

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่แนวตรง โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ร่วมกับรูปแบบการสอนของโพลยา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยดำเนินการ ดังนี้

1. การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ
4. การเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การวิเคราะห์ข้อมูล
6. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากร คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมัธยมวาริชภูมิ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 23 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 3 ห้องเรียน ซึ่งทุกห้องเรียนจัดนักเรียนความสามารถเหมือน ๆ กัน รวมนักเรียนทั้งหมด 105 คน

2. กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมัธยมวาริชภูมิ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 23 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 รวมนักเรียน 40 คน ซึ่งได้มาโดยวิธีการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองและเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่

1. แผนการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่แนวตรง โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ร่วมกับรูปแบบการสอนของโพลยา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3. แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์
4. แบบวัดจิตวิทยาศาสตร์

การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่แนวตรง โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ร่วมกับรูปแบบการสอนของโพลยา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

1.1 ศึกษาหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โรงเรียนมัธยมวาริชภูมิ พุทธศักราช 2561 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) โดยศึกษาเป้าหมายของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ คุณภาพของผู้เรียน สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มาตรฐานการเรียนรู้ แนวทางการจัดการเรียนรู้ การวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้ แหล่งเรียนรู้ เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ร่วมกับรูปแบบการสอนของโพลยา

1.2 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้ตามขั้นตอนของรูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ร่วมกับรูปแบบการสอนของโพลยา จำนวน 8 แผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งมีรายละเอียดแสดงดังตาราง 3

ตาราง 3 แผนการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่แนวตรง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

แผนการจัดการเรียนรู้	เรื่อง	เวลาเรียน (คาบ)
1	ระยะทางและการกระจัด	2
2	อัตราเร็ว	2
3	ความเร็ว	2
4	การวัดอัตราเร็วของการเคลื่อนที่ในแนวตรง	4
5	ความเร่ง	2
6	การตกแบบเสรี	2
7	ความสัมพันธ์ระหว่างกราฟความเร็ว เวลา กับ ระยะทางสำหรับการเคลื่อนที่ในแนวตรง	2
8	สมการสำหรับคำนวณหาปริมาณต่าง ๆ ของการเคลื่อนที่ในแนวตรงด้วยความเร่งคงตัว	2

แผนการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัดชั้นปี ผลการเรียนรู้ สาระสำคัญ สาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ ทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ จิตวิทยาศาสตร์ หลักฐานการเรียนรู้ (ชิ้นงาน/ภาระงาน) กระบวนการจัดการเรียนรู้ สื่อ/แหล่งการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล บันทึกผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แต่ละแผน การจัดการเรียนรู้มีขั้นตอน ดังนี้

1.2.1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียน โดยครูนำสื่อการสอนต่าง ๆ เกี่ยวกับเรื่องที่จะเรียนรู้มาให้ให้นักเรียนดู แล้วครูคอยตั้งคำถามกระตุ้น ให้นักเรียนได้อภิปรายร่วมกัน อาจมีการเชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เคยเรียนผ่านมาแล้ว เพื่อหา ข้อสรุปนำเข้าสู่เนื้อหาที่จะเรียนขั้นต่อไป

1.2.2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) เป็นการเข้าใจในประเด็น หรือคำถามที่จะศึกษาอย่างถ่องแท้ แล้วลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อสังเกตหรือ ปรากฏการณ์ต่าง ๆ วิธีการตรวจสอบอาจทำได้หลายวิธี เช่น ทำการทดลอง ทำกิจกรรม ศึกษาหาข้อมูลจากเอกสารอ้างอิงหรือจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลอย่างเพียงพอ ที่จะใช้ในขั้นต่อไป

1.2.3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เป็นการตรวจสอบข้อมูล ข้อสังเกตที่ได้มาวิเคราะห์ แปรผล สรุปผลและนำเสนอผลที่ได้จะอยู่ในรูปใดก็สามารถสร้าง ความรู้และช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้ แล้วแทรกรูปแบบการสอนของโพลยา 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 เข้าใจปัญหา นักเรียนอ่านโจทย์ปัญหา แล้วบอกได้ว่าสิ่งที่โจทย์ กำหนดให้มีทั้งหมดคืออะไร อะไรบ้าง และสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบคืออะไร

ขั้นที่ 2 วางแผน นักเรียนบอกสูตรหรือสมการ การคำนวณที่จะได้มา ซึ่งคำตอบ มีการวางแผน ทำตามขั้นตอน ทำอะไรก่อน-หลัง และเปลี่ยนจากประโยคภาษา มาเป็นประโยคสัญลักษณ์

