย่างไรจึงทำให้เกิดความเร่ง (เมื่อวัตถุมีการเปลี่ยนแปลงความเร็ว)
2. เมื่อวัตถุเคลื่อนที่เร็วขึ้นหรือช้าลง เราสามารถอธิบายลักษณะการเคลื่อนที่ของวัตถุได้อย่างไร (เคลื่อนที่เร็วขึ้นวัตถุจะเคลื่อนที่ด้วยด้วยความเร่ง และเคลื่อนช้าลงวัตถุจะเคลื่อนที่ด้วยความหน่วง)
3. ในขณะที่วัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร่งหรือความหน่วง ทิศของความเร่งมีทิศอย่างไร (เคลื่อนที่ด้วยความเร่งทิศของความเร่งจะมีทิศเดียวกับทิศของการเคลื่อนที่ และเมื่อวัตถุเคลื่อนที่ด้วยความหน่วงทิศของความเร่งจะมีตรงข้ามกับทิศการเคลื่อนที่ จึงทำให้เครื่องหมายของความเร่งที่มีทิศตรงข้ามกับการเคลื่อนที่จึงมีเครื่องหมายเป็นลบ เพราะความเร่งเป็นปริมาณเวกเตอร์)
4. ครูเปิดวิดีโอทัศน์ของเครื่องเล่น Giant Drop
5. ครูถามถึงประสบการณ์ของนักเรียน ว่ามีใครเคยเล่นบ้าง และมีความรู้สึกอย่างไรจากจุดที่โดนปล่อยให้ตกลงมา และนักเรียนคิดว่าในขณะที่เรากำลังเคลื่อนที่ลงมา มีการเปลี่ยนแปลงของความเร็วหรือไม่ (เปลี่ยน) และเปลี่ยนอย่างไร(ยิ่งเร็วขึ้น นั่นคือมีการเคลื่อนที่ด้วยความเร่ง โดยที่ความเร่งมีทิศเดียวกับการเคลื่อนที่ ความเร่งมีค่าเป็นบวก)
6. ครูเปิดภาพของกาลิเลโอ และถามนักเรียนว่าภาพนี้คือใคร(ให้เวลานักเรียนนึก 3-5 วินาที) และเปิดภาพต่อไปคือภาพหอเอนเมืองปิซา เพื่อเป็นการไปคำตอบ ตั้งคำถามกับนักเรียนว่ากาลิเลโอมาทำอะไรที่นี่
7. ถามนักเรียนถึงสิ่งที่กาลิเลโอได้ทดลอง(ทำการทดลองหิ้งวัตถุ 2 ชนิดที่มีมวลต่างกัน ศึกษาว่าวัตถุก่อนใดตกถึงพื้นก่อนกัน) และเขาได้ผลการทดลองอย่างไร (วัตถุมีมวลต่างกันตกถึงพื้นพร้อมกัน)

8. ครูเล่าให้นักเรียนฟังถึงนักวิทยาศาสตร์คนต่อไปก็คือ เซอร์ ไอแซค นิวตัน สอบถามนักเรียนว่ามีใครรู้จักบ้าง และเขาค้นพบสิ่งใด(ค้นพบกฎของแรงโน้มถ่วง) ที่เริ่มต้นจากความสงสัย ว่าเพราะเหตุใดดวงจันทร์ จึงโคจรรอบโลก เพราะเหตุใดโลกจึงโคจรรอบดวงอาทิตย์ ขณะที่ครุ่นคิดอยู่ที่สวนข้างบ้าน แอปเปิ้ลได้ตกลงมา ทำให้เกิดความสงสัยและอยากหาคำตอบ โดยทำการศึกษาย่างไม่ย่อท้อ เพื่อให้นักเรียนเห็นถึงลักษณะของคนที่เป็่นนักวิทยาศาสตร์ เพื่อนำเข้าสู่การทดลองเรื่องการหาค่าความเร่งของการตกแบบเสรีของตุลทราย 1 ถู และ 2 ถู

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration Phase) (50 นาที)

1. ให้นักเรียนร่วมกันทบทวนในเรื่องการหาความเร่งขณะหนึ่งจากแถบกระดาษที่นักเรียนเคยศึกษามาแล้วในเรื่องการเคลื่อนที่แนวตรงด้วยความเร่งคงตัว

2. ให้นักเรียนแยกตามกลุ่มที่ได้แบ่งไว้กลุ่มละ 5 คน แบบคณะกรรมการ(คัดตามเกรด) ทำการทดลอง ตามใบกิจกรรมที่ 1 เรื่องการเคลื่อนที่ของวัตถุที่ตกแบบเสรี เพื่อหาค่าหาค่าความเร่งของการตกแบบเสรีของตุลทราย 1 ถู และ 2 ถู

3. ให้นักเรียนร่วมกันอธิบายถึงขั้นตอนของการทดลอง และการนำข้อมูลที่ได้จากแถบกระดาษของตุลทราย 1 ถู และ 2 ถู มาหาค่าความเร่งหนึ่งเพื่อไปเขียนกราฟระหว่างความเร็วกับเวลา และสามารถหาค่าความเร่งจากการหาค่าความชันของกราฟความเร็วกับเวลาของตุลทราย 1 ถู และ 2 ถู

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบาย (Explanation Phase) (10 นาที)

ให้นักเรียนนำเสนอผลการทดลองจากการหาค่าความเร่งเนื่องจากแรงดึงดูดของโลก โดยรายงานในประเด็นต่างๆต่อไปนี้

1. ลักษณะกราฟความเร็วกับเวลาที่ได้จากการทดลองการหาค่าความเร่งของการตกแบบเสรีของตุลทราย 1 ถู และ 2 ถู (เป็นกราฟเส้นตรงทำมุมแหลมกับแกน X)
2. ค่าที่ได้จากการหาค่าความชันจากกราฟความเร็วกับเวลา คือค่าใด (ค่าความเร่งของการเคลื่อนที่) และเราเรียกค่าความเร่งนี้ว่าอย่างไร(ความเร่งเนื่องจากแรงดึงดูดของโลก)
3. ค่าความชันที่ได้จากกราฟความเร็วกับเวลาของตุลทราย 1 ถู และ 2 ถู เหมือนหรือต่างกันอย่างไร(มีค่าเท่ากัน หรือใกล้เคียงกัน ขึ้นอยู่กับความผิดพลาดจากการทดลอง)
4. ค่าความเร่งที่ได้จากการหาค่าความชันของกราฟความเร็วกับเวลา มีค่าเป็นอย่างไร เมื่อเทียบกับค่ามาตรฐานที่ใช้จริงคือ 9.8 m/s^2
5. ให้นักเรียนร่วมอภิปรายถึงความผิดพลาดที่เกิดจากการทดลอง (เมื่อแถบกระดาษเคลื่อนที่ลง แถบกระดาษจะครูดกับช่องลวดเหล็กสอดกระดาษ ,จุดบนแถบอาจไม่ชัดเจน ทำให้การวัดระยะของ 2 ช่วงจุด เกิดความคลาดเคลื่อน) ครูอธิบายว่าเครื่องเคาะสัญญาณเวลานี้เป็นเครื่องมืออย่างง่ายและราคาถูกที่สามารถนำมาเรียนรู้อการเคลื่อนที่ในช่วงเวลาสั้นๆ ได้ผลดี แต่ยังมีข้อจำกัดเกี่ยวกับความคลาดเคลื่อน เพื่อให้กำลังใจกับนักเรียนบางกลุ่มที่ผลการทดลองผิดพลาดมาก แต่ให้นักเรียนเข้าใจถึงกระบวนการในการหาค่าความเร่ง และได้เรียนรู้จากการทำกิจกรรม
6. ให้นักเรียนร่วมกันสรุปอีกครั้งในเรื่องการเคลื่อนที่ตกแบบเสรี ว่าคือการเคลื่อนที่ด้วยความเร่งเนื่องจากแรงดึงดูดของโลก โดยจะแทนค่า a ด้วย g และครูตั้งคำถามให้นักเรียนคิดไว้ในใจ โดยไม่ต้องบอกเพื่อนและครู ในเรื่องของความเร่งที่เราเรียนผ่านมาแล้ว มีทั้งค่าที่บวก (ความเร่ง) และค่าที่เป็นลบ(ความหน่วง) แล้วนักเรียนคิดว่าในกรณีตกแบบเสรี เครื่องหมายของค่า g จะเป็นอย่างไร
7. ให้นักเรียนร่วมทบทวนถึงสมการการเคลื่อนที่ด้วยความเร่งในแนวตรง (มี 5 สมการ) และร่วมทบทวนถึงความหมายของตัวแปรแต่ละตัว พร้อมหน่วยในระบบหน่วยระหว่างชาติ

8. ให้นักเรียนเขียนสมการที่ใช้ในการคำนวณปริมาณที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ตกแบบเสรี ทั้ง 5 สมการลงในใบความรู้ เพราะครูต้องการให้นักเรียนเขียนเอง

9. ให้นักเรียนศึกษาการเคลื่อนที่ตกแบบอิสระในกรณีปล่อยวัตถุจากที่สูงค่าหนึ่ง

10. ครูให้นักเรียนพิจารณาอีกครั้งหลังจากที่ได้ฝากให้คิดก่อนนี้ไปแล้วในเรื่องของเครื่องหมายของค่า g หากเป็นกรณีที่ปล่อยวัตถุจากที่สูงค่าหนึ่ง จะแทนค่า g เป็นบวกหรือลบ (เป็นบวก) ให้นักเรียนร่วมอภิปรายว่าเพราะเหตุใดจึงใช้ค่าเป็นบวก(ความเร่งมีทิศเดียวกับการเคลื่อนที่)

11. ครูให้นักเรียนลองโยนยางลบขึ้นไปในแนวดิ่ง แล้วถามนักเรียนว่าในกรณีนี้เราเรียกลักษณะการเคลื่อนที่แบบนี้ว่าอย่างไร (การเคลื่อนที่ตกแบบเสรี หรือการเคลื่อนที่ตกแบบอิสระ หรือ free fall ในหนังสือเรียนเรียกการเคลื่อนที่แบบนี้ว่าการตกแบบเสรี แต่หนังสือบางเล่มใช้ว่าการเคลื่อนที่ตกอิสระภายใต้แรงดึงดูดของโลก)

12. เมื่อนักเรียนโยนยางลบขึ้นไปในแนวดิ่ง เมื่อพิจารณาเฉพาะขาขึ้น นักเรียนคิดว่าจะคิดเครื่องหมายของ g จะเหมือนกับกรณีที่ปล่อยวัตถุลงหรือไม่ (ไม่เหมือน ยางลบจะเคลื่อนที่โดยมีความเร็วลดลง จนถึงจุดสูงสุด จะมีความเร็วเป็นศูนย์ กรณีโยนขึ้นค่า g มีเครื่องหมายเป็นลบ เพราะเรากำหนดตามความเร็วต้นเป็นบวก หรือนักเรียนบางคนอาจใช้แนวคิดที่ว่าเมื่อโยนวัตถุขึ้นค่าความเร็วมีค่าลดลง เหมือนเป็นการเคลื่อนที่ด้วยความหน่วง ค่า g จึงมีเครื่องหมายเป็นลบ)

13. ให้นักเรียนร่วมกันสรุปให้ได้ว่าเมื่อใดที่ทิศความเร่งมีทิศตรงข้ามกับการเคลื่อนที่ ค่า g จะมีเครื่องหมายเป็นลบ เมื่อทิศความเร่งมีทิศเดียวกับการเคลื่อนที่ ความเร่งมีค่าเป็นบวก โดยทิศความเร่งเนื่องจากแรงดึงดูดของโลกมีทิศลงเสมอทุกตำแหน่งของการเคลื่อนที่ ซึ่งสำคัญมากข้อสอบ O-NET ถามแนวคิดในเรื่องนี้บ่อยมาก ครูแนะนำให้ให้นักเรียนเข้าใจถึงหลักการคิด สุดท้ายนักเรียนก็จะสามารถตอบคำถามเหล่านั้นได้ ขอให้เรียนด้วยความเข้าใจ อย่าท่องจำอย่างเดียว

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration Phase) โดยเสริมขั้นตอนการแก้ปัญหาด้วยกิจกรรม 4S (45 นาที)

1. ให้นักเรียนร่วมกันทบทวนถึงกิจกรรม 4S ที่ใช้เป็นขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหา ฟิสิกส์ และทบทวนถึงรหัสในการช่วยจำขั้นตอน และร้องเป็นจังหวะ (Search : Keyword บอกถาม เช็คหน่วย วาดรูป /Select : เขียนข้อมูลแล้วเลือกสมการ /Solve: แก้ แก้ แก้ /Share: แล้วมาคุยกัน) ครูนำนักเรียนในขั้นที่1 Search ค้นหาและทำความเข้าใจ โดยมีขั้นย่อยคือ ชิดเส้นใต้ 1 เส้นใต้คำสำคัญและสิ่งที่โจทย์บอก ชิดเส้นใต้2เส้นใต้สิ่งที่โจทย์ถาม และเช็คหน่วยของตัวแปรว่าอยู่ในระบบหน่วยระหว่างชาติหรือไม่ โดยการวงกลมล้อมรอบหน่วยที่ไม่ได้อยู่ในระบบหน่วยระหว่างชาติ พร้อมทั้งวาดรูปประกอบโจทย์ ซึ่งในขั้นที่ 1 นี้ นักเรียนจะต้องใช้ทักษะในการอ่านและจับใจความสำคัญ ขอให้นักเรียนรอบคอบในการอ่านและตีความจากโจทย์ ให้นักเรียนแบ่งกลุ่มและทำใบงานที่ 1

