

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ และเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการสอนโดยการจัดการเรียนแบบร่วมมือด้วยเทคนิคแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ และการสอนตามปกติ เป็นการวิจัยเชิงทดลองซึ่งจะนำเสนอรายละเอียดดังหัวข้อต่อไปนี้

1. ขั้นตอนของการวิจัย
2. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. การเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การวิเคราะห์ข้อมูล
6. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ขั้นตอนของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้แบ่งขั้นตอนการดำเนินงาน ดังนี้

1. เลือกเลือกหน่วยการเรียนรู้
 - 1.1 วิเคราะห์หลักสูตรจากหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544 จัดทำโดย กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนนครสวรรค์
 - 1.2 เลือกเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จากหนังสือเรียนและหนังสือประกอบอื่นๆ ได้แก่ เรื่อง การเคลื่อนที่แนวตรง
 - 1.3 กำหนดหน่วยการเรียนการสอน ในขั้นนี้ผู้วิจัยจะเริ่มจากการศึกษาวิธีวิเคราะห์หลักสูตร ศึกษาเอกสารและตำราที่เกี่ยวข้องกับวิชาฟิสิกส์ จากนั้นจึงจัดทำตารางวิเคราะห์เนื้อหา แล้วจัดแบ่งเนื้อหาในเรื่องที่กำหนดคือ เรื่อง การเคลื่อนที่แนวตรง
 - 1.4 กำหนดจุดประสงค์ปลายทาง ให้สอดคล้องกับจุดประสงค์หลักสูตรของรายวิชาและของคำอธิบายรายวิชา

2. ออกแบบการเรียนการสอน

2.1 กำหนดจุดประสงค์นำทาง

2.2 กำหนดสาระสำคัญ

2.3 จัดเลือกกิจกรรมการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับจุดประสงค์นำทางและสาระสำคัญ โดยใช้กิจกรรมการสอนโดยการจัดการเรียนแบบร่วมมือด้วยเทคนิคแบ่งกลุ่ม ผลสัมฤทธิ์ และการสอนตามปกติ

2.4 เตรียมจัดและทำสื่อการเรียนการสอน ได้แก่ วัสดุ อุปกรณ์ เครื่องฉาย ภาพข้ามศีรษะ แผ่นโปรงใส แบบฝึกหัด และกิจกรรมการเรียนรู้ที่ครูและนักเรียนต้องใช้

3. สร้างและพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีเครื่องมือที่ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างและพัฒนา ดังนี้

3.1 แผนการสอนซึ่งมี 2 ฉบับ คือ แผนการสอนโดยการจัดการเรียนแบบร่วมมือด้วยเทคนิคแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์และแผนการสอนที่ใช้การสอนตามปกติ

3.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์

3.3 แบบวัดเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์

4. นำเครื่องมือที่สร้างขึ้นไปหาคุณภาพของเครื่องมือ

5. นำไปทดลองใช้

6. วิเคราะห์ข้อมูลและรายงานผลการทดลองใช้

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2546 ของโรงเรียนนครสวรรค์ อำเภอเมืองนครสวรรค์ จังหวัดนครสวรรค์ จำนวน 624 คน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของโรงเรียนนครสวรรค์ อำเภอเมืองนครสวรรค์ จังหวัดนครสวรรค์ ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2546 จำนวน 2 ห้องเรียน นักเรียนจำนวน 87 คน และดำเนินการสุ่มตัวอย่างดังนี้

1. นำผลคะแนนสอบปลายภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2546 ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 วิชาฟิสิกส์ จำนวน 15 ห้องเรียน โรงเรียนนครสวรรค์ มาทำการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนชนิดทางเดียว (One – way analysis of variance)