ขั้นที่ 3 ดำเนินงานตามแผน นักเรียนคำนวณหาคำตอบ พร้อมแสดง วิธีทำ

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบผลงาน นักเรียนระบุคำตอบและตรวจสอบคำตอบ

1.2.4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไป เชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม หรือนำแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้ อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่น ๆ และทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น

1.2.5 ขั้นประเมิน (Evaluation) เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วย กระบวนการต่าง ๆ ว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไรและมากน้อยเพียงใด

1.3 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้น เสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความเหมาะสม แล้วนำข้อบกพร่องมาปรับแก้ไข ให้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

1.4 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับแก้ไขแล้ว เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน เพื่อพิจารณาตรวจสอบรายละเอียดของแผนการจัดการเรียนรู้ในด้านเนื้อหา สาระการเรียนรู้ ความสอดคล้องของเนื้อหากับจุดประสงค์ ความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้ เวลา การวัด และประเมินผล ความเหมาะสมของภาษา โดยใช้แบบประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่มีลักษณะเป็นมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ตามวิธีของลิเคิร์ต (Likert) มี 5 ระดับ คือ เหมาะสมมากที่สุด เหมาะสมมาก เหมาะสมปานกลาง เหมาะสมน้อย และ เหมาะสมน้อยที่สุด โดยกำหนดเกณฑ์การตรวจให้คะแนนของแผนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

เหมาะสมมากที่สุด เท่ากับ 5 คะแนน

เหมาะสมมาก เท่ากับ 4 คะแนน

เหมาะสมปานกลาง เท่ากับ 3 คะแนน

เหมาะสมน้อย เท่ากับ 2 คะแนน

เหมาะสมน้อยที่สุด เท่ากับ 1 คะแนน

ซึ่งผู้เชี่ยวชาญ ประกอบด้วย

1) ดร.พัชรี ครองกิจศิริ อาจารย์ประจำภาควิชาฟิสิกส์ คณะอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี วิทยาเขตสกลนคร

2) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เพลินพิศ ธรรมรัตน์ อาจารย์ประจำสาขาวิชา วัสดุและวิจัยการศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

3) ดร.อุษา ปราบหงษ์ ประธานคณะกรรมการบริหารหลักสูตร ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิจัยหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

4) นายวารินทร์ บัวภาคำ ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โรงเรียนมัธยมวาริชภูมิ อำเภอวาริชภูมิ จังหวัดสกลนคร

5) นางสุมาลัย บุญรักษา ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โรงเรียนมัธยมวาริชภูมิ อำเภอวาริชภูมิ จังหวัดสกลนคร

1.5 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้เชี่ยวชาญได้ตรวจสอบแล้ว มาวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของแผนการจัดการเรียนรู้ มีลักษณะเป็นมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ตามวิธีของลิเคิร์ท (Likert) มี 5 ระดับ โดยกำหนดเกณฑ์ (บุญชม ศรีสะอาด, 2543, หน้า 100) ดังนี้

4.51–5.00 หมายถึง ระดับความเหมาะสมมากที่สุด

3.51–4.50 หมายถึง ระดับความเหมาะสมมาก

2.51–3.50 หมายถึง ระดับความเหมาะสมปานกลาง

1.51–2.50 หมายถึง ระดับความเหมาะสมน้อย

1.00–1.50 หมายถึง ระดับความเหมาะสมน้อยที่สุด

ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญพบว่า ผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นต่อแผนการจัดการเรียนรู้ ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.67 อยู่ในระดับมากที่สุด สามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนได้

1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้เชี่ยวชาญได้ตรวจสอบแล้ว ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมัธยมวาริชภูมิ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 รวมนักเรียน 40 คน

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพ ดังนี้

2.1 ศึกษาวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การหาค่าความเที่ยงตรง ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก ค่าความเชื่อมั่น ของแบบทดสอบ (สมนึก ภัททิยธนี, 2546, หน้า 202-220)

2.2 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหาสาระสำคัญและจุดประสงค์การเรียนรู้

2.3 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการเคลื่อนที่แนวตรง วิชาฟิสิกส์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 53 ข้อ โดยสร้างข้อสอบเผื่อไว้ ผู้วิจัยเลือกนำไปใช้จริงจำนวน 30 ข้อ ซึ่งสอดคล้องกับเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ของทั้ง 8 แผนการจัดการเรียนรู้ แสดงรายละเอียดดังตาราง 4