2. ให้นักเรียนทำใบงานที่ 1 โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่ตกแบบเสรี : กรณีปล่อยวัตถุ

3. ให้นักเรียนร่วมอภิปรายในแต่ละข้อของโจทย์ปัญหา ในการใช้กิจกรรม 4S ในแต่ละขั้นตอน โดยครูเดินสังเกตการณ์ว่ายังมีนักเรียนคนใดที่ยังไม่สามารถใช้กิจกรรม 4S ในการแก้โจทย์ปัญหาได้ เพื่อรับคำแนะนำจากครูเนื่องจากนักเรียนบางคนอาจจะไม่เข้าใจในการหาคำสำคัญ

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินผล (Evaluation Phase) (27 นาที)

ร่วมกันตรวจสอบความถูกต้องของการทำโจทย์ปัญหาฟิสิกส์ และให้นักเรียนสรุปสิ่งที่ได้ค้นพบจากการทำโจทย์ปัญหาข้อ 1 ถึงข้อ 4 ในการปล่อยวัตถุ 2 ก้อนที่มีมวลไม่เท่ากัน จากที่สูงเดียวกัน (วัตถุจะมีความเร็วในการกระทบพื้นเท่ากัน และใช้เวลาในการถึงพื้นพร้อมกัน) และให้นักเรียนสรุปความรู้ที่ได้จากการเรียน และจากการใช้กิจกรรม 4S ในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์เป็นการทำงาน โดยบันทึกลงในสมุดจดงาน

ครูเปิดรายการเรื่องเด่นเย็นนี้ ในประเด็นการยิงปืนขึ้นฟ้าให้นักเรียนช่วยกันระดมสมองและอภิปรายถึงลักษณะการเคลื่อนที่ของลูกกระสุนว่าเป็นการเคลื่อนที่แบบใด และหากเป็นตัวนักเรียน นักเรียนคิดว่าเป็นพฤติกรรมที่ควรกระทำหรือไม่ เพราะเหตุใด และให้นักเรียนเขียนสรุปเป็นการทำงานในสมุดจดงาน ส่งครูในวันต่อไป

สื่อการเรียนรู้

1. ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่องการเคลื่อนที่ตกแบบเสรี : กรณีปล่อยวัตถุ
2. ใบความรู้ที่ 1 เรื่องการเคลื่อนที่ตกแบบเสรี : กรณีปล่อยวัตถุ
3. ใบงานที่ 1 โจทย์ปัญหาฟิสิกส์เรื่อง การเคลื่อนที่ตกแบบเสรี: กรณีปล่อยวัตถุ
4. แบบประเมินพฤติกรรม

การวัดและประเมินผล

สิ่งที่ต้องการวัด	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์ในการประเมิน
ด้านความรู้ (K) อธิบายลักษณะและเงื่อนไขของการเคลื่อนที่ของวัตถุที่ตกแบบเสรีได้	ประเมินจากการซักถาม ความกระตือรือร้น และการตอบคำถามจากการจัดการเรียนรู้	- การสังเกตการมีส่วนร่วมในกิจกรรม - ความถูกต้องในการตอบคำถาม	ผ่านร้อยละ80ขึ้นไป
ด้านทักษะกระบวนการ (P) - ทดลองและค่าความเร่งโน้มถ่วงในกรณีถูกราย 1 ถู และ 2 ถู ได้ - ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่ของวัตถุที่ตกแบบเสรีได้	- ประเมินพฤติกรรมจากการสังเกตจากการทำการทดลองการซักถาม - ตรวจผลงานจากใบกิจกรรมที่ 1 และใบงานที่ 1 (โจทย์ปัญหา)	- ใบกิจกรรมที่ 1 - แบบประเมินพฤติกรรมในการทดลอง - ใบงานที่ 1 (โจทย์ปัญหา)	ผ่านร้อยละ80ขึ้นไป ผ่านร้อยละ80ขึ้นไป
คุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A) - ความรับผิดชอบ - ความมีระเบียบวินัย - การทำงานร่วมกับผู้อื่น	สังเกตจากการร่วมกิจกรรมการเรียนรู้	แบบประเมินพฤติกรรม	ผ่านเกณฑ์ในระดับดี

บันทึกหลังสอน

ผลการจัดกิจกรรมการสอน

ปัญหาและอุปสรรค

แนวทางในการแก้ไข

(นางพัชณี แสงประสิทธิ์)

ครูผู้สอน

เกณฑ์ในการให้คะแนนคุณลักษณะอันพึงประสงค์

คุณลักษณะ: ความรับผิดชอบ

คะแนน/ความหมาย	คุณลักษณะที่ปรากฏให้เห็น
3 ดีมาก	-ส่งงานก่อนหรือตรงตามกำหนดเวลาที่นัดหมาย -รับผิดชอบงานที่ได้รับมอบหมายและปฏิบัติเองจนเป็นนิสัยและแนะนำผู้อื่นให้ปฏิบัติตาม
2 ดี	-ส่งงานช้ากว่ากำหนด แต่ได้มีการติดต่อชี้แจงครูผู้สอนและมีเหตุผลเพียงพอ -รับผิดชอบงานที่ได้รับมอบหมายและปฏิบัติเองจนเป็นนิสัย
1 พอใช้	-ส่งงานช้ากว่ากำหนด -การปฏิบัติงานต้องอาศัยการชี้แนะ แนะนำ ตักเตือน

คุณลักษณะ: ความมีระเบียบวินัย

คะแนน/ความหมาย	คุณลักษณะที่ปรากฏให้เห็น
3 ดีมาก	-สมุด ชิ้นงาน และใบกิจกรรม มีความสะอาดเรียบร้อยสมบูรณ์ -ปฏิบัติตามข้อตกลง ที่กำหนดให้ทุกครั้ง
2 ดี	-สมุด ชิ้นงาน และใบกิจกรรม มีความสะอาดเรียบร้อย -ปฏิบัติตามข้อตกลง ที่กำหนดให้ได้เป็นส่วนใหญ่
1 พอใช้	-สมุด ชิ้นงาน และใบกิจกรรม ไม่สะอาดเรียบร้อย -การปฏิบัติตามข้อตกลงที่กำหนดได้เป็นบางครั้ง และต้องคอยตักเตือน

คุณลักษณะ: การทำงานร่วมกับผู้อื่น

คะแนน/ความหมาย	คุณลักษณะที่ปรากฏให้เห็น
3 ดีมาก	ปฏิบัติงานที่ได้รับมอบหมายด้วยความเต็มใจ ช่วยเหลือ และฟังความเห็นผู้อื่น สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้เป็นอย่างดีเสมอ
2 ดี	ปฏิบัติงานที่ได้รับมอบหมายด้วยความเต็มใจ ช่วยเหลือ และฟังความเห็นผู้อื่น สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ดีเป็นบางครั้ง
1 พอใช้	ปฏิบัติงานที่ได้รับมอบหมายด้วยความเต็มใจ ช่วยเหลือ และฟังความเห็นผู้อื่น สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นไม่ได้ และต้องคอยตักเตือน

แบบประเมินพฤติกรรมในการทดลอง

การทดลองเรื่อง

ชื่อกลุ่ม..... ห้อง ม.5 ห้อง.....

สมาชิกกลุ่ม

1..... เลขที่.....

2.....เลขที่.....

3..... เลขที่.....

4.....เลขที่.....

5..... เลขที่.....

คำชี้แจง ประเมินพฤติกรรมขณะทำการทดลองของนักเรียน โดยเขียนเครื่องหมาย ✓

ลงในช่องการประเมิน

รายการประเมิน	ผลการปฏิบัติ	
	ปฏิบัติ	ไม่ปฏิบัติ
1.เลือกใช้เครื่องมือ อุปกรณ์ ได้ถูกต้อง		
2.ใช้เครื่องมือ อุปกรณ์ ได้ถูกวิธี		
3.ใช้เครื่องมือ อุปกรณ์ ได้อย่างคล่องแคล่ว		
4.ปฏิบัติการทดลองถูกต้องตามวิธีทดลอง		
5.ดูแลรักษาและจัดเก็บอุปกรณ์เรียบร้อย		
6.เลือกเครื่องมือ อุปกรณ์ ได้อย่างเหมาะสม		
7.ปฏิบัติการทดลองได้ตรงตามแผนที่วางไว้		
8.แก้ปัญหาเฉพาะหน้าได้		
9.ปฏิบัติการทดลองเสร็จตามเวลาที่กำหนด		
10.สังเกตผลการทดลองแต่ละขั้นได้อย่างถูกต้อง		

สรุปผลการประเมิน

ปฏิบัติครบ 10 รายการ ได้ระดับคะแนน 5

ปฏิบัติครบ 8 -9 รายการ ได้ระดับคะแนน 4

ปฏิบัติครบ 5-7 รายการ ได้ระดับคะแนน 3

ปฏิบัติครบ 3-4 รายการ ได้ระดับคะแนน 2

ปฏิบัติครบ 1-2 รายการ ได้ระดับคะแนน 1

ไม่ปฏิบัติเลย ได้ระดับคะแนน 0

ใบความรู้ที่ 1 เรื่องการเคลื่อนที่ตกแบบเสรี : กรณีปล่อยวัตถุ

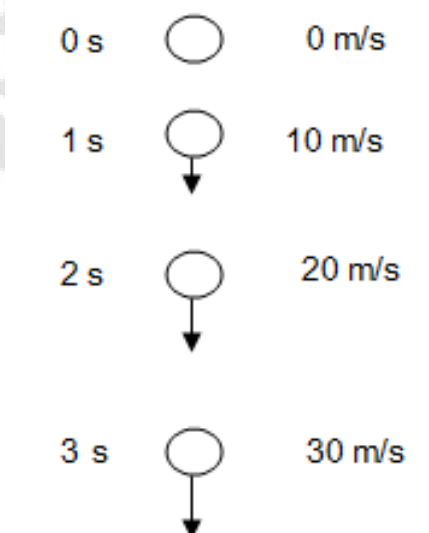
การเคลื่อนที่ของวัตถุที่ตกแบบเสรี (Free fall) เป็นการเคลื่อนที่ของวัตถุที่ตกอย่างอิสระภายใต้แรงดึงดูดของโลกเพียงเดียว(โดยไม่คิดแรงกระทำจากภายนอก รวมถึงแรงต้านอากาศ) วัตถุ

ไม่ว่าจะมีมวลมากหรือมวลน้อย จะมีความเร่งในการเคลื่อนที่ตกแบบเสรีเท่ากันคือ 9.80665 m/s^2 หรือ 9.8 m/s^2 โดยใช้ค่าประมาณ 10 m/s^2

ในกรณีเมื่อวัตถุเคลื่อนที่ตกแบบเสรี วัตถุจะเคลื่อนที่ลงด้วยความเร่งเท่ากับ 10 m/s^2 แสดงว่าวัตถุจะเคลื่อนที่ลงมาด้วยความเร็วที่เพิ่มขึ้นวินาทีละ 10 m/s

แต่ในกรณีโยนวัตถุขึ้นในแนวตั้ง วัตถุจะเคลื่อนที่ขึ้นด้วยความเร่ง -10 m/s^2 แสดงว่าวัตถุจะเคลื่อนที่ขึ้นด้วยความเร็วที่ลดลงวินาทีละ 10 m/s

เมื่อปล่อยวัตถุให้ตกในแนวตั้ง



ภาพแสดง ความเร็วที่เปลี่ยนไปทุกๆ 1 วินาที ของการปล่อยวัตถุ

สมการที่ใช้ในการคำนวณ จะมีสมการเหมือนกับการเคลื่อนที่แนวตรงด้วยความเร่งคงตัว

$$1. \quad v = u + gt$$

$$2. \quad S = ut + \frac{1}{2}gt^2$$

$$3. \quad v^2 = u^2 + 2gs$$

$$4. \quad S = \frac{(u+v)}{2}t$$

$$5. \quad S = vt - \frac{1}{2}gt^2$$

จำได้หรือไม่? ตัวแปรแต่ละตัวคือปริมาณใดกันบ้าง...



วิชา พลังงานและการเคลื่อนที่

รหัสวิชา ว 30285

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง การเคลื่อนที่ตกแบบเสรี : กรณีปล่อยวัตถุ

ชื่อกลุ่ม..... ห้อง ม.5 ห้อง.....

สมาชิกกลุ่ม

- 1..... เลขที่.....
- 2..... เลขที่.....
- 3..... เลขที่.....
- 4..... เลขที่.....
- 5..... เลขที่.....

จุดประสงค์ เมื่อจบการทดลองนี้แล้วนักเรียนสามารถ

- 1.หาค่าขนาดของความเร็วขณะหนึ่งของวัตถุที่ตกแบบเสรีได้จากจุดบนแถบกระดาษ
- 2.เขียนกราฟระหว่างขนาดของความเร็วขณะหนึ่งกับเวลา
- 3.หาค่าขนาดของความเร่งเฉลี่ยจากกราฟ

สมมติฐานของการทดลอง

.....

.....

.....