ผลการวิเคราะห์พบว่า คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนแตกต่างกัน ทำการทดสอบต่อว่ามีห้องเรียนคู่ใดที่แตกต่างกัน โดยใช้การเปรียบเทียบพหุคูณ (Multiple comparison test) ด้วยการทดสอบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญน้อยที่สุด (Least Significant Differencetest : LSD) จากการทดลองพบว่ามีจำนวนนักเรียน 11 คู่ ที่นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยไม่แตกต่างกันในห้องเรียนที่ไม่แตกต่างกันมา 1 คู่ โดยการสุ่มอย่างง่ายด้วยวิธีการจับฉลาก ได้ห้อง ม.4/5 และ ม.4/9

การทดสอบใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติเพื่อการวิจัยทางสังคมศาสตร์ (SPSS : Statistics Package for Social/for Window)

2. ทำการสุ่มครั้งที่ 2 โดยการสุ่มอย่างง่ายด้วยวิธีการจับฉลาก ได้ห้อง ม.4/5 เป็นกลุ่มทดลอง และ ม.4/9 เป็นกลุ่มควบคุม

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้มีเครื่องมือ 3 ฉบับ ได้แก่

1. แผนการสอนที่ได้รับการสอนโดยการจัดการเรียนแบบร่วมมือด้วยเทคนิคแบ่งกลุ่มผลประโยชน์และแผนการสอนตามปกติ
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องการเคลื่อนที่แนวตรง
3. แบบวัดเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์

การสร้างและพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยแต่ละฉบับมีรายละเอียด ดังนี้

1. แผนการสอน

แผนการสอนที่ผู้วิจัยได้สร้างและพัฒนาขึ้นมี 2 ฉบับ ได้แก่ แผนการสอนที่สอนโดยการจัดการเรียนแบบแบบร่วมมือด้วยเทคนิคแบ่งกลุ่มผลประโยชน์และแผนการสอนที่สอนตามปกติ ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

1.1 ลักษณะของแผนการสอน

1.1.1 แผนการสอนโดยการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคแบ่งกลุ่มผลประโยชน์

เป็นแผนการสอน จำนวน 5 แผน จำนวน 18 คาบ คาบละ 50 นาที
วิชาฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง การเคลื่อนที่แนวตรง แบ่งออกได้ดังนี้

- (1) แผนการสอนที่ 1 เรื่อง ตำแหน่งและการกระจัด (จำนวน 2 คาบ)
- (2) แผนการสอนที่ 2 เรื่อง ความเร็ว (จำนวน 4 คาบ)
- (3) แผนการสอนที่ 3 เรื่อง อัตราเร่ง (จำนวน 4 คาบ)
- (4) แผนการสอนที่ 4 เรื่อง ความเร่ง (จำนวน 4 คาบ)
- (5) แผนการสอนที่ 5 เรื่อง ความเร่งลงตัวหรือความเร่งสม่ำเสมอ (จำนวน 4 คาบ)

แผนการสอนแต่ละแผนมีองค์ประกอบที่สำคัญ ดังนี้

1. ส่วนสำคัญที่ประกอบด้วย ชื่อรายวิชา ชั้นที่สอน ชื่อเรื่อง จำนวนคาบ
2. จุดประสงค์การเรียนรู้ แบ่งออกเป็นจุดประสงค์ปลายทางและจุดประสงค์นำทาง
3. เนื้อหา เป็นขอบข่ายเนื้อหาที่สอนโดยสังเขป
4. กิจกรรมการเรียนการสอน
 - 4.1 ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน
 - 4.2 ขั้นนำเสนอเนื้อหา
 - 4.3 ขั้นทำงานกลุ่ม
 - 4.4 ขั้นทดสอบย่อย
 - 4.5 ขั้นตรวจสอบคะแนนพัฒนาการและรับรองผลงาน
5. สื่อการเรียนการสอน
6. การวัดผลและประเมินผล

1.1.2 แผนการสอนตามปกติ

เป็นแผนการสอนที่สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้จัดทำขึ้นเพื่อเป็นแนวทางให้ครูผู้สอนได้ใช้หรือปรับปรุงให้เหมาะสมกับความสามารถของผู้เรียน ผู้วิจัยได้แบ่งแผนการสอนตามปกติออกเป็นจำนวน 5 แผน จำนวน 18 คาบ คาบละ 50 นาที
วิชาฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง การเคลื่อนที่แนวตรง แบ่งออกได้ดังนี้