ตาราง 4 กำหนดจำนวนข้อสอบที่ต้องการให้สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้ ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เรื่อง/สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบ	
		สร้าง	ต้องการ
1. ระยะเวลาและการกระจัด	- อธิบายความหมายและบอกเส้นทางของระยะเวลาการกระจัดจากสถานการณ์ที่กำหนดได้	6	3
2. อัตราเร็ว	- อธิบายความหมายของอัตราเร็ว อัตราเร็วขณะหนึ่งและอัตราเร็วเฉลี่ยได้	6	3
3. ความเร็ว	- อธิบายความหมายของความเร็ว ความเร็วขณะหนึ่งและความเร็วเฉลี่ยได้	6	3
4. การวัดอัตราเร็วของการเคลื่อนที่ในแนวตรง	- อธิบายลักษณะการเคลื่อนที่แนวตรงและปริมาณที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ได้	5	3
5. ความเร่ง	- บอกความหมายและสมการที่ใช้ในการคำนวณหาความเร่งได้	5	3
	- อธิบายลักษณะการเคลื่อนที่ของวัตถุที่เกิดความเร่งได้	5	3
6. การตกแบบเสรี	- อธิบายลักษณะการเคลื่อนที่และปริมาณที่เกี่ยวข้องกับการตกแบบเสรีได้	5	3
	- อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างขนาดความเร็วขณะหนึ่งกับเวลา ของวัตถุที่เคลื่อนที่ภายใต้แรงโน้มถ่วงของโลก	5	3
7. ความสัมพันธ์ระหว่างกราฟความเร็ว เวลา กับระยะทางสำหรับการเคลื่อนที่ในแนวตรง	- บอกความแตกต่างของขนาดระยะทางและการกระจัดในการเคลื่อนที่ที่ไม่กลับทิศทางและการเคลื่อนที่ที่มีการกลับทิศทางได้	5	3
8. สมการสำหรับคำนวณหาปริมาณต่าง ๆ ของการเคลื่อนที่ในแนวตรงด้วยความเร่งคงตัว	- บอกสมการที่ใช้ในการคำนวณหาปริมาณต่าง ๆ ของการเคลื่อนที่ในแนวตรงด้วยความเร่งคงตัวได้	5	3
รวม		53	30

2.4 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาสาระการเรียนรู้ ความสอดคล้องกับตัวชี้วัด จุดประสงค์การเรียนรู้ ความเหมาะสมของตัวเลือก และภาษาที่ใช้ แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะในส่วนที่ยังบกพร่อง

2.5 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 53 ข้อ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญชุดเดิมเพื่อประเมินความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) และความสอดคล้องกับตัวชี้วัดโดยมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

- +1 ถ้าแน่ใจว่าข้อคำถามมีความสอดคล้อง/ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้
- 0 ถ้าไม่แน่ใจว่าข้อคำถามมีความสอดคล้อง/ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้
- 1 ถ้าแน่ใจว่าข้อคำถามไม่มีความสอดคล้อง/ไม่ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้

2.6 วิเคราะห์ข้อมูล หาค่าดัชนีความสอดคล้อง ระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้ ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้สูตรหาค่า IOC (Index of Item Objective Congruence) (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, หน้า 63) เพื่อหาผลรวมคะแนนของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ยดัชนีค่าความสอดคล้องและผู้วิจัยพิจารณาคัดเลือกข้อสอบที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.60–1.00 พบว่าได้แบบทดสอบที่อยู่ในเกณฑ์ความเที่ยงตรงที่ใช้ได้ จำนวน 53 ข้อ มีค่าเฉลี่ยสอดคล้องเท่ากับ 0.89

2.7 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ไปปรับปรุงแก้ไขแล้วนำไปใช้ (Try-out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนมัธยมวาริชภูมิ อำเภวาริชภูมิ จังหวัดสกลนคร สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 23 ที่เคยเรียน เรื่องการเคลื่อนที่แนวตรง ผ่านมาแล้ว จำนวน 40 คน ใช้เวลาในการทดสอบ 120 นาที นำกระดาษคำตอบที่นักเรียนตอบมาตรวจให้คะแนน โดยข้อที่ตอบถูกให้ 1 คะแนน ข้อที่ตอบผิดให้ 0 คะแนน เมื่อตรวจให้คะแนนแล้วนำมาวิเคราะห์ผล ดังนี้

2.7.1 วิเคราะห์หาค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบ (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2540, หน้า 48) โดยคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยาก ระหว่าง 0.28–0.80 และมีค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.20–0.65 จำนวน 30 ข้อ