วัสดุ อุปกรณ์

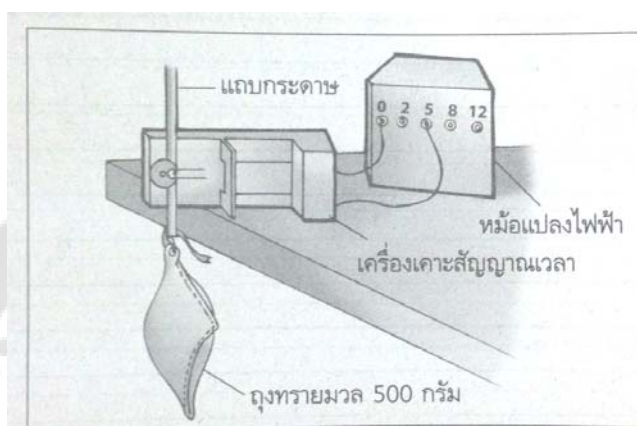
- 1.เครื่องเคาะสัญญาณเวลาเวลา 1 ชุด
2. หม้อแปลงไฟฟ้าโวลต์ต่ำ 1 เครื่อง
- 3.ถุทรายมวล 500 กรัม 2 ถุ
- 4.แถบกระดาษ
- 5.กระดาษขาว
- 6.ไม้เมตร

ตัวแปรต้น

ตัวแปรตาม.....

วิธีทดลอง

1. ต่อเครื่องเคาะสัญญาณเวลาเข้ากับหม้อแปลงไฟฟ้าโวลต์ต่ำ จัดอุปกรณ์ตามรูป
2. ยึดตุ้มทรายกับแถบกระดาษโดยใช้กระดาษกาว
3. จับแถบกระดาษให้ตรงและอยู่ในแนวตั้ง

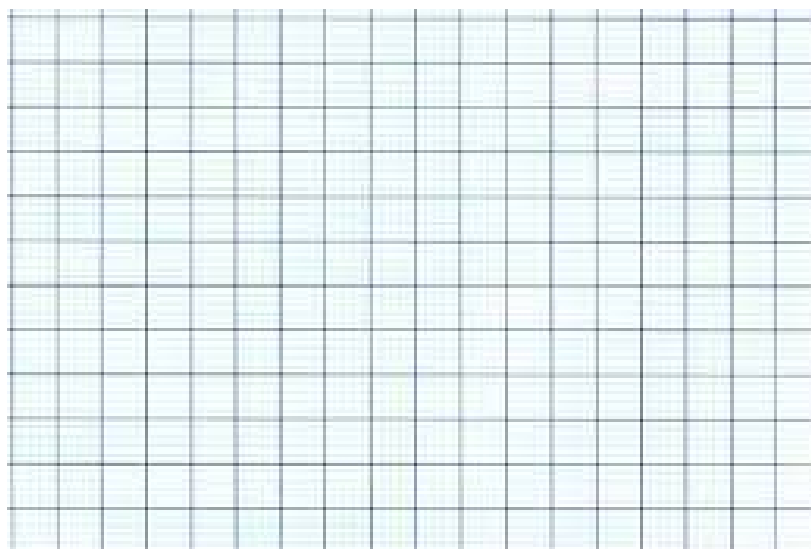


ตารางบันทึกผลการทดลอง

แถบ กระดาษ ตอนที่	ระยะทางในช่วง 2 ช่วงจุด(เมตร)	เวลา 2 ช่วงจุด (วินาที)	ขนาดความเร็วขณะหนึ่งใน 2 ช่วงจุด (เมตรต่อวินาที)
1		2/50	
2		2/50	
3		2/50	
4		2/50	
5		2/50	
6		2/50	

เขียนกราฟ
ขนาดความเร็วขณะหนึ่ง

ความสัมพันธ์ระหว่าง
กับเวลา



อภิปรายผลการทดลอง

.....

.....

.....

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

วิชา พลังงานและการเคลื่อนที่

รหัสวิชา ว 30285

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

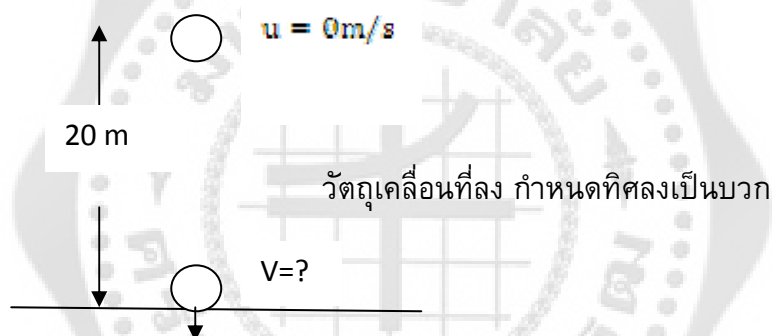
ใบงานที่ 1 โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่ตกแบบเสรี : กรณีปล่อยวัตถุ

ชื่อ-สกุล ชั้น ม.5 ห้อง..... เลขที่.....

คำชี้แจง ให้นักเรียนแสดงขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาโดยใช้กิจกรรม 4S ตอบคำถามต่อไปนี้

1. วัตถุ A มีมวล 500 (กรัม) ถูกปล่อยจากที่สูง 20 เมตร จงหาความเร็วในขณะวัตถุกระทบพื้น

S : S : Search ค้นหาและทำความเข้าใจ



S : Select หาแนวทางในการแก้ปัญหา

$$u = 0 \text{ m/s}$$

$$g = 10 \text{ m/s}^2$$

$$v = ?$$

$$s = 20 \text{ m}$$

เลือกสูตรไม่มี t

$$v^2 = u^2 + 2gs$$

S: Solve ดำเนินการแก้ปัญหา

$$v^2 = u^2 + 2gs$$

$$v^2 = 0 + 2 \times 10 \times 20$$

$$v^2 = 400$$

$$v = 20 \text{ m/s}$$

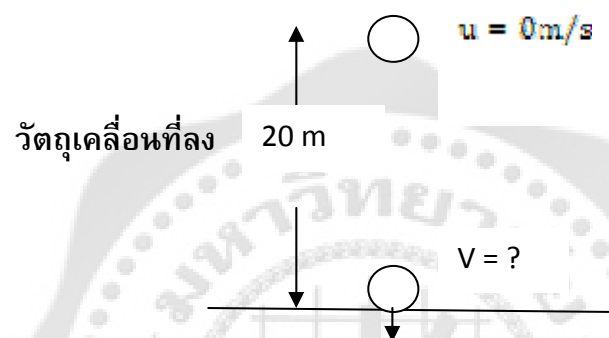
ตอบ

S : Share แลกเปลี่ยนแนวทางในการแก้ปัญหา

ในกรณีนี้ วัตถุถูกปล่อยจากที่สูง 20 m ความเร็วต้นมีค่าเท่ากับศูนย์ การกระจัด มีค่าเป็นบวก เพราะกรณีนี้คิดทิศลงเป็นบวก พบว่าความเร็วในการกระตบมีค่าเป็นบวก แสดงความเร็วกระตบมีทิศเดียวกับการเคลื่อนที่ มีค่า **20 m/s** หมายความว่าใน 1 s วัตถุเคลื่อนที่ได้ทาง 20 m

2. วัตถุ B มีมวล 2 กิโลกรัม ปล่อยจากที่สูง 20 เมตร จงหาความเร็วในขณะวัตถุกระตบพื้น

S : Search ค้นหาและทำความเข้าใจ



S : Select หาแนวทางในการแก้ปัญหา

$$u = 0 \text{ m/s}$$

$$g = 10 \text{ m/s}^2$$

$$v = ?$$

$$s = 20 \text{ m}$$

เลือกสูตรไม่มี t

$$v^2 = u^2 + 2gs$$

S: Solve ดำเนินการแก้ปัญหา

$$v^2 = u^2 + 2gs$$

$$v^2 = 0 + 2 \times 10 \times 20$$

$$v^2 = 400$$

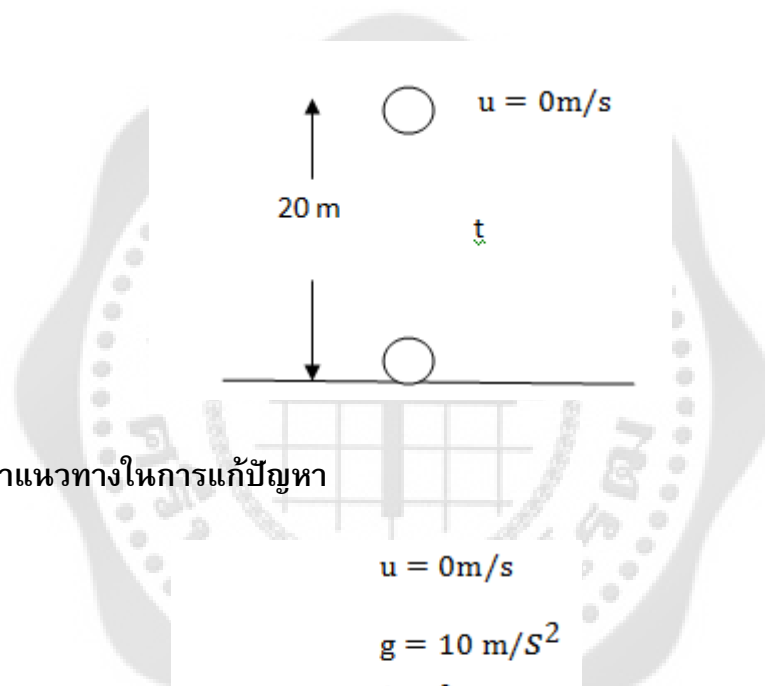
$$v = 20 \text{ m/s} \quad \text{ตอบ}$$

S : Share แลกเปลี่ยนแนวทางในการแก้ปัญหา

ในข้อนี้ วัตถุมีมวลต่างข้อ 1 ถูกปล่อยจากที่สูง 20 m เท่ากัน ความเร็วต้นมีค่าเท่ากับศูนย์ พบว่าความเร็วในการกระทบมีค่าเท่ากับ 20 m/s หมายความว่าใน 1 s วัตถุเคลื่อนที่ได้ทาง 20 m นั่นคือสรุปได้ว่าวัตถุมีมวลต่างกันถูกปล่อยจากที่สูงเดียวกันวัตถุจะมีความเร็วขณะกระทบพื้นเท่ากัน

3. วัตถุ A มีมวล 500 กรัม ถูกปล่อยจากที่สูง 20 เมตร นานเท่าใดวัตถุจึงตกถึงพื้นข้างล่าง

S : Search ค้นหาและทำความเข้าใจ



S : Select หาแนวทางในการแก้ปัญหา

$$u = 0 \text{ m/s}$$

$$g = 10 \text{ m/s}^2$$

$$t = ?$$

$$s = 20 \text{ m}$$

$$s = ut + \frac{1}{2}gt^2$$

เลือกสูตรไม่มี v

S: Solve ดำเนินการแก้ปัญหา

$$s = ut + \frac{1}{2}gt^2$$

$$20 = 0 + \frac{1}{2} \times 10 \times t^2$$

$$20 = 0 + \frac{1}{2} \times 10 \times t^2$$

$$20 = 5t^2$$

$$t^2 = 4$$

$$t = \pm 2 \text{ s}$$

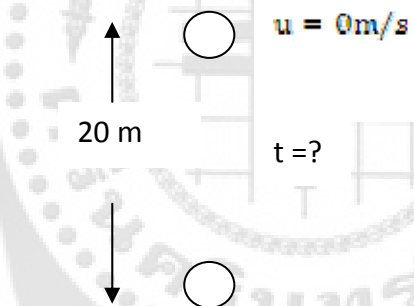
$$t = 2 \text{ s} \quad \text{ตอบ}$$

S : Share แลกเปลี่ยนแนวทางในการแก้ปัญหา

วัตถุถูกปล่อยจากที่สูง 20 m ความเร็วต้นมีค่าเท่ากับศูนย์ เคลื่อนที่ลงค่า g เป็นบวก พบว่าเวลาที่ได้มีทั้งค่าบวกและลบ แต่เวลาที่เป็นค่าลบไม่นำมาใช้ เพราะเวลาเป็นลบไม่นิยาม นั่นคือวัตถุใช้เวลา 2 s จึงตกถึงพื้น

4. วัตถุ B มีมวล 2 กิโลกรัม ปล่อยจากที่สูง 20 เมตร นานเท่าใดวัตถุจึงตกถึงพื้นข้างล่าง