- (1) แผนการสอนที่ 1 เรื่อง ตำแหน่งและการกระจัด (จำนวน 2 คาบ)
- (2) แผนการสอนที่ 2 เรื่อง ความเร็ว (จำนวน 4 คาบ)
- (3) แผนการสอนที่ 3 เรื่อง อัตราเร่ง (จำนวน 4 คาบ)
- (4) แผนการสอนที่ 4 เรื่อง ความเร่ง (จำนวน 4 คาบ)
- (5) แผนการสอนที่ 5 เรื่อง ความเร่งลงตัวหรือความเร่งสม่ำเสมอ (จำนวน 4 คาบ)

แผนการสอนแต่ละแผนมีองค์ประกอบที่สำคัญ ดังนี้

1. ส่วนสำคัญที่ประกอบด้วย ชื่อรายวิชา ชั้นที่สอน ชื่อเรื่อง จำนวนคาบ
2. จุดประสงค์การเรียนรู้ แบ่งออกเป็นจุดประสงค์ปลายทางและจุดประสงค์นำทาง
3. เนื้อหา เป็นขอบข่ายเนื้อหาที่สอนโดยสังเขป
4. กิจกรรมการเรียนการสอน
 - 4.1 ขั้นสร้างความสนใจ
 - 4.2 ขั้นสำรวจและค้นคว้า
 - 4.3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป
 - 4.4 ขั้นขยายความรู้
 - 4.5 ขั้นประเมินผล
5. สื่อการเรียนการสอน
6. การวัดผลและประเมินผล

1.2 การสร้างแผนการสอน

แผนการสอนวิชาฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง การเคลื่อนที่แนวตรง
ผู้วิจัยดำเนินการสร้างดังนี้

- (1) ศึกษาและวิเคราะห์จุดประสงค์กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ วิชาฟิสิกส์ คำอธิบายรายวิชาฟิสิกส์ ในหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 จัดทำโดยกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนนครสวรรค์
- (2) ศึกษาเอกสารและตำราที่เกี่ยวข้องกับวิชาฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่แนวตรง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

(3) สร้างตารางวิเคราะห์และจัดแบ่งเนื้อหา จุดประสงค์นำทาง และ จุดประสงค์ปลายทาง

(4) ศึกษากระบวนการจัดการเรียนการสอนแบบร่วมมือโดยเทคนิค แบ่งกลุ่มผลประโยชน์ จากตำรา เอกสารต่าง ๆ วิทยานิพนธ์ และคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญ

(5) จัดทำแผนการสอนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่แนวตรง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ใช้การสอนโดยการจัดการเรียนแบบร่วมมือด้วยเทคนิคแบ่งกลุ่มผลประโยชน์ และแผนการสอนที่ใช้การสอนตามปกติ จำนวน 5 แผน เวลา 18 คาบ คาบละ 50 นาที (ดังแสดงในภาคผนวก ข หน้า 110)

1.3 การตรวจสอบคุณภาพของแผนการสอน

ผู้วิจัยดำเนินการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ ดังนี้

(1) นำแผนการสอนที่เขียนเสร็จแล้วไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน คือ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชะยันต์ อินเล็ก อาจารย์ประจำภาควิชาฟิสิกส์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ นายปกิจ สังศิริ อาจารย์ประจำภาควิชาฟิสิกส์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ นางพรณี คิ้วมหาสอน อาจารย์ 3 ระดับ 9 โรงเรียนนครสวรรค์ ตรวจสอบความเหมาะสมของแผนการสอน โดยใช้แบบประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งเป็นแบบประเมินความคิดเห็นชนิดมาตราส่วนประมาณค่า (rating scale) ผู้เชี่ยวชาญจะพิจารณาแผนการสอนและข้อความโดยมีเกณฑ์ในการพิจารณาดังนี้