2.7.2 วิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่น (r_{tt}) ของแบบทดสอบทั้งฉบับ โดยใช้วิธีการของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน (KR20) (บุญชม ศรีสะอาด, 2543, หน้า 89) ผลการวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่น (r_{tt}) ทั้งฉบับ มีค่าเท่ากับ 0.81 ถือว่าใช้ได้

2.8 นำแบบทดสอบที่วิเคราะห์หาคุณภาพแล้ว จำนวน 30 ข้อ ไปใช้ในการเก็บข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยต่อไป

3. แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์

แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

3.1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์ การหาค่าความเที่ยงตรง ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบ

3.2 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหา สาระสำคัญและจุดประสงค์การเรียนรู้

3.3 สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์ แบบอัตนัย จำนวน 6 ข้อ ที่มีลักษณะให้นักเรียนนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา ในสถานการณ์ที่กำหนด ตามขั้นตอนรูปแบบการสอนของโพลยา ซึ่งมี 4 ขั้นตอน คือ 1) เข้าใจปัญหา 2) วางแผน 3) ดำเนินงานตามแผน และ 4) ตรวจสอบผลงาน ผู้วิจัยได้กำหนดจำนวนข้อสอบที่ต้องการให้สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้ แสดงรายละเอียดดังตาราง 5

ตาราง 5 กำหนดจำนวนข้อสอบที่ต้องการให้สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้ ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์

เรื่อง/สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบ
1. ระยะเวลาและการกระจัด	- คำนวณหาค่าของระยะเวลาและการกระจัดจากสถานการณ์ที่กำหนดไว้	1
2. อัตราเร็ว	- คำนวณหาอัตราเร็วเฉลี่ยและอัตราเร็วขณะหนึ่งจากสถานการณ์ที่กำหนดได้	1
3. ความเร็ว	- คำนวณหาความเร็วเฉลี่ยและความเร็วขณะหนึ่งจากสถานการณ์ที่กำหนดได้	
4. การวัดอัตราเร็วของการเคลื่อนที่ในแนวตรง	- คำนวณหาอัตราเร็วเฉลี่ยและอัตราเร็วขณะหนึ่งจากจุดบนแถบกระดาษได้	1
5. ความเร่ง	- คำนวณหาความเร่ง ความเร่งเฉลี่ยและความเร่งขณะหนึ่ง จากสถานการณ์ที่กำหนดได้	1
6. การตกแบบเสรี	-	-

ตาราง 5 (ต่อ)

เรื่อง/สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบ
7. ความสัมพันธ์ระหว่างกราฟ ความเร็ว เวลา กับระยะทาง สำหรับการเคลื่อนที่ในแนวตรง	- คำนวณหาระยะทางและขนาดของการกระจัด จากพื้นที่ใต้กราฟได้	1
8. สมการสำหรับคำนวณ หาปริมาณต่าง ๆ ของการ เคลื่อนที่ในแนวตรง ด้วยความเร่งคงตัว	- คำนวณหาปริมาณต่าง ๆ ของการเคลื่อนที่ ในแนวตรงด้วยความเร่งคงตัวได้	1
รวม		6

3.4 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์ที่สร้างขึ้น
เสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ แล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ เพื่อตรวจสอบความเหมาะสม
ของภาษา ความเที่ยงตรงด้านเนื้อหา ว่าข้อสอบแต่ละข้อสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้
หรือไม่ โดยใช้เกณฑ์การประเมิน ดังนี้

+1 ถ้าแน่ใจว่าข้อคำถามมีความสอดคล้อง/ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้

0 ถ้าไม่แน่ใจว่าข้อคำถามมีความสอดคล้อง/ตรงตามจุดประสงค์

การเรียนรู้

-1 ถ้าแน่ใจว่าข้อคำถามไม่มีความสอดคล้อง/ไม่ตรงตามจุดประสงค์

การเรียนรู้

3.5 นำแบบประเมินความเหมาะสมตามแนวทางการให้คะแนนของแบบทดสอบ
วัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์ เสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ แล้วเสนอ
ต่อผู้เชี่ยวชาญ เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของการให้คะแนนเพื่อความเป็นปรนัย โดยใช้เกณฑ์
การประเมิน ดังนี้

เหมาะสมมากที่สุด เท่ากับ 5 คะแนน

เหมาะสมมาก เท่ากับ 4 คะแนน

เหมาะสมปานกลาง เท่ากับ 3 คะแนน

เหมาะสมน้อย เท่ากับ 2 คะแนน

เหมาะสมน้อยที่สุด เท่ากับ 1 คะแนน

3.6 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์ ที่ได้รับการตรวจสอบจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญ คำนวณหาค่าดัชนี ความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (IOC) ผู้วิจัยได้คัดเลือกข้อสอบ ที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.60–1.00 พบว่าได้แบบทดสอบที่เข้าเกณฑ์ จำนวน 6 ข้อ มีค่าเฉลี่ยสอดคล้อง เท่ากับ 0.93