S : Search ค้นหาและทำความเข้าใจ



S : Select หาแนวทางในการแก้ปัญหา

$$u = 0 \text{ m/s}$$

$$g = 10 \text{ m/s}^2$$

$$t = ?$$

$$s = 20 \text{ m}$$

เลือกสูตรไม่มี v

$$s = ut + \frac{1}{2}gt^2$$

S: Solve ดำเนินการแก้ปัญหา

$$s = ut + \frac{1}{2}gt^2$$

$$20 = 0 + \frac{1}{2}10 \times t^2$$

$$20 = 0 + \frac{1}{2}10 \times t^2$$

$$20 = 5t^2$$

$$t^2 = 4$$

$$t = \pm 2 \text{ s}$$

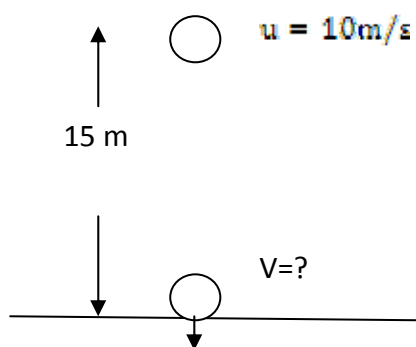
$$t = 2 \text{ s} \quad \text{ตอบ}$$

S : Share แลกเปลี่ยนแนวทางในการแก้ปัญหา

วัตถุถูกปล่อยจากที่สูง 20 m ความเร็วต้นมีค่าเท่ากับศูนย์ เคลื่อนที่ลงค่า g เป็นบวก พบว่าเวลาที่ได้มีทั้งค่าบวกและลบ แต่เวลาที่เป็นค่าลบไม่นำมาใช้ เพราะเวลาเป็นลบไม่นิยาม วัตถุใช้เวลา 2 s จึงตกถึงพื้น จากการทำโจทย์ปัญหาข้อ 1 – ข้อ 4 ทำให้เข้าใจได้ว่าวัตถุที่มีมวลต่างกัน ถูกปล่อยจากที่สูงเดียวกัน โดยปล่อยพร้อมกัน วัตถุจะมีความเร็วกระทบพื้นเท่ากัน และใช้เวลาในการตกถึงพื้นพร้อมกัน

5. ยังวัตถุลงไปในแนวตั้งจากตึกสูง 15 เมตร ด้วยความเร็วต้น 36 กิโลเมตร/ชั่วโมง จงหาความเร็วในขณะกระทบพื้น

S : Search ค้นหาและทำความเข้าใจ



36 km/hr เปลี่ยนเป็น m/s

$$36 \times \frac{5}{18} = 10 \text{ m/s}$$

S : Select หาแนวทางในการแก้ปัญหา

$$u = 10 \text{ m/s}$$

$$g = 10 \text{ m/s}^2$$

$$v = ?$$

$$s = 15 \text{ m}$$

เลือกสูตรไม่มี t

S : Solve ดำเนินการแก้ปัญหา

$$v^2 = u^2 + 2gs$$

$$v^2 = 100 + (2 \times 10 \times 15)$$

$$v^2 = 100 + 300$$

$$v^2 = 400$$

$$v = 20 \text{ m/s} \quad \text{ตอบ}$$

S : Share แลกเปลี่ยนแนวทางในการแก้ปัญหา

ในกรณีนี้วัตถุมีความเร็วต้นจากการขว้างลง วัตถุเคลื่อนที่ลง ค่า g มีค่าบวกเป็นเพราะอยู่ในทิศเดียวกับการเคลื่อนที่ วัตถุจะมีความเร็ว 20 m/s หมายความว่าใน 1 s วัตถุเคลื่อนที่ได้ทาง 20 m

ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

- แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์
- แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ตัวอย่างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่แนวตรง

คำชี้แจง : แบบทดสอบนี้เป็นแบบอัตนัย ใช้เวลา 100 นาที

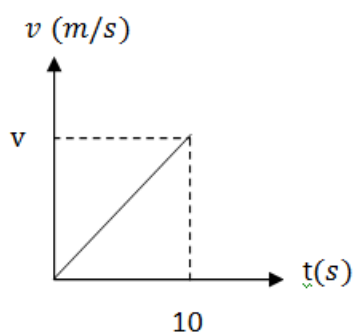
แบบทดสอบนี้ต้องการวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ ประกอบด้วย
คำถาม 15 ข้อๆละ 6 คะแนน ให้นักเรียนดำเนินการแก้ปัญหา ด้วยการแสดงวิธีคิดจาก
แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่แนวตรง โดยวัดความ
ถูกต้องขององค์ประกอบ 3 ด้าน คือ

1. การเลือกสมการ
2. การแก้สมการ
3. เขียนบรรยายแนวทางในการแก้ปัญหา และความหมายของตัวเลขจากคำตอบ

กำหนดให้ใช้ค่าความเร่งเนื่องจากแรงดึงดูดของโลกเท่ากับ 10 เมตร/วินาที²

1. รถบรรทุกวิ่งด้วยความเร็ว 90 กิโลเมตร/ชั่วโมง แล้วลดความเร็วลงเหลือ 72 กิโลเมตร/ชั่วโมง ในเวลา 5 วินาที จงหาความเร่งของรถบรรทุก (-1 m/s^2)

2. จากกราฟความเร็วกับเวลาของการเคลื่อนที่ของรถยนต์คันหนึ่งที่เคลื่อนที่แนวตรง ในเวลา 10 วินาที ได้ทาง 100 เมตร จงหาความเร็วของรถที่เวลาที่เวลา 10 วินาที (20 m/s)



3. วัตถุมวล 1 กิโลกรัม และ 20 กรัม ถูกปล่อยพร้อมกันจากที่สูง 125 เมตร วัตถุใดตกถึงพื้นก่อนกัน และใช้เวลาต่างกันเท่าใดในการเคลื่อนที่ถึงพื้นล่าง (ตกถึงพื้นพร้อมกัน)

ตัวอย่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เรื่องการเคลื่อนที่แนวตรง

คำชี้แจง : แบบทดสอบนี้เป็นแบบปรนัยแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก 30 ข้อ ใช้เวลา 120 นาที
ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว แล้วทำเครื่องหมาย X ลงใน
กระดาษคำตอบ

กำหนดให้ใช้ค่าความเร่งโน้มถ่วงของโลกเท่ากับ 10 เมตร/วินาที²

1. จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้ (ความเข้าใจ)

- 1) ระยะทางเป็นปริมาณสเกลาร์ มีหน่วยตามระบบเอสไอ คือ เมตร
 - 2) การกระจัดเป็นปริมาณเวกเตอร์ มีเพียงขนาดเท่านั้น และมีหน่วยตามระบบเอสไอ คือ เมตร
 - 3) ขนาดของระยะทางกับการกระจัดจะมีค่าเท่ากันได้ เมื่อวัตถุเป็นเส้นตรงโดยไม่กลับทิศ
- ข้อใดกล่าวถูกต้อง

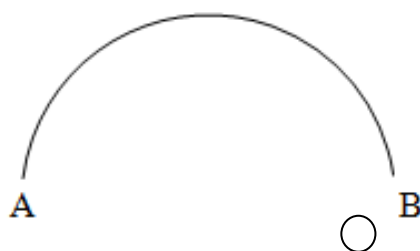
ก. ข้อ 1 และ ข้อ 3

ข. ข้อ 2 และ ข้อ 3

ค. ข้อ 1 และข้อ 2

ง. กล่าวถูกต้องทุกข้อ

2. หนูดีเดินจากจุด A บนทางโค้งของวงกลมรัศมี 7 เมตร ดังรูป มาถึงจุด B จงหาระยะทาง และการกระจัด (นำไปใช้)



ก. 22 เมตร, 7 เมตร

ข. 22 เมตร, 14 เมตร

ค. 44 เมตร, 7 เมตร

ง. 44 เมตร , 14 เมตร

3. จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้ (ความรู้-ความจำ)

- 1) ความเร็วและอัตราเร็วมี หน่วยเป็น m/s ตามระบบเอสไอ
 - 2) ความเร็วเป็นปริมาณสเกลาร์ ส่วนอัตราเร็วเป็นปริมาณเวกเตอร์
 - 3) ความเร็วและอัตราเร็วมีขนาดเท่ากันได้หากวัตถุเคลื่อนที่เป็นเส้นตรงโดยไม่มีการกลับทิศ
- ข้อใดกล่าวถูกต้อง

ก. 1 และ 3

ข. 2 และ 3

ค. 1 และ 2

ง. 1 , 2 และ 3

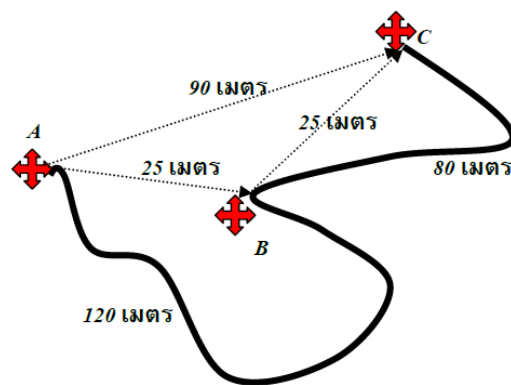
4. ข้อใดต่อไปนี้เป็น การเคลื่อนที่ที่มีขนาดของการกระจัดน้อยที่สุด (นำไปใช้)

- ก. เดินไปทางขวาด้วยความเร็วคงที่ 0.1 เมตร/วินาที เป็นเวลา 1 นาที
- ข. เดินไปทางขวาด้วยความเร็วคงที่ 3 เมตรต่อวินาที เป็นเวลา 4 วินาที
- ค. เดินไปทางซ้ายด้วยความเร็วคงที่ 4 เมตรต่อวินาที เป็นเวลา 3 วินาที
- ง. ทั้งสามข้อมีขนาดการกระจัดเท่ากัน

5. นายบอสวิ่งรอบสนามฟุตบอล 400 เมตร จำนวน 2 รอบ โดยใช้เวลา 5 นาที จงหาอัตราเร็วเฉลี่ยและความเร็วเฉลี่ยของนายบอสในหน่วยเมตรต่อวินาที (นำไปใช้)

- ก. 2.67 , 0
- ข. 2.67 , 2.67
- ค. 160 , 0
- ง. 160 , 160

จากรูปใช้ตอบคำถามข้อที่ 6-7 ถ้านำวัตถุมาวางไว้ที่ตำแหน่ง A แล้วเคลื่อนวัตถุไปที่ตำแหน่ง B และ C ตามลำดับ



เมื่อระยะที่วัตถุเคลื่อนที่จาก A ไป B 120 เมตร ใช้เวลา 25 วินาที และ จาก B ไป C คือ 80 เมตร และใช้เวลา 35 วินาที

6. อัตราเร็วเฉลี่ยของวัตถุจาก A ไป C มีค่าเท่าใดในหน่วยเมตรต่อวินาที (นำไปใช้)

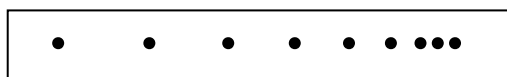
- ก. 1.5
- ข. 2.3
- ค. 3.3
- ง. 4.8

7. ความเร็วเฉลี่ยของวัตถุจาก A ไป C มีค่าเท่าใดในหน่วยเมตรต่อวินาที (นำไปใช้)

- ก. 0.83
- ข. 0.9
- ค. 1.0
- ง. 1.5

8. เมื่อใช้รถทดลองดึงแถบกระดาษผ่านเครื่องเคาะสัญญาณเวลา ปรากฏจุดบนแถบกระดาษเป็นดังรูป ระยะระหว่างจุดบนแถบกระดาษแสดงถึงค่าใด และรถมีการเคลื่อนที่อย่างไร (วิเคราะห์)

ทิศการเคลื่อนที่ $\longrightarrow$



ก. ความเร็ว, เคลื่อนที่ช้าลง

ข. ความเร็ว, เคลื่อนที่เร็วขึ้น

ค. การกระจัด, เคลื่อนที่ช้าลง

ง. การกระจัด, เคลื่อนที่เร็วขึ้น

9. ข้อใดที่วัตถุมีทิศความเร่งไปทางซ้าย (ความเข้าใจ)

ก. วัตถุเคลื่อนที่ไปทางขวาแล้วเคลื่อนที่เร็วขึ้น

ข. วัตถุเคลื่อนที่ไปทางขวาแล้วเคลื่อนที่ช้าลง

ค. วัตถุเคลื่อนที่ไปทางซ้ายแล้วเคลื่อนที่ช้าลง

ง. วัตถุเคลื่อนที่ไปทางซ้ายแล้วหยุด

10. บนถนนตรงเส้นทางหนึ่ง รถยนต์มีความเร็วเพิ่มขึ้น 3 เมตร/วินาที ในทุก 1 วินาที รถยนต์จะมีลักษณะการเคลื่อนที่อย่างไร (ความเข้าใจ)

ก. เคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว 3 เมตร/วินาที

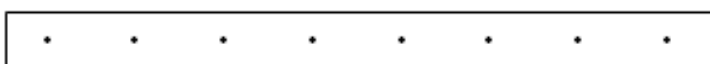
ข. เคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วคงตัว 3 เมตร/วินาที

ค. เคลื่อนที่ด้วยความเร่งคงตัว 3 เมตร/วินาที²

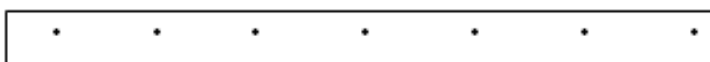
ง. เคลื่อนที่ด้วยความหน่วงคงตัว 3 เมตร/วินาที²

11. หากจุดที่เกิดจากการดึงแถบกระดาษผ่านเครื่องเคาะสัญญาณเวลาปรากฏ ดังรูป (วิเคราะห์)