ให้คะแนน	5	หมายถึง	เหมาะสมมาก
ให้คะแนน	4	หมายถึง	เหมาะสมค่อนข้างมาก
ให้คะแนน	3	หมายถึง	เหมาะสมปานกลาง
ให้คะแนน	2	หมายถึง	เหมาะสมค่อนข้างน้อย
ให้คะแนน	1	หมายถึง	เหมาะสมน้อย

และตอนท้ายเป็นแบบปลายเปิดมิไว้ให้ผู้เชี่ยวชาญให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการปรับปรุงแผนการสอน

(2) นำคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญมาหาค่าเฉลี่ย และ ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) โดยใช้เกณฑ์การประเมินดังนี้

ช่วงคะแนน	4.51 – 5.00	หมายถึง	เหมาะสมอย่างยิ่ง
ช่วงคะแนน	3.51 – 4.50	หมายถึง	เหมาะสมค่อนข้างมาก
ช่วงคะแนน	2.51 – 3.50	หมายถึง	เหมาะสมปานกลาง
ช่วงคะแนน	1.51 – 2.50	หมายถึง	เหมาะสมค่อนข้างน้อย
ช่วงคะแนน	1.00 – 1.50	หมายถึง	เหมาะสมน้อย

นำคะแนนประเมินของผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน มาหาค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ถ้าค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) มีค่าตั้งแต่ 3.51 ขึ้นไป และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ไม่เกิน 1.00 ถือได้ว่า แผนการสอนมีความเหมาะสม (นวลศรี ชำนาญกิจ, 2544 : 47, กาญจนา วัฒนา. 2544 : 116)

ผลการประเมินแผนการสอนของผู้เชี่ยวชาญ เมื่อพิจารณาแต่ละแผนการสอน พบว่าได้ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญตั้งแต่ 4.53 ถึง 4.61 และ ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ ตั้งแต่ 0.44 ถึง 0.53 ซึ่งน้อยกว่า 1.00 แสดงว่า ผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นสอดคล้องกันว่า แผนการสอนแต่ละแผนมีความเหมาะสมมาก และเมื่อพิจารณาโดยภาพรวมพบว่า ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเท่ากับ 4.58 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเท่ากับ 0.51 ซึ่งน้อยกว่า 1.00 แสดงว่า ผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นสอดคล้องกันว่า แผนการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีความเหมาะสมมาก (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ง หน้า 81)

(3) นำแผนการสอนมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ดังนี้

แผนการสอนที่ 1	แก้ไขรูปการหาขนาดของการกระจัด โดยการวัดให้เป็นมาตราส่วน แก้ไขระยะกระจัด เป็น การกระจัด
แผนการสอนที่ 2	แก้ไขหน่วยของความยาวจาก ซม. เป็น เซนติเมตร จากโจทย์ตัวอย่าง แก้ไขบัตรกิจกรรมที่ 2 และที่ 3 เพิ่มช่องว่าง เพื่อให้ให้นักเรียนได้คิดคำตอบ
แผนการสอนที่ 5	แก้ไขสูตรเป็น $V = V_0 + a_0 t$

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์

2.1 ลักษณะของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์

เป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง การเคลื่อนที่แนวตรง ลักษณะของเครื่องมือมีดังนี้

(1) เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 26 ข้อ ใช้เวลา 60 นาที

(2) เกณฑ์การให้คะแนนในแต่ละข้อเป็นดังนี้

ถ้าตอบถูก ให้ข้อละ 1 คะแนน

ถ้าตอบผิดหรือไม่ตอบ ให้ข้อละ 0 คะแนน

2.2 การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง การเคลื่อนที่แนวตรง ผู้วิจัยดำเนินการสร้างดังนี้