3.7 นำแบบประเมินความเหมาะสมตามแนวทางการให้คะแนนของแบบทดสอบ วัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์ที่ผู้เชี่ยวชาญได้ตรวจสอบแล้ว มาวิเคราะห์ ค่าเฉลี่ยของแบบประเมิน มีลักษณะเป็นมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ตามวิธีของ ลิเคิร์ต (Likert) มี 5 ระดับ โดยกำหนดเกณฑ์ (บุญชม ศรีสะอาด, 2543, หน้า 100) ดังนี้

4.51–5.00	หมายถึง ระดับความเหมาะสมมากที่สุด
3.51–4.50	หมายถึง ระดับความเหมาะสมมาก
2.51–3.50	หมายถึง ระดับความเหมาะสมปานกลาง
1.51–2.50	หมายถึง ระดับความเหมาะสมน้อย
1.00–1.50	หมายถึง ระดับความเหมาะสมน้อยที่สุด

ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญพบว่า ผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็น ต่อแบบประเมินความเหมาะสมตามแนวทางการให้คะแนน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.93 อยู่ในระดับ มากที่สุด สามารถนำไปใช้ในการให้คะแนนได้

3.8 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์ ไปทดลองใช้ (Try-out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนมัธยมวาริชภูมิ อำเภวาริชภูมิ จังหวัดสกลนคร สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 23 ที่เคยเรียน เรื่องการเคลื่อนที่ แนวตรง ผ่านมาแล้ว จำนวน 40 คน ใช้เวลาในการทดสอบ 120 นาที นำกระดาษคำตอบที่ นักเรียนตอบแล้วมาตรวจให้คะแนน โดยให้คะแนนตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ แล้วนำมาวิเคราะห์ผล

3.9 วิเคราะห์หาค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบที่สร้างขึ้น เป็นรายข้อ โดยใช้สูตรของ (Whitney and Sabers, 1970 อ้างถึงใน สำราญ กำจัดภัย, 2560, หน้า 262-266) โดยคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยาก ระหว่าง 0.29–0.45 และข้อสอบ ที่มีค่าอำนาจจำแนก ระหว่าง 0.48–0.90

3.10 วิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่น ของแบบทดสอบโดยใช้สัมประสิทธิ์แอลฟา (α -Coefficient) ของครอนบัค (Cronbach) ทั้งฉบับเท่ากับ 0.83

3.11 นำแบบทดสอบที่วิเคราะห์หาคุณภาพแล้ว จำนวน 6 ข้อ ไปใช้ในการ เก็บข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยต่อไป

4. แบบวัดจิตวิทยาศาสตร์มีขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพ ดังนี้

4.1 ศึกษาคู่มือการวัดผลประเมินผลจิตวิทยาศาสตร์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546, หน้า 131-142)

4.2 ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์

4.3 วิเคราะห์จิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ต้องการวัด ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ แสดงรายละเอียดดังตาราง 6

ตาราง 6 วิเคราะห์จิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ต้องการวัดตามแผนการจัดการเรียนรู้

จิตวิทยาศาสตร์	แผนการจัดการเรียนรู้							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1. ความสนใจใฝ่รู้	√	√	√		√		√	√
2. ความรับผิดชอบ	√	√	√		√		√	√
3. ความมุ่งมั่นอดทนและเพียรพยายาม				√		√		
4. ความมีเหตุผล	√	√	√		√			
5. ความมีระเบียบและรอบคอบ				√		√	√	√
6. ความซื่อสัตย์				√				
7. ความประหยัด				√				
8. ความใจกว้าง ร่วมแสดงความคิดเห็นและรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นได้อย่างสร้างสรรค์						√		

4.4 สร้างแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ เป็นมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับของลิเคิร์ท (Likert's Rating scale) กำหนดคุณลักษณะของจิตวิทยาศาสตร์ที่ต้องการสร้างแบบวัด ซึ่งให้ครอบคลุม พฤติกรรม 8 ด้าน ประกอบด้วย 1) ความสนใจใฝ่รู้ 2) ความรับผิดชอบ 3) ความมุ่งมั่นอดทนและเพียรพยายาม 4) ความมีเหตุผล 5) ความมีระเบียบและรอบคอบ 6) ความซื่อสัตย์ 7) ความประหยัด และ 8) ความใจกว้าง ร่วมแสดงความคิดเห็นและรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นได้อย่างสร้างสรรค์