รูปที่ 1



รูปที่ 2



รูปที่ 3



ข้อ

ใด

กล่าวถูกต้อง

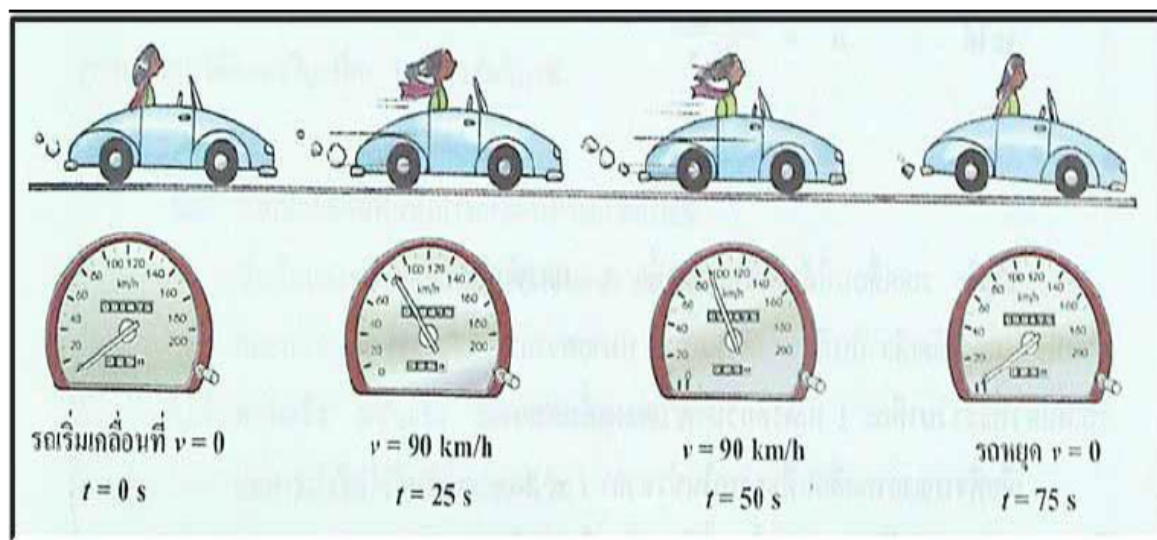
ก. รูปที่ 1 อัตราเร็วในการดึงแถบกระดาษมีค่าคงที่

ข. รูปที่ 2 อัตราเร็วในการดึงแถบกระดาษมีค่าคงที่ แต่มีอัตราเร็วในการดึงมากกว่า รูปที่ 1

ค. รูปที่ 3 อัตราเร็วในการดึงไม่คงที่ โดยเริ่มต้นดึงเร็วแล้วช้าลง

ง. ข้อ ก และ ข ถูกต้อง

จากรูปใช้ตอบคำถามข้อ 12-13



จากรูปเป็นการเคลื่อนที่ของรถยนต์คันหนึ่งบนทางตรง โดยสังเกตจากมาตรวัดอัตราเร็วของรถยนต์ ตั้งแต่รถเริ่มเคลื่อนที่จากหยุดนิ่ง แล้วเคลื่อนที่ไปได้ระยะหนึ่ง จนในที่สุดรถก็หยุดนิ่งอีกครั้งหนึ่ง เมื่อช่วงที่ 1 (0 – 25 วินาที) , ช่วงที่ 2 (25 - 50 วินาที) และ ช่วงที่ 3 (50 - 75 วินาที)

12. จากการเคลื่อนที่ของวัตถุตามเหตุการณ์ข้างต้น วัตถุมีการเปลี่ยนแปลงความเร็วในช่วงใด (วิเคราะห์)

ก. ช่วงที่ 1

ข. ช่วงที่ 2

ค. ช่วงที่ 3

ง. ช่วงที่ 1 และช่วงที่ 3

13. การเคลื่อนที่ของรถยนต์ข้างต้น มีช่วงใดบ้างที่เคลื่อนที่ด้วยความหน่วงและช่วงใดไม่มีความเร่ง (วิเคราะห์)

ก. ช่วงที่ 2 และช่วงที่ 3

ข. ช่วงที่ 3 และช่วงที่ 2

ค. ช่วงที่ 1 และช่วงที่ 3

ง. ช่วงที่ 3 และช่วงที่ 1

14. ถ้า a คือความเร่งของวัตถุ เมื่อนักเรียนคำนวณหาค่าความเร่งของวัตถุแล้วมีเครื่องหมายออกมาเป็นลบ นักเรียนจะอธิบายได้ว่าอย่างไร (วิเคราะห์)

1. วัตถุเคลื่อนที่ช้าลง

2. วัตถุมีการเคลื่อนที่ถอยหลัง

3. ความเร่งมีทิศตรงข้ามกับทิศการเคลื่อนที่

ก. ข้อ 1

ข. ข้อ 2

ค. ข้อ 3

ง. ข้อ 1 และ 3

15. รถคันหนึ่งเคลื่อนที่ในแนวตรงด้วยความเร็ว 10 เมตรต่อวินาที จนมีความเร็ว 20 เมตรต่อวินาที ในเวลา 5 วินาที จงหาความเร่งของรถ (นำไปใช้)

ก. 2 เมตร/วินาที²

ข. -2 เมตร/วินาที²

ค. 2.5 เมตร/วินาที²

ง. -2.5 เมตร/วินาที²

16. จากข้อ 15 จะต้องใช้เวลากี่วินาที รถจึงจะมีความเร็วจาก 15 เมตรต่อวินาที เป็น 18 เมตรต่อวินาที (นำไปใช้)

ก. 1

ข. 1.2

ค. 1.5

ง. 2

17. รถเคลื่อนที่ด้วยความเร่ง 2 เมตร/วินาที² เมื่อเวลาผ่านไป 10 วินาที มีความเร็วเป็น 40 เมตร/วินาที ขณะนั้นวัตถุอยู่ห่างจากจุดที่เริ่มนับเวลาเป็นระยะทางเท่าใด (นำไปใช้)

ก. 150 เมตร

ข. 200 เมตร

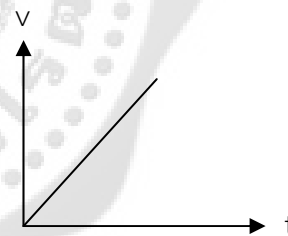
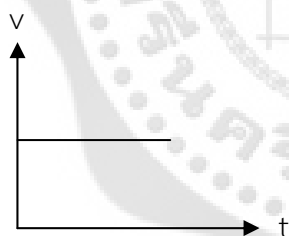
ค. 300 เมตร

ง. 500 เมตร

18. กราฟในข้อใดที่แสดงลักษณะการเคลื่อนที่ของวัตถุด้วยความเร่งคงตัว (ความเข้าใจ)

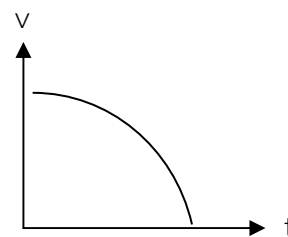
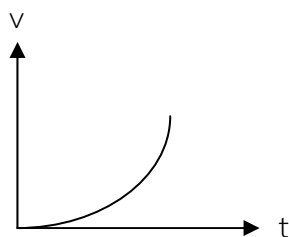
ก.

ข.

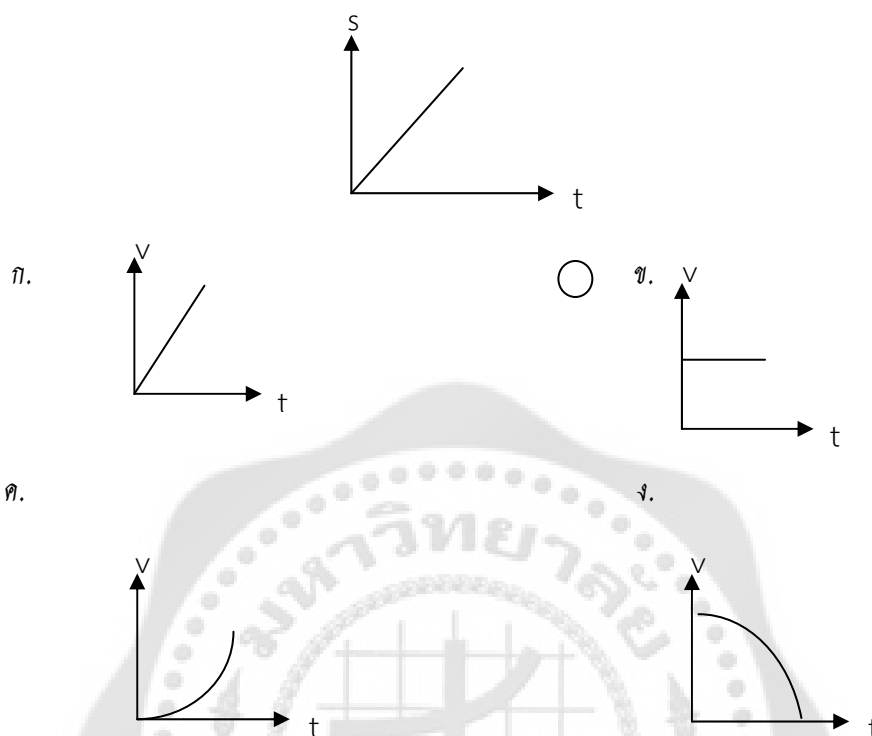


ค.

ง.



19. หากกราฟการกระจัดกับเวลาเป็น ดังรูป กราฟระหว่างความเร็วกับเวลา คือข้อใด (นำไปใช้)



20. กำหนดเหตุการณ์ให้รถวิ่งด้วยความหน่วงคงที่ 2 เมตร/วินาที² หากเราเขียนกราฟระหว่างความเร็วกับเวลา ค่ากล่าวในข้อใดถูกต้อง (วิเคราะห์)

- ก. พื้นที่ใต้กราฟมีค่าเท่ากับ 2 เมตร
- ข. พื้นที่ใต้กราฟมีค่าเท่ากับ -2 เมตร
- ค. ความชันของกราฟมีค่าเท่ากับ -2 เมตร/วินาที²
- ง. ความชันของกราฟมีค่าเท่ากับ 2 เมตร/วินาที²

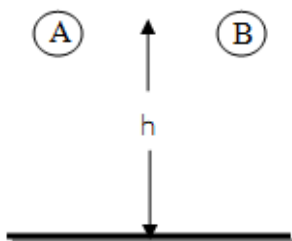
21. ปลอยก้อนหินให้ตกลงมาจากหน้าผา ความเร็วของก้อนหินจะเป็นไปตามข้อใด (นำไปใช้)

- ก. เพิ่มขึ้นวินาทีละ 10 เมตรต่อวินาที
- ข. เป็นศูนย์ ณ จุดปล่อย
- ค. มีค่ามากที่สุดขณะกระทบพื้น
- ง. เป็นจริงทั้ง 3 ข้อ

22. โยนลูกบอลขึ้นไปในแนวตั้ง ความเร็ว และ ความเร่ง ของลูกบอลเป็นอย่างไร ขณะถึงจุดสูงสุด (ความเข้าใจ)

- ก. ทั้งความเร่งและความเร็วเท่ากับศูนย์
- ข. ความเร่งเป็นศูนย์ความเร็วไม่เป็นศูนย์
- ค. ความเร็วเป็นศูนย์ ความเร่งไม่เป็นศูนย์
- ง. ทั้งความเร็วและความเร่งไม่เป็นศูนย์

23. จากรูป วัตถุ A มีมวล 1 กิโลกรัม และวัตถุ B มีมวล 2 กิโลกรัม ปลอยจากที่สูงเท่ากัน (วิเคราะห์)

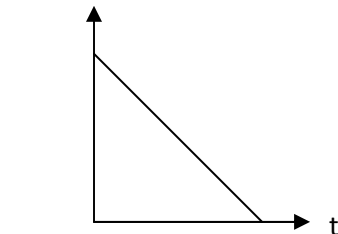
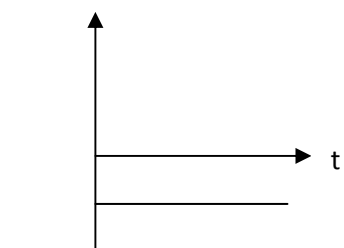
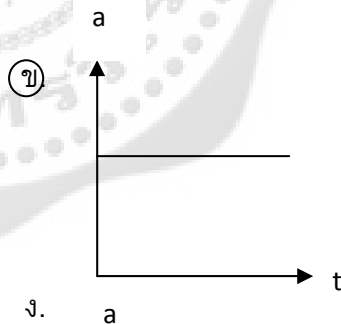
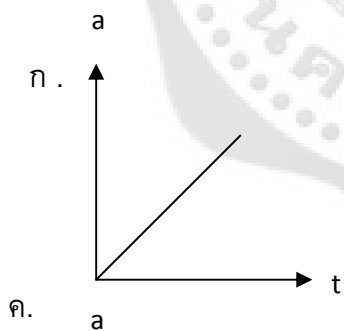


- 1) วัตถุตกถึงพื้นพร้อมกัน
- 2) วัตถุ B ตกถึงพื้นก่อนเพราะมวลมากกว่า
- 3) ขณะที่วัตถุตกกระทบพื้น วัตถุ B มีความเร็วกระทบพื้นมากกว่าวัตถุ A
- 4) วัตถุทั้งสองมีความเร็วตกกระทบพื้นเท่ากัน