(1) ศึกษาวิธีการสร้างแบบทดสอบจากเอกสารและหนังสือที่เกี่ยวข้องกับการวัดผลประเมินผล และการสร้างแบบทดสอบ ได้แก่หนังสือเกี่ยวกับขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ของบุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์ (2535 : 51-61) หนังสือเกี่ยวกับวิธีเขียนข้อสอบแบบนำหลักวิชาไปใช้และข้อสอบแบบการแก้ปัญหาของ ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ (2543 : 144-149)

(2) วิเคราะห์จุดประสงค์และเนื้อหาเรื่อง การเคลื่อนที่แนวตรง สร้างตารางวิเคราะห์เพื่อสร้างแบบทดสอบให้มีความเที่ยงตรงตามเนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้ และพฤติกรรมที่ต้องการวัด ได้จุดประสงค์การเรียนรู้จำนวน 13 ข้อตามรายละเอียดของเนื้อหาคือ

เรื่องตำแหน่งและการกระจัด จำนวน 5 ข้อ

เรื่องความเร็ว จำนวน 2 ข้อ

เรื่องอัตราเร็ว จำนวน 2 ข้อ

เรื่องความเร่ง จำนวน 2 ข้อ

เรื่องความเร่งคงตัวและความเร่งสม่ำเสมอ จำนวน 2 ข้อ

(3) กำหนดสัดส่วนความสำคัญ และจำนวนข้อสอบในแต่ละจุดประสงค์การเรียนรู้ ตามแผนการสอน โดยกำหนดตามเนื้อหาได้ข้อสอบจำนวน 26 ข้อดังนี้

เรื่องตำแหน่งและการกระจัด จำนวน 10 ข้อ

เรื่องความเร็ว	จำนวน 4 ข้อ
เรื่องอัตราเร็ว	จำนวน 4 ข้อ
เรื่องความเร่ง	จำนวน 4 ข้อ
เรื่องความเร่งคงตัวและความเร่งสม่ำเสมอ	จำนวน 4 ข้อ

4. สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามจุดประสงค์การเรียนรู้ และพฤติกรรมที่ต้องการวัดตามสัดส่วนที่ได้กำหนดไว้เป็นข้อสอบแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 50 ข้อ

2.3 การตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์

ผู้วิจัยดำเนินการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือดังนี้

(1) นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน คือ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชะยันต์ อินเล็ก อาจารย์ประจำภาควิชาฟิสิกส์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ นายปกิจ สังศิริ อาจารย์ประจำภาควิชาฟิสิกส์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ นางพรณี ค้วงมหาสอน อาจารย์ 3 ระดับ 9 โรงเรียนนครสวรรค์ ตรวจสอบเพื่อทำการพิจารณาความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์กับข้อสอบ โดยกำหนดเกณฑ์ในการพิจารณาและให้คะแนนดังนี้

ถ้าแน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดได้ตรงจุดประสงค์ ให้คะแนนเท่ากับ 1

ถ้าแน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดไม่ตรงจุดประสงค์ ให้คะแนนเท่ากับ -1

ถ้าไม่แน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดได้ตรงตามจุดประสงค์หรือไม่ ให้คะแนนเท่ากับ 0

จากนั้นนำความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญมาคำนวณหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ถ้าค่าดัชนีความสอดคล้องมีค่าตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป แสดงว่าข้อสอบนั้นมีความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์กับข้อสอบ

จากการคำนวณพบว่า ข้อสอบแบบปรนัยจำนวน 50 ข้อ มีค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.67 – 1.00 แสดงว่าผู้เชียวชาญมีความคิดเห็นว่า แบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมามีความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์กับข้อสอบ (ผลการประเมินแสดงในภาคผนวก ง หน้า 83– 84)

(2) นำแบบทดสอบไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างที่เคยเรียนเรื่อง การเคลื่อนที่แนวตรง มาแล้ว จำนวน 38 คน แล้วนำคะแนนที่ได้มาหาค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) โดยใช้เทคนิค 33 % จากนั้นคัดเลือกข้อที่มีค่าความยากง่าย (P) ตั้งแต่ 0.20 ถึง 0.80 และค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป

จากการคำนวณพบว่า ข้อสอบจำนวน 50 ข้อ มีความยากง่าย (P) ตั้งแต่ 0.225 ถึง 0.825 และค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.050 ถึง 0.850 (ผลการคำนวณแสดงใน ภาคผนวก ง หน้า 85 – 86)

(3) นำข้อสอบมาคัดเลือก เนื่องจากข้อสอบจำนวน 50 ข้อ ต้องใช้เวลาสอบ ประมาณ 2 ชั่วโมง ผู้เชี่ยวชาญแนะนำให้ลดจำนวนของข้อสอบลงโดยพิจารณาแบบทดสอบ ทีละข้อ โดยคัดเลือกข้อสอบข้อที่มีค่าความยากง่าย (P) ใกล้เคียง 0.50 และค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป พร้อมทั้งตรวจสอบว่าครบตามจุดประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่ ต่อจากนั้นคัดเลือก ข้อสอบไว้จำนวน 26 ข้อ

(4) นำข้อสอบที่คัดเลือกแล้วไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เคยเรียนเรื่อง การเคลื่อนที่แนวตรง จำนวน 40 คน อีกครั้งหนึ่ง เพื่อนำมาหาค่าความเที่ยง (r_{tt}) ของแบบทดสอบ โดยใช้สูตร คูเดอร์ – ริชาร์ดสัน 20 (Kuder – Richardson 20) หรือ KR – 20

จากการคำนวณพบว่าแบบทดสอบมีค่าความเที่ยง 0.63 (ผลการคำนวณ แสดงในตารางที่ 6 ภาคผนวก ง หน้า 87 – 88)

3. แบบวัดเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยได้ปรับปรุงแบบวัดเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ จากแบบวัดเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ ของยุทธนา สเลานนท์ (2533 : 176 – 178) ให้ครอบคลุมองค์ประกอบของเจตคติ ซึ่งมี องค์ประกอบ 3 ด้าน คือ ด้านสติปัญญา ด้านความรู้สึก และด้านพฤติกรรม และผู้เชี่ยวชาญให้ คำแนะนำเกี่ยวกับข้อกระหังความ เหลือจำนวน 20 ข้อ ดังแสดงผลการประเมินแบบวัดเจตคติต่อ วิชาวิทยาศาสตร์โดยผู้เชี่ยวชาญ (ดูรายละเอียดในตารางที่ 7 ภาคผนวก ง หน้า 90) และหาค่าอำนาจ จำแนก (t) ของแบบวัดเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ จำนวน 20 ข้อ (ดูรายละเอียดในตารางที่ 8 ภาคผนวก ง หน้า 91)

3.1 ลักษณะของแบบวัดเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์

แบบวัดเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ มีจำนวน 20 ข้อ ใช้เวลา 30 นาที เป็น แบบสอบถามที่วัดความรู้สึกของนักเรียนที่มีต่อวิชาฟิสิกส์ โดยแบบวัดเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ นี้ครอบคลุมพฤติกรรมที่สนองตอบต่อวิชาฟิสิกส์ โดยเห็นประโยชน์สำคัญของวิชาฟิสิกส์ รวมทั้งการมีส่วนร่วมในการเรียนวิชานี้ แบบวัดนี้เป็นข้อความทั้งทางนิมานและทางนิเสธ ใช้ มาตรฐานประมาณค่า (rating scale) โดยให้ระดับคะแนนดังนี้

	ข้อความนิมิต (ทางบวก)	ข้อความนิเสธ (ทางลบ)
เห็นด้วยอย่างยิ่ง	5	1
เห็นด้วย	4	2
ไม่แน่ใจ	3	3
ไม่เห็นด้วย	2	4
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	1	5

3.2 การสร้างแบบวัดเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์

แบบวัดเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยดำเนินการสร้างดังนี้