4.5 นำข้อความคุณลักษณะพฤติกรรม 8 ด้าน ไปสร้างแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ จำนวน 40 ข้อ โดยเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ตามรูปแบบของ Likert แบ่งเป็น 5 ระดับ คือ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน แสดงรายละเอียด ดังตาราง 7

ตาราง 7 เกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์

ข้อความ	เชิงนิมาน	เชิงนิเสธ
มากที่สุด	5	1
มาก	4	2
ปานกลาง	3	3
น้อย	2	4
น้อยที่สุด	1	5

4.6 นำแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นเสนอต่อที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อพิจารณาความเหมาะสม ความชัดเจนของภาษา และความสอดคล้องระหว่างข้อความกับเนื้อหา แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

4.7 นำแบบทดสอบวัดจิตวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญชุดเดิม จำนวน 5 ท่าน เพื่อประเมินความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) พิจารณาความเหมาะสม ความชัดเจนของภาษา และความสอดคล้องระหว่างข้อความกับเนื้อหา

4.8 วิเคราะห์ข้อมูล หาค่าดัชนีความสอดคล้อง เพื่อพิจารณาความเหมาะสม ความชัดเจนของภาษา และความสอดคล้องระหว่างข้อความกับเนื้อหา โดยใช้สูตรหาค่า IOC (Index of Item Objective Congruence) (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, หน้า 63) เพื่อหาผลรวมคะแนนของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ยดัชนีความสอดคล้อง และพิจารณาคัดเลือกแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.60–1.00 มีค่าเฉลี่ยสอดคล้องเท่ากับ 0.96 เป็นแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ที่อยู่ในเกณฑ์ความเที่ยงตรงที่ใช้ได้

4.9 นำแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ที่แก้ไขแล้วไปใช้ (Try-out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนมัธยมวาริชภูมิ อำเภวาริชภูมิ จังหวัดสกลนคร สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 23 จำนวน 40 คน ซึ่งเป็นนักเรียนกลุ่มเดียวกับที่ทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์

4.10 นำผลมาวิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนกโดยใช้วิธี Item total Correlation แล้วพิจารณาคัดเลือกแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ที่มีค่าอำนาจจำแนก ระหว่าง 0.22–0.72

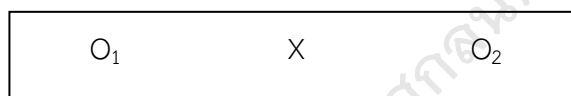
4.11 นำผลมาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ทั้งฉบับ โดยใช้วิธีการหาสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach) (บุญชม ศรีสะอาด, 2553, หน้า 117) ได้ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ เท่ากับ 0.92

4.12 นำแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ที่วิเคราะห์หาคุณภาพแล้ว ไปใช้ในการเก็บข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยต่อไป

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. แบบแผนการทดลอง

แบบแผนการทดลองใช้รูปแบบการทดลองกลุ่มเดียว และมีการวัดก่อนการทดลอง 1 ครั้ง และหลังการทดลอง 1 ครั้ง (One Group Pretest Posttest Design) เขียนเป็นรูปแบบการทดลองดังนี้



O_1 หมายถึง การทดสอบวัดผลสมรรถิ์ทางการเรียน วัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและการวัดจิตวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่แนวตรง โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ร่วมกับรูปแบบการสอนของโพลยา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

X หมายถึง การทดลองการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่แนวตรง โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ร่วมกับรูปแบบการสอนของโพลยา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

O_2 หมายถึง การทดสอบวัดผลสมรรถิ์ทางการเรียน วัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและการวัดจิตวิทยาศาสตร์ หลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่แนวตรง โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ร่วมกับรูปแบบการสอนของโพลยา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

2. ขั้นตอนดำเนินการทดลอง

ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 40 คน โรงเรียนมัธยมวาริชภูมิ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 23 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 8 แผนการจัดการเรียนรู้ ใช้เวลาทั้งหมด 18 ชั่วโมง ระยะเวลา 6 สัปดาห์ ๆ ละ 3 ชั่วโมง ไม่นับรวมการสอบก่อนเรียนและหลังเรียน โดยผู้วิจัยดำเนินการทดลองด้วยตนเองตามขั้นตอน ดังนี้