จงพิจารณาข้อความใดกล่าวถูกต้อง

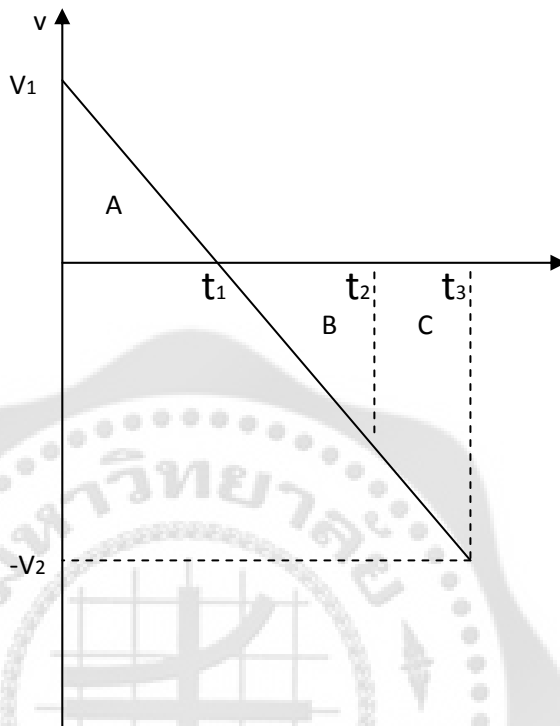
- ก. ข้อ 1 ข้อเดียว
ข. ข้อ 2 และ ข้อ 3
ค. ข้อ 4 ข้อเดียว
ง. ข้อ 1 และ ข้อ 4

24. จากการทดลองการเคลื่อนที่ของวัตถุที่ตกแบบเสรี โดยใช้ถุงทราย 1 ถุง และ 2 ถุง เมื่อนำข้อมูลมาเขียนกราฟระหว่างความเร่งกับเวลา ควรเป็นดังข้อใด (ความเข้าใจ)



25. โยนวัตถุจากตาดฟ้าตึกด้วยอัตราเร็วค่าหนึ่ง และตกสู่พื้นข้างล่างโดยเขียนกราฟระหว่างความเร็วกับเวลาได้ดังรูป (วิเคราะห์)

จงพิจารณาคำกล่าวต่อไปนี้



- 1) วัตถุถึงจุดสูงสุดที่เวลา t_1
- 2) วัตถุมีการกระจัดเท่ากับศูนย์ที่เวลา t_2
- 3) วัตถุตกกระทบพื้นด้วยความเร็ว $-v_2$

ข้อใดกล่าว

ถูกต้อง

ก. 1 และ 3

ข. 2 และ 4

ค. 2 , 3 และ 4

ง. 1 , 2 , 3 และ 4

26.ปล่อยก้อนหินให้ตกลงมาจากตาดฟ้าตึกสูง 125 เมตร นานเท่าใดก้อนหินจึงตกถึงพื้น (นำไปใช้)

ก. 5 วินาที

ข. 10 วินาที

ค. 25 วินาที

ง. 125 วินาที

27. จากเหตุการณ์ในข้อ 26 ก้อนหินจะตกถึงพื้นด้วยอัตราเร็วเท่าใด (นำไปใช้)

ก. 5 เมตร/วินาที

ข. 10 เมตร/วินาที

ค. 25 เมตร/วินาที

ง. 50 เมตร/วินาที

28. ยิงวัตถุขึ้นจากพื้นในแนวดิ่งด้วยความเร็ว 60 เมตร/วินาที จงหาที่เวลา 10 วินาที วัตถุมีความเร็วเท่าใด (นำไปใช้)

ก. - 40 เมตร/วินาที

ข. 40 เมตร/วินาที

ค. 40 เมตร/วินาที ในทิศ + y

ง. 40 เมตร/วินาที ในทิศ -y

29. ยิงวัตถุขึ้นจากระเบียงตึกใบหยก ซึ่งสูง 60 เมตร ด้วยความเร็ว 20 เมตร/วินาที นานเท่าใดวัตถุ จึงเคลื่อนที่ถึงจุดสูงสุด (นำไปใช้)

ก. 1 วินาที

ข. 2 วินาที

ค. 4 วินาที

ง. 10 วินาที

30. จากข้อ 29 วัตถุจะใช้เวลาเท่าใดจึงตกถึงพื้น (นำไปใช้)

ก. 2 วินาที

ข. 6 วินาที

ค. 8 วินาที

ง. 10 วินาที

.....

ภาคผนวก ค

- ตาราง 17 ผลการประเมินความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้โดยผู้เชี่ยวชาญ
- ตาราง 18 แสดงการประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่แนวตรง
- ตาราง 19 แสดงการประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากผู้เชี่ยวชาญ

ตาราง 17 ผลการประเมินความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้โดยผู้เชี่ยวชาญ

ประเด็นการประเมิน	ผลการประเมิน ของผู้เชี่ยวชาญ คนที่			รวม	IC	แปลผล
	1	2	3			
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1						
1.แผนการจัดการเรียนรู้สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
2.แผนการจัดการเรียนรู้สอดคล้องสัมพันธ์กับหน่วยการเรียนรู้	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
3.แผนการจัดการเรียนรู้มีองค์ประกอบสำคัญครบถ้วนและเชื่อมโยงสัมพันธ์	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
4.เนื้อหาสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
5.กิจกรรมการเรียนการสอนมีความเหมาะสมกับกระบวนการเรียนการสอนและเนื้อหา	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
6.สื่อการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับกิจกรรมการเรียนการสอน	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
7.การประเมินผลมีความเหมาะสมกับกระบวนการเรียนการสอน	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
8.การจัดเวลากับเนื้อหาและระดับของผู้เรียน	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2						
1.แผนการจัดการเรียนรู้สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
2.แผนการจัดการเรียนรู้สอดคล้องสัมพันธ์กับหน่วยการเรียนรู้	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
3.แผนการจัดการเรียนรู้มีองค์ประกอบสำคัญครบถ้วนและเชื่อมโยงสัมพันธ์	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
4.เนื้อหาสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
5.กิจกรรมการเรียนการสอนมีความเหมาะสมกับกระบวนการเรียนการสอนและเนื้อหา	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
6.สื่อการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับกิจกรรมการเรียนการสอน	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
7.การประเมินผลมีความเหมาะสมกับกระบวนการเรียนการสอน	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
8.การจัดเวลากับเนื้อหาและระดับของผู้เรียน	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง

ตาราง 17 (ต่อ)

ประเด็นการประเมิน	ผลการประเมิน ของผู้เชี่ยวชาญ คนที่			รวม	IC	แปลผล
	1	2	3			
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3						
1.แผนการจัดการเรียนรู้สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ และตัวชี้วัด	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
2.แผนการจัดการเรียนรู้สอดคล้องสัมพันธ์กับ หน่วยการเรียนรู้	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
3.แผนการจัดการเรียนรู้มีองค์ประกอบสำคัญครบถ้วน และเชื่อมโยงสัมพันธ์	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
4.เนื้อหาสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
5.กิจกรรมการเรียนการสอนมีความเหมาะสมกับ กระบวนการเรียนการสอนและเนื้อหา	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
6.สื่อการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับกิจกรรมการเรียนการสอน	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
7.การประเมินผลมีความเหมาะสมกับกระบวนการเรียน การสอน	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
8.การจัดเวลากับเนื้อหาและระดับของผู้เรียน	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4						
1.แผนการจัดการเรียนรู้สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ และตัวชี้วัด	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
2.แผนการจัดการเรียนรู้สอดคล้องสัมพันธ์กับ หน่วยการเรียนรู้	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
3.แผนการจัดการเรียนรู้มีองค์ประกอบสำคัญครบถ้วน และเชื่อมโยงสัมพันธ์	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
4.เนื้อหาสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
5.กิจกรรมการเรียนการสอนมีความเหมาะสมกับ กระบวนการเรียนการสอนและเนื้อหา	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
6.สื่อการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับกิจกรรมการเรียนการสอน	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
7.การประเมินผลมีความเหมาะสมกับกระบวนการเรียน การสอน	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
8.การจัดเวลากับเนื้อหาและระดับของผู้เรียน	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง

ตาราง 17 (ต่อ)

ประเด็นการประเมิน	ผลการประเมิน ของผู้เชี่ยวชาญ คนที่			รวม	IC	แปลผล
	1	2	3			
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5						
1.แผนการจัดการเรียนรู้สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ และตัวชี้วัด	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
2.แผนการจัดการเรียนรู้สอดคล้องสัมพันธ์กับ หน่วยการเรียนรู้	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
3.แผนการจัดการเรียนรู้มีองค์ประกอบสำคัญครบถ้วน และเชื่อมโยงสัมพันธ์	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
4.เนื้อหาสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
5.กิจกรรมการเรียนการสอนมีความเหมาะสมกับ กระบวนการเรียนการสอนและเนื้อหา	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
6.สื่อการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับกิจกรรมการเรียนการสอน	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
7.การประเมินผลมีความเหมาะสมกับกระบวนการเรียน การสอน	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
8.การจัดเวลากับเนื้อหาและระดับของผู้เรียน	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6						
1.แผนการจัดการเรียนรู้สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ และตัวชี้วัด	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
2.แผนการจัดการเรียนรู้สอดคล้องสัมพันธ์กับ หน่วยการเรียนรู้	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
3.แผนการจัดการเรียนรู้มีองค์ประกอบสำคัญครบถ้วน และเชื่อมโยงสัมพันธ์	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
4.เนื้อหาสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
5.กิจกรรมการเรียนการสอนมีความเหมาะสมกับ กระบวนการเรียนการสอนและเนื้อหา	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
6.สื่อการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับกิจกรรมการเรียนการสอน	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
7.การประเมินผลมีความเหมาะสมกับกระบวนการเรียน การสอน	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
8.การจัดเวลากับเนื้อหาและระดับของผู้เรียน	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง

ตาราง 17 (ต่อ)

ประเด็นการประเมิน	ผลการประเมิน ของผู้เชี่ยวชาญ คนที่			รวม	IC	แปลผล
	1	2	3			
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7						
1.แผนการจัดการเรียนรู้สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ และตัวชี้วัด	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
2.แผนการจัดการเรียนรู้สอดคล้องสัมพันธ์กับ หน่วยการเรียนรู้	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
3.แผนการจัดการเรียนรู้มีองค์ประกอบสำคัญครบถ้วน และเชื่อมโยงสัมพันธ์	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
4.เนื้อหาสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
5.กิจกรรมการเรียนการสอนมีความเหมาะสมกับ กระบวนการเรียนการสอนและเนื้อหา	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
6.สื่อการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับกิจกรรมการเรียนการสอน	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
7.การประเมินผลมีความเหมาะสมกับกระบวนการเรียน การสอน	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
8.การจัดเวลากับเนื้อหาและระดับของผู้เรียน	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง

ตาราง 18 แสดงการประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์
ปัญหาฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่แนวตรง

ข้อ	ประเด็นการประเมิน	ผลการประเมิน ของผู้เชี่ยวชาญ คนที่			รวม	IC	แปลผล	p	r
		1	2	3					
1	1. สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง	0.80	0.20
	2. สอดคล้องกับเนื้อหา	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง		
	3. สอดคล้องในการใช้วัดความสามารถ ในการแก้โจทย์ปัญหา	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง		
	4. ความเหมาะสมของภาษาที่ใช้	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง		
	5. สอดคล้องกับกิจกรรม4S	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง		
	6. เกณฑ์ในการให้คะแนนมีความ เหมาะสม	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง		
2	1. สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง	0.68	0.23
	2. สอดคล้องกับเนื้อหา	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง		
	3. สอดคล้องในการใช้วัดความสามารถ ในการแก้โจทย์ปัญหา	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง		
	4. ความเหมาะสมของภาษาที่ใช้	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง		
	5. สอดคล้องกับกิจกรรม4S	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง		
	6. เกณฑ์ในการให้คะแนนมีความเหมาะสม	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง		
3	1. สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง	0.48	0.54
	2. สอดคล้องกับเนื้อหา	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง		
	3. สอดคล้องในการใช้วัดความสามารถ ในการแก้โจทย์ปัญหา	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง		
	4. ความเหมาะสมของภาษาที่ใช้	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง		
	5. สอดคล้องกับกิจกรรม4S	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง		
	6. เกณฑ์ในการให้คะแนนมีความเหมาะสม	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง		

ตาราง 18 (ต่อ)

ข้อ	ประเด็นการประเมิน	ผลการประเมิน ของผู้เชี่ยวชาญ คนที่			รวม	IC	แปลผล	p	r
		1	2	3					
4	1. สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง	0.73	0.38
	2. สอดคล้องกับเนื้อหา	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง		
	3. สอดคล้องในการใช้วัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง		
	4. ความเหมาะสมของภาษาที่ใช้	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง		
	5. สอดคล้องกับกิจกรรม4S	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง		
	6.เกณฑ์ในการให้คะแนนมีความเหมาะสม	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง		
5	1. สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง	0.75	0.50
	2. สอดคล้องกับเนื้อหา	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง		
	3. สอดคล้องในการใช้วัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง		
	4. ความเหมาะสมของภาษาที่ใช้	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง		
	5. สอดคล้องกับกิจกรรม4S	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง		
	6.เกณฑ์ในการให้คะแนนมีความเหมาะสม	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง		
6	1. สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง	0.82	0.31
	2. สอดคล้องกับเนื้อหา	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง		
	3. สอดคล้องในการใช้วัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง		
	4. ความเหมาะสมของภาษาที่ใช้	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง		
	5. สอดคล้องกับกิจกรรม4S	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง		
	6.เกณฑ์ในการให้คะแนนมีความเหมาะสม	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง		
7	1. สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง	0.69	0.25
	2. สอดคล้องกับเนื้อหา	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง		
	3. สอดคล้องในการใช้วัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง		
	4. ความเหมาะสมของภาษาที่ใช้	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง		
	5. สอดคล้องกับกิจกรรม4S	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง		
	6.เกณฑ์ในการให้คะแนนมีความเหมาะสม	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง		

ตาราง 18 (ต่อ)

ข้อ	ประเด็นการประเมิน	ผลการประเมิน ของผู้เชี่ยวชาญ คนที่			รวม	IC	แปลผล	p	r
		1	2	3					
8	1. สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง	0.61	0.44
	2. สอดคล้องกับเนื้อหา	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง		
	3. สอดคล้องในการใช้วัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง		
	4. ความเหมาะสมของภาษาที่ใช้	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง		
	5. สอดคล้องกับกิจกรรม4S	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง		
	6. เกณฑ์ในการให้คะแนนมีความเหมาะสม	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง		
9	1. สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง	0.67	0.47
	2. สอดคล้องกับเนื้อหา	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง		
	3. สอดคล้องในการใช้วัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง		
	4. ความเหมาะสมของภาษาที่ใช้	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง		
	5. สอดคล้องกับกิจกรรม4S	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง		
	6. เกณฑ์ในการให้คะแนนมีความเหมาะสม	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง		
10	1. สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง	0.60	0.42
	2. สอดคล้องกับเนื้อหา	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง		
	3. สอดคล้องในการใช้วัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง		
	4. ความเหมาะสมของภาษาที่ใช้	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง		
	5. สอดคล้องกับกิจกรรม4S	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง		
	6. เกณฑ์ในการให้คะแนนมีความเหมาะสม	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง		
11	1. สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง	0.67	0.67
	2. สอดคล้องกับเนื้อหา	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง		
	3. สอดคล้องในการใช้วัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง		
	4. ความเหมาะสมของภาษาที่ใช้	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง		
	5. สอดคล้องกับกิจกรรม4S	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง		
	6. เกณฑ์ในการให้คะแนนมีความเหมาะสม	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง		

ตาราง 18 (ต่อ)

ข้อ	ประเด็นการประเมิน	ผลการประเมิน ของผู้เชี่ยวชาญ คนที่			รวม	IC	แปลผล	p	r
		1	2	3					
12	1. สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง	0.38	0.58
	2. สอดคล้องกับเนื้อหา	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง		
	3. สอดคล้องในการใช้วัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง		
	4. ความเหมาะสมของภาษาที่ใช้	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง		
	5. สอดคล้องกับกิจกรรม4S	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง		
	6.เกณฑ์ในการให้คะแนนมีความเหมาะสม	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง		
13	1. สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง	0.48	0.33
	2. สอดคล้องกับเนื้อหา	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง		
	3. สอดคล้องในการใช้วัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง		
	4. ความเหมาะสมของภาษาที่ใช้	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง		
	5. สอดคล้องกับกิจกรรม4S	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง		
	6.เกณฑ์ในการให้คะแนนมีความเหมาะสม	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง		
14	1. สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง	0.44	0.46
	2. สอดคล้องกับเนื้อหา	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง		
	3. สอดคล้องในการใช้วัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง		
	4. ความเหมาะสมของภาษาที่ใช้	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง		
	5. สอดคล้องกับกิจกรรม4S	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง		
	6. เกณฑ์ในการให้คะแนนมีความเหมาะสม	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง		

ตาราง 18 (ต่อ)

ข้อ	ประเด็นการประเมิน	ผลการประเมิน ของผู้เชี่ยวชาญ คนที่			รวม	IC	แปลผล	p	r
		1	2	3					
15	1. สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	3		สอดคล้อง	0.49	0.77
	2. สอดคล้องกับเนื้อหา	1	1	1	3		สอดคล้อง		
	3. สอดคล้องในการใช้วัดความสามารถ ในการแก้โจทย์ปัญหา	1	1	1	3		สอดคล้อง		
	4. ความเหมาะสมของภาษาที่ใช้	1	1	1	3		สอดคล้อง		
	5. สอดคล้องกับกิจกรรม4S	1	1	1	3		สอดคล้อง		
	6. เกณฑ์ในการให้คะแนนมีความ เหมาะสม	1	1	1	3		สอดคล้อง		

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับมีค่าเท่ากับ 0.76

หมายเหตุ

การแปลผลค่าของคะแนนมีความหมายดังนี้

+1 หมายถึง แน่ใจว่าแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา
สอดคล้องกับประเด็นของการประเมิน

0 หมายถึง ไม่แน่ว่าแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์
ปัญหาสอดคล้องกับประเด็นของการประเมิน

-1 หมายถึง แน่ใจว่าแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์
ปัญหาไม่สอดคล้องกับประเด็นของการประเมิน

ข้อสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง(IC) ตั้งแต่ 0.67 ขึ้นไป จัดว่าเป็นข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์การ
พิจารณาโดยผู้เชี่ยวชาญ

ค่าความยากง่าย(p) ค่าอำนาจจำแนก(r) และค่าความเชื่อมั่นวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป
B-Index Win 7.

ตาราง 19 แสดงการประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
จากผู้เชี่ยวชาญ

ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ							ค่าความ ยากง่าย (p)	ค่าอำนาจ จำแนก (r)
ข้อที่	คนที่			รวม	IC	แปดผล		
	1	2	3					
1	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง	0.79	0.33
2	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง	0.60	0.24
3	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง	0.76	0.48
4	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง	0.74	0.52
5	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง	0.69	0.24
6	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง	0.79	0.24
7	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง	0.64	0.33
8	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง	0.74	0.24
9	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง	0.74	0.33
10	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง	0.71	0.38
11	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง	0.76	0.38
12	1	0	1	3	0.67	สอดคล้อง	0.71	0.29
13	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง	0.76	0.38
14	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง	0.79	0.43
15	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง	0.74	0.52
16	1	1	0	3	0.67	สอดคล้อง	0.79	0.33
17	0	1	1	3	0.67	สอดคล้อง	0.62	0.38
18	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง	0.67	0.48
19	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง	0.62	0.29
20	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง	0.52	0.38
21	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง	0.69	0.24
22	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง	0.64	0.33
23	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง	0.74	0.43
24	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง	0.64	0.24
25	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง	0.67	0.29

ตาราง 19 (ต่อ)

ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ							ค่าความ ยากง่าย (p)	ค่าอำนาจ จำแนก (r)
ข้อที่	คนที่			รวม	IOC	แปลผล		
	1	2	3					
26	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง	0.76	0.38
27	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง	0.60	0.33
28	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง	0.60	0.24
29	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง	0.57	0.29
30	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง	0.79	0.43

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับมีค่าเท่ากับ 0.88

หมายเหตุ

โดยมีเกณฑ์ในการพิจารณาความสอดคล้องดังนี้

- +1 หมายถึง แน่ใจว่าแบบทดสอบข้อนี้วัดได้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้
- 0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าแบบทดสอบข้อนี้วัดได้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้
- 1 หมายถึง แน่ใจว่าแบบทดสอบข้อนี้ไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

ข้อสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง(IC) ตั้งแต่ 0.67 ขึ้นไป จัดว่าเป็นข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์การพิจารณาโดยผู้เชี่ยวชาญ

ค่าความยากง่าย(p) ค่าอำนาจจำแนก(r) และค่าความเชื่อมั่น

วิเคราะห์โดยใช้โปรแกรมการตรวจข้อสอบ(Multiple Choices Test Analyser : Version 4.5.3)

ภาคผนวก ง

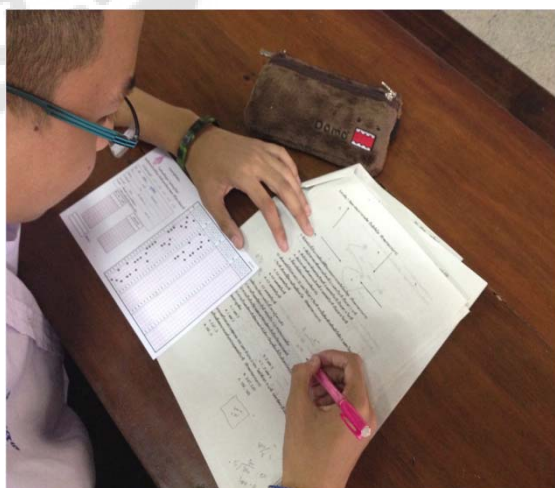
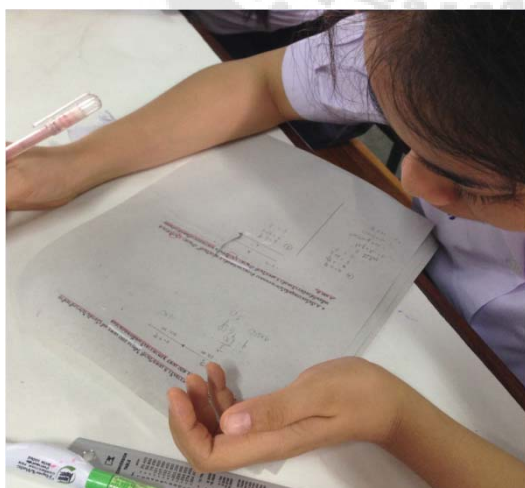
- ภาพกิจกรรมของนักเรียน
- ตัวอย่างผลงานนักเรียน



ภาพกิจกรรมของนักเรียน



สอบก่อนเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

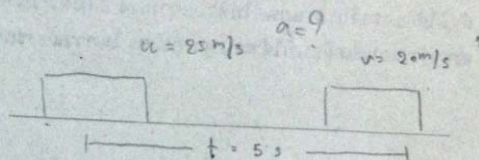


สอบหลังเรียนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์
และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

6. รถบรรทุกวิ่งด้วยความเร็ว 90 กิโลเมตร/ชั่วโมง แล้วลดความเร็วลงเหลือ 72 กิโลเมตร/ชั่วโมง ในเวลา 5 วินาที จงหาความเร่งของรถบรรทุก

$$90 \times \frac{5}{18} = 25 \text{ m/s}$$

$$72 \times \frac{5}{18} = 20 \text{ m/s}$$

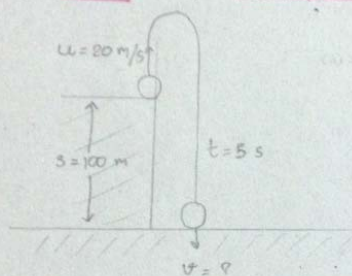


$$\begin{array}{l|l} u = 25 \text{ m/s} & v = u + at \\ v = 20 \text{ m/s} & 20 = 25 + a(5) \\ t = 5 \text{ s} & 5a = -5 \\ a = -1 & a = -1 \text{ m/s}^2 \end{array}$$

∴ รถบรรทุกมีตัวเร่งความเร่ง -1 m/s^2

แปลว่า รถบรรทุกมีตัวเร่งความเร็วที่ลดลง โดยที่ทิศทาง
ความเร็ว การเร่ง จึงชี้กับทิศทางการเคลื่อนที่

12. โยนวัตถุขึ้นไปในแนวตั้ง จากตาดฟ้าตึกสูง 100 เมตร ด้วยความเร็วต้น 20 เมตร/วินาที จงหา
ความเร็วของวัตถุ เมื่อเวลาผ่านไป 5 วินาที



$$\begin{array}{l} u = 20 \text{ m/s} \\ v = u + at \\ v = 20 + (-10)(5) \\ v = 20 - 50 \\ v = -30 \text{ m/s} \end{array} \quad \begin{array}{l} t = 5 \text{ s} \\ g = -10 \text{ m/s}^2 \\ v = ? \end{array}$$

∴ วัตถุกำลังเคลื่อนที่ลงด้วยความเร็ว 30 m/s
(ทิศตรงข้ามกับความเร็วต้น)

ตัวอย่างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์



นักเรียนทำงานเป็นกลุ่มแบบคละความสามารถ



นักเรียนร่วมร้องเพลงกิจกรรม 4S เพื่อทบทวนขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์

ตัวอย่างผลงานนักเรียน

Ex 4 จักรยานมือสองราคา 36 km/h เป็นเวลา 1 นาที แล้วล้มเครื่องบนที่ รัดไว้ต่อไปด้วยขาจน 199 ค.ศ. 1999 จักรยานมือสอง ราคา 20 บาท จักรยานมือสองที่ราคา 199 บาท

$v = \frac{s}{t}$

$36 \times \frac{1}{60} = 10 \frac{m}{s}$

$u = 10 \frac{m}{s}$ $u = 10 \frac{m}{s}$ $v = 0 \frac{m}{s}$

$s_1 = 60s$ $s_2 = 20s$

ข้อแรก $s_1 = vt$

$= 10 \times 60$

$= 600 \text{ m.}$

ข้อหลัง

สูตร $s = \frac{(u+v)t}{2}$

$s_2 = \frac{(10+0)20}{2}$

$s_2 = 100 \text{ m.}$

$\therefore$ ทั้งหมด $= s_1 + s_2 = 600 + 100 = 700 \text{ เมตร}$

$\therefore$ จักรยานมือสองราคา 700 บาท

★ จักรยานมือสองราคา 700 บาท เป็นจักรยานมือสองราคา 199 บาท

Ex 3 จักรยานมือสองราคา 36 km/h เป็นเวลา 1 นาที แล้วล้มเครื่องบนที่ รัดไว้ต่อไปด้วยขาจน 199 ค.ศ. 1999 จักรยานมือสอง ราคา 20 บาท จักรยานมือสองที่ราคา 199 บาท

Search; $u = 0 \frac{m}{s}$ $a = 5 \frac{m}{s^2}$ $t = ?$ $s = 90 \text{ m}$

Solve; $s = ut + \frac{1}{2}at^2$

$90 = \frac{1}{2}(5)(t^2)$

$90 \times 2 = (5)(t^2)$

$\frac{180}{5} = t^2$

$t^2 = 36$

$t = \pm 6 \text{ s}$

$t = 6 \text{ s (เวลาเป็นลบไม่ได้)}$

Share; $\therefore$ จักรยานมือสองราคา 90 บาท และจักรยานมือสองราคา 6 บาท

วิชา กลังงานและการเคลื่อนที่ รหัสวิชา ว 30285 วันมอัยมศึกษาปีที่ 5

ใบงานที่ 2 โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่ตกแบบเสรี: กรณีปล่อยวัตถุ
 ชื่อ-สกุล ชั้น ม.5 ห้อง..... เลขที่.....