4.1 ผู้วิจัยให้นักเรียนทำการทดสอบก่อนเรียนด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์ และแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ แล้วบันทึกคะแนนก่อนเรียนเก็บไว้ เพื่อเปรียบเทียบกับคะแนนสอบหลังเรียน

4.2 ดำเนินการทดลองสอนตามกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่แนวตรง โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ร่วมกับรูปแบบการสอนของโพลยา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เป็นกลุ่มทดลอง

4.3 หลังจากการทดลองสิ้นสุดลงจึงดำเนินการสอบหลังเรียนด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์ และแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นชุดเดียวกันกับใช้ทดสอบก่อนเรียน เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์ และจิตวิทยาศาสตร์

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่แนวตรง โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ร่วมกับรูปแบบการสอนของโพลยา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามเกณฑ์ 75/75

2. วิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้สถิติ t-test ชนิด Dependent Samples

3. วิเคราะห์เปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้สถิติ t-test ชนิด Dependent Samples

4. วิเคราะห์เปรียบเทียบจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้สถิติ t-test ชนิด Dependent Samples และวิเคราะห์ระดับจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน โดยเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยกับเกณฑ์การแปลความหมาย ดังนี้

ค่าเฉลี่ย	ระดับจิตวิทยาศาสตร์
4.51-5.00	มากที่สุด
3.51-4.50	มาก
2.51-3.50	ปานกลาง
1.51-2.50	น้อย
1.00-1.50	น้อยที่สุด

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติพื้นฐาน

1.1 ร้อยละ (Percentage) เป็นการเทียบความถี่หรือจำนวนที่ต้องการกับความถี่หรือจำนวนทั้งหมดที่เทียบเป็น 100 จากสูตรต่อไปนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, หน้า 101)

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

เมื่อ P แทน ร้อยละ

f แทน ความถี่ของคะแนนที่ต้องการแปลงให้เป็นร้อยละ

N แทน จำนวนความถี่ทั้งหมด

1.2 ค่าเฉลี่ย (mean) คำนวณจากสูตรต่อไปนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, หน้า 102)

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

เมื่อ \bar{X} แทน ค่าคะแนนเฉลี่ย

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มทดลอง

1.3 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) เป็นสูตรที่ใช้เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานก่อนสอนและหลังสอน โดยคำนวณได้จากสูตร (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, หน้า 106-108)

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

เมื่อ $S.D.$ แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

X แทน ข้อมูลหรือคะแนนแต่ละตัว

N แทน จำนวนข้อมูลหรือคะแนนทั้งหมด

\sum แทน ผลรวม

2. สถิติตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัย

2.1 ค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC พิจารณาจากค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์กับเนื้อหา หรือระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ (Index of item objective congruence) ของกิจกรรมการเรียนรู้ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบทดสอบวัดความสามารถ

ในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์และแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ โดยวิธีของโรวินेलลี (Rovinelli) และอาร์เค แฮมเบิลตัน (R.K. Hambleton) (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, หน้า 63)

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

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่าง จุดประสงค์กับเนื้อหา
หรือระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์

$\sum X$ แทน ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

2.2 หาค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คำนวณจากสูตรต่อไปนี้ (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2540, หน้า 98)

$$p = \frac{R_U + R_L}{N}$$

$$r = \frac{R_U - R_L}{N/2}$$

เมื่อ p แทน ค่าความยากง่ายของแบบทดสอบ

r แทน ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ

R_U แทน จำนวนคนที่ตอบถูกในกลุ่มสูง

R_L แทน จำนวนคนที่ตอบถูกในกลุ่มต่ำ

N แทน จำนวนคนทั้งในกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ

2.3 หาค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบอัตนัย โดยใช้สูตร (Whitney and Sabers, 1970 อ้างถึงใน สำราญ กำจัดภัย, 2560, หน้า 262-265)

$$p = \frac{(S_H + S_L) - (N_T)(X_{\min})}{N_T(X_{\max} - X_{\min})}$$

$$D = \frac{S_H - S_L}{N_H(X_{\max} - X_{\min})} \quad \text{หรือ} \quad D = \frac{S_H - S_L}{N_L(X_{\max} - X_{\min})}$$

เมื่อ p แทน ดัชนีความยากของข้อสอบที่ต้องการหาค่า

D แทน ดัชนีอำนาจจำแนกของข้อสอบที่ต้องการหาค่า

S_H แทน ผลรวมของคะแนนกลุ่มสูงในข้อสอบข้อนั้น

S_L แทน ผลรวมของคะแนนกลุ่มต่ำในข้อสอบข้อนั้น

X_{\max} แทน คะแนนสูงสุดที่ทั้งสองกลุ่มทำได้

X_{\min} แทน คะแนนต่ำสุดที่ทั้งสองกลุ่มทำได้

- N_T แทน จำนวนผู้สอบทั้งกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำรวมกัน
 N_H แทน จำนวนผู้สอบทั้งหมดในกลุ่มสูง
 N_L แทน จำนวนผู้สอบทั้งหมดในกลุ่มต่ำ และ $N_H = N_L$

2.4 หาอำนาจจำแนกของแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ โดยวิธี Item total Correlation คำนวณโดยใช้สูตรสหสัมพันธ์อย่างง่ายของเพียร์สัน ดังนี้

$$r_{XY} = \frac{N\sum XY - \sum X\sum Y}{\sqrt{[N\sum X^2 - (\sum X)^2][N\sum Y^2 - (\sum Y)^2]}}$$

- เมื่อ X แทน คะแนนรวม
 Y แทน คะแนนรายข้อ
 N แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

2.5 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ (r_{tt}) ทั้งฉบับของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ตามวิธีของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson) โดยใช้สูตร KR-20 ของ Kuder Richardson 20 (บุญชม ศรีสะอาด, 2543, หน้า 104) ดังนี้

$$r_{tt} = \frac{n}{n-1} \left\{ 1 - \frac{\sum pq}{s_1^2} \right\}$$

- เมื่อ r_{tt} แทน ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
 n แทน จำนวนข้อสอบ
 p แทน สัดส่วนของคนที่ทำถูกในแต่ละข้อ
 q แทน สัดส่วนของคนที่ทำผิดในแต่ละข้อ คือ $1 - p$
 s_1^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนทั้งฉบับ

โดย
$$s_1^2 = \frac{N\sum X^2 - (\sum X)^2}{N^2}$$

- เมื่อ X แทน คะแนนของนักเรียน
 N แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

2.6 ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์ทั้งฉบับ ตามวิธีของครอนบัค (Cronbach) โดยใช้วิธีการหาสัมประสิทธิ์แอลฟา (α -Coefficient) (บุญชม ศรีสะอาด, 2553, หน้า 117) ดังนี้

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left\{ 1 - \frac{\sum s_i^2}{s_t^2} \right\}$$

- เมื่อ α แทน ค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาในที่นี้คือค่าความเชื่อมั่น
 k แทน จำนวนข้อของแบบทดสอบ
 $\sum s_i^2$ แทน ผลรวมของความแปรปรวนของแบบทดสอบรายข้อ
 s_t^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนแบบทดสอบทั้งฉบับ

3. สถิติตรวจสอบประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้

การวิเคราะห์เพื่อหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่แนวตรง โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ร่วมกับรูปแบบการสอนของโพลยา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้สูตร E_1/E_2 ซึ่ง E_1 เป็นประสิทธิภาพของกระบวนการ และ E_2 เป็นประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (เผชญิ กิจระการ, 2544, หน้า 44-51) ดังนี้

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

- เมื่อ E_1 แทน ประสิทธิภาพของกระบวนการ
 $\sum X$ แทน คะแนนรวมของแบบฝึกหัด หรือของแบบทดสอบย่อย
 ทุกชุดของผู้เรียนทั้งหมด
 A แทน คะแนนเต็มของแบบฝึกหัดทุกชุดรวมกัน
 N แทน จำนวนผู้เรียนทั้งหมด

$$E_2 = \frac{\sum X}{B} \times 100$$

- เมื่อ E_2 แทน ประสิทธิภาพของผลลัพธ์
 $\sum X$ แทน คะแนนรวมของแบบทดสอบหลังเรียนของผู้เรียนทั้งหมด
 B แทน คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน
 N แทน จำนวนผู้เรียนทั้งหมด

4. สถิติตรวจสอบสมมติฐาน

สมมติฐานข้อที่ 2, 3 และ 4 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการแก้ปัญหา วิชาฟิสิกส์และจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ที่ได้รับการสอนโดยกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่แนวตรง โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ร่วมกับรูปแบบ การสอนของโพลยา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน โดยใช้ t-test แบบไม่อิสระ (Dependent Sample) คำนวณจากสูตร (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, หน้า 112–118)

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

เมื่อ t แทน ค่าสถิติที่จะใช้เปรียบเทียบกับค่าวิกฤต จากตารางการแจก

แจกปกติ เพื่อทราบความมีนัยสำคัญ

D แทน ค่าผลต่างระหว่างคะแนนแต่ละคู่

n แทน จำนวนกลุ่มตัวอย่างหรือจำนวนคู่คะแนน