คำชี้แจง ให้นักเรียนแสดงขั้นตอนการแก้ปัญหาโดยใช้กิจกรรม 4S ตามต่อไปนี้

1. วัตถุ A มีมวล 500 กรัม ถูกปล่อยจากที่สูง 20 เมตร จงหาความเร็วในขณะวัตถุกระทบพื้น

S : Search

S : Select

$u = 0 \text{ m/s}$
 $g = 10 \text{ m/s}^2$
 $v = ?$
 $S = 20 \text{ m}$

เลือกสูตรให้ใช้ $v^2 = u^2 + 2gs$

S : Solve

$v^2 = u^2 + 2gs$
 $v^2 = 0 + 2 \times 10 \times 20$
 $v^2 = 400$
 $v = 20 \text{ m/s}$

S : Share

ในการนี้วัตถุถูกปล่อยจากที่สูง 20 m ความเร็วที่ค่าเท่ากับศูนย์ การกระจัดค่าเป็นบวก เพราะกรณีนี้คือการปล่อยเป็นบวก ความเร็วกระทบพื้นมีค่าเป็นบวก แสดงว่าความเร็วกระทบพื้นมีทิศเดียวกับการเคลื่อนที่ และที่ค่า 20 m/s หมายความว่าใน 1 s วัตถุเคลื่อนที่ได้ก็สูง 20 m

วิชา กลังงานและการเคลื่อนที่ รหัสวิชา ว 30285 วันมอัยมศึกษาปีที่ 5

ใบงานที่ 2 โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่แนวตรงด้วยความเร่งคงตัว: กรณีวัตถุ 1 ก้อน
 ชื่อ-สกุล ชั้น ม.5 ห้อง..... เลขที่.....

คำชี้แจง ให้นักเรียนแสดงขั้นตอนการแก้ปัญหาโดยใช้กิจกรรม 4S ตามต่อไปนี้

1. วัตถุก้อนหนึ่งเริ่มต้นเคลื่อนที่ในแนวตรงด้วยความเร็ว 10 m/s และมีความเร่ง 4 m/s² เมื่อเวลาผ่านไป 8 วินาที วัตถุจะเคลื่อนที่ได้ระยะทางเท่าใด

S : Search

$u = 10 \text{ m/s}$
 $a = 4 \text{ m/s}^2$
 $t = 8 \text{ s}$
 $S = ?$

S : Select

$u = 10 \text{ m/s}$
 $a = 4 \text{ m/s}^2$
 $t = 8 \text{ s}$
 $S = ?$

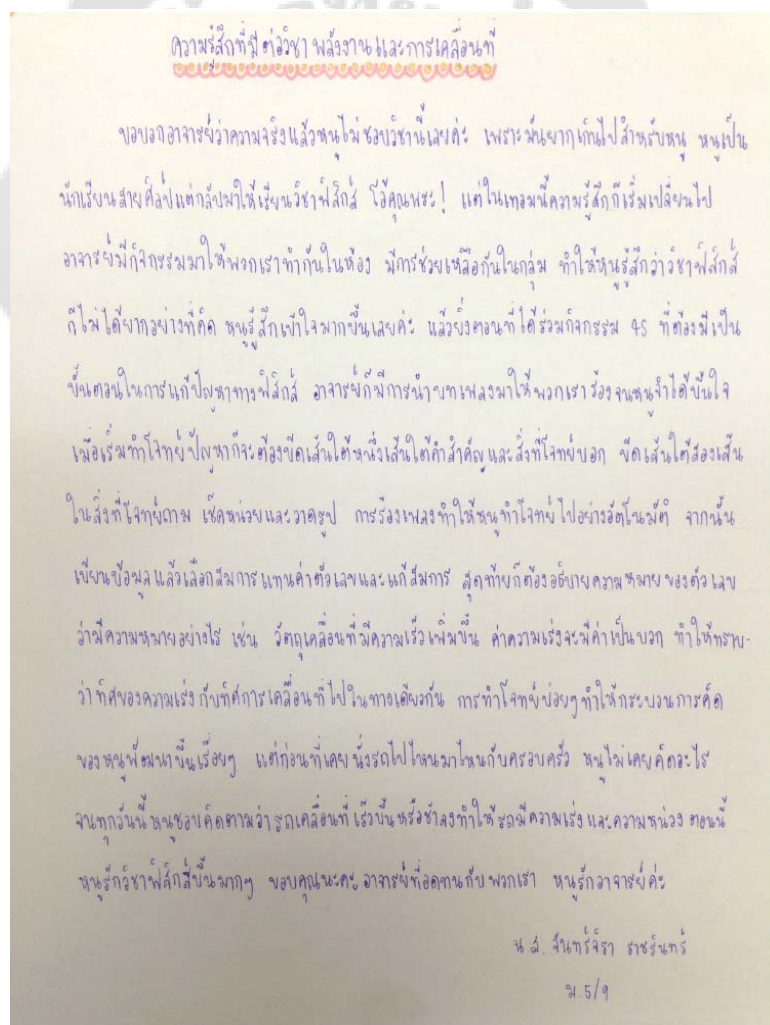
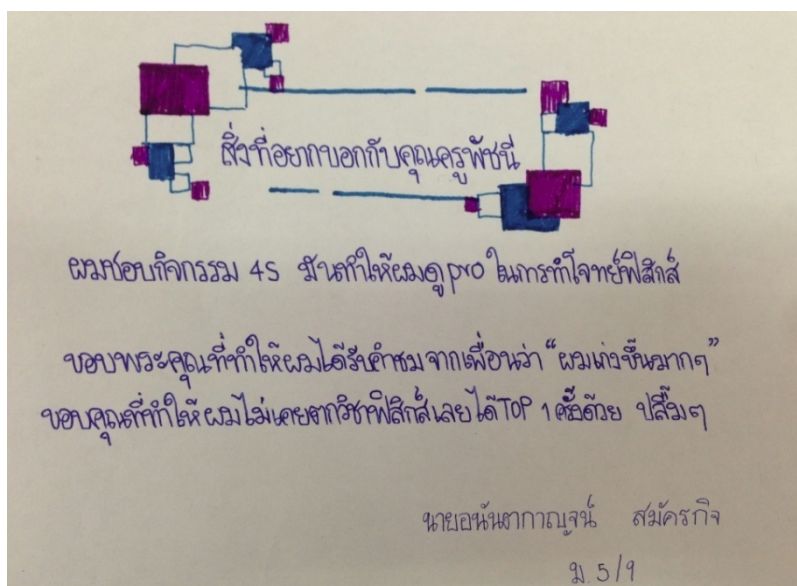
เลือกสูตรให้ใช้ $S = ut + \frac{1}{2}at^2$

S : Solve

$S = ut + \frac{1}{2}at^2$
 $S = (10)(8) + \frac{1}{2}(4)(8^2)$
 $S = 160$

S : Share

วัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 10 m/s และความเร่ง 4 m/s² วัตถุเคลื่อนที่ได้ระยะทางเท่ากับ 160 m แต่เนื่องจากวัตถุเคลื่อนที่ในแนวตรงโดยไม่มีการกลับทิศการเคลื่อนที่กับระยะทางที่เคลื่อนที่คือ 160 m



นักเรียนสะท้อนความรู้สึกลหลังการใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5E ที่เสริมกิจกรรม 4S


 ความรู้สึกรักที่มีต่อวิชาชีพงานและการเคลื่อนไหว


เมื่อพูดถึงวิชาชีพสีกส์เป็นวิชาชีพที่หนูไม่เคยมีตามถนัดเลย ตั้งแต่เมื่อหนูเริ่มมาอยู่ชั้น
 ปฐมวัยก็มาสอนสีกส์ หนูไม่ชอบวิชาจำพวกเลขวิทยาศาสตร์ หนูจึงเลือกเรียนสายศิลป์ภาษา
 แต่สุดท้ายหนูก็ต้องเรียนวิชาสีกส์ในภาคเรียนที่ 1 ซึ่งเป็นสีกส์พื้นฐานซึ่งก็มีส่วนของการ
 จำพวกเลขที่ไม่ยากมากหนูยังสามารถทำคะแนนเข้าได้โดยหนูได้เกรด 3.0 แต่พอมาภาคเรียน
 ที่ 2 เป็นงานเลขพวกสีกส์ เลขพวกเคลื่อนที่ หนูรู้สึกได้ว่ามันยากสำหรับหนูมากๆ มีผลการ
 ในการจำพวกเลขที่ขึ้นมาจากยกกำลังรู้สึกท้อแท้ไม่เอาทำก็ใช้กำลังใจพวกเราก็ได้ผล
 มาจากขี้นใจที่สีกส์ทำให้พวกเราเข้าใจ สีกส์ให้เข้าใจสีกส์ให้เข้าใจสีกส์ให้เข้าใจสีกส์ให้เข้าใจ
 จากท้อม การจากท้อมนี้เราได้ฝึกปฏิบัติและกิจกรรม 4S ที่ใช้ในช่วงตอนในการแก้ปัญหา
 ปัญหาสีกส์ซึ่งจำได้ว่ามีคือ Search Select Solve และ Share ทำให้หนูสามารถช่วยหนู
 ต่อมาทำอะไร หลังจากอ่านจากข้อสอบ ซึ่งเลขที่หนูอ่านนั้นเลขที่สีกส์ หนูจึงจำได้ว่าทำอะไร
 ได้แต่จำไม่ได้เลขเลขๆ ไปแล้วสุดท้ายหนูก็ตก (55++) อาจารย์ให้พวกเราฝึกจากข้อที่ตอน 4S
 ทุกครั้ง โดยมีการวัดเป็นจำนวน ทำในนั้นหนูสามารถจำขึ้นตอนได้ทั้งหมดในขั้น Search ที่จะต้อง
 ปิดสีกส์ให้ เห็นได้คำสำคัญและสิ่งที่ได้มาข้อ 2 แล้วให้สีกส์ที่จากข้อถามของเลขข้อนี้ช่วย
 ที่ไม่ใช่ใช้หน่วย SI เลขเลขรูปนี้ทำให้หนูเคยชินกับการกระทำดังกล่าวไม่ว่าหนูทำแบบฝึกหัดหรือ
 ข้อสอบ โจทย์อื่นๆก็คิดในการปิดสีกส์ให้หรือจากสีกส์เลขที่เห็นแต่ที่หนูจำไม่ได้เกี่ยวกับการจำพวก
 ทำให้สีกส์ที่ตอบในการจำข้อถามจากขั้น หนูขอขอบคุณอาจารย์ที่ทำให้หนูรู้สึกต่อวิชาสีกส์
 ไม่ยากเกินไปกว่าที่นักเรียนหลายคนจะพูดสามารถเรียนได้เลขเลขกิจกรรม 4S ทำให้หนูรู้สึกถึง
 การทำโจทย์ทำให้หนูรู้จำข้อทำอะไรเลขการอ่านโจทย์เลขอาจารย์ให้พวกเราอธิบายตามแบบ
 ของตัวเองซึ่งต้องใช้ความรู้ในการอธิบายทำให้เรารู้ว่าเราเข้าใจมากขึ้น

นางสาว ปุณณพชร์ จันทร์เฮา น.5/9

ประวัติย่อผู้วิจัย



ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ ชื่อสกุล	นางพัชนี แสงประสิทธิ์
วันเดือนปีเกิด	12 กรกฎาคม 2509
สถานที่เกิด	อำเภอเมือง จังหวัดปัตตานี
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	203/30 ซอยภาวนาแยก 4 ถนนลาดพร้าว 41 แขวงสามเสนนอก เขตห้วยขวาง กรุงเทพมหานคร
ตำแหน่งหน้าที่การงานในปัจจุบัน	ครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ
สถานที่ทำงานในปัจจุบัน	โรงเรียนศรีอยุธยา ในพระอุปถัมภ์ฯ แขวงทุ่งพญาไท เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2526	มัธยมศึกษาตอนปลาย จาก โรงเรียนคณะราษฎรบำรุง จังหวัดยะลา
พ.ศ. 2531	วท.บ.(ศึกษาศาสตร์) วิชาเอกฟิสิกส์ จาก มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี
พ.ศ. 2558	การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา จาก มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