- (1) ศึกษาเอกสาร ตำรา งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ ได้แก่ หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 เอกสารประกอบหลักสูตร คู่มือครู แบบเรียน เอกสารประกอบการเรียน ปัญหาในการเรียนการสอนฟิสิกส์ หนังสือเกี่ยวกับการออกแบบ และการสร้างแบบวัดเจตคติของ ภัทธา นิคมานนท์ (2537 : 45 – 55) ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ของ ประศาสตร์ พวงพะกา (2531 : 178) และผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ ของ ยุทธนา สเลตานนท์ (2533 : 176 – 178)
- (2) เขียนข้อกระทงแบบวัดเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ โดยพัฒนาจากรูปแบบวัดเจตคติด้วยเทคนิคลิเคิร์ท และล้วน สายยศ (ล้วน สายยศและคณะ. 2543 : 84 – 98) โดยใช้มาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ
- (3) สร้างแบบวัดเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ จำนวน 20 ข้อ

3.3 การตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบวัดเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยดำเนินการตรวจสอบคุณภาพของแบบวัดเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ ดังนี้

- (1) นำแบบวัดเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน คือ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชะยันต์ อินเล็ก อาจารย์ประจำภาควิชาฟิสิกส์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ นายปกิจ สังศิริ อาจารย์ประจำภาควิชาฟิสิกส์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ นางพรณี คิ้วมहाสอน อาจารย์ 3 ระดับ 9 โรงเรียนนครสวรรค์ ตรวจสอบความเหมาะสมของแบบวัดเจตคติต่อวิชา

วิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งเป็นแบบประเมินความคิดเห็นชนิดมาตราส่วน
ประมาณค่า ผู้เชี่ยวชาญจะพิจารณาแบบวัดเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์และข้อกระทงทีละข้อ
โดยมีเกณฑ์ในการพิจารณาดังนี้

ให้คะแนน	5	หมายถึง	เหมาะสมมาก
ให้คะแนน	4	หมายถึง	เหมาะสมค่อนข้างมาก
ให้คะแนน	3	หมายถึง	เหมาะสมปานกลาง
ให้คะแนน	2	หมายถึง	เหมาะสมค่อนข้างน้อย
ให้คะแนน	1	หมายถึง	เหมาะสมน้อย

ตอนท้ายเป็นแบบปลายเปิดมิไว้ให้ผู้เชี่ยวชาญให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม
เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการปรับปรุงแบบวัดเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์

(2) นำคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญมาหาค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และ
ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) โดยใช้เกณฑ์การประเมินดังนี้

ช่วงคะแนน	4.51 – 5.00	หมายถึง	เหมาะสมมาก
ช่วงคะแนน	3.51 – 4.50	หมายถึง	เหมาะสมค่อนข้างมาก
ช่วงคะแนน	2.51 – 3.50	หมายถึง	เหมาะสมปานกลาง
ช่วงคะแนน	1.51 – 2.50	หมายถึง	เหมาะสมค่อนข้างน้อย
ช่วงคะแนน	1.00 – 1.50	หมายถึง	เหมาะสมน้อย

นำคะแนนประเมินของผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน มาหาค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และ
ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ถ้าค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) มีค่าตั้งแต่ 3.51 ขึ้นไป และมีค่าส่วนเบี่ยงเบน
มาตรฐาน (S.D.) ไม่เกิน 1.00 ถือได้ว่า แบบวัดเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์มีความเหมาะสม
(นวลศรี ชำนาญกิจ, 2544 : 47, กาญจนา วัฒนา, 2544 : 116)

จากการคำนวณพบว่าได้ค่าเฉลี่ยรายข้อตั้งแต่ 4.00 ถึง 5.00 และ
ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานรายข้อตั้งแต่ 0.00 ถึง 0.58 และเมื่อหาค่าเฉลี่ยรวมและค่าส่วนเบี่ยงเบน
มาตรฐานของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อแบบวัดเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ทั้งฉบับ
ได้ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 4.55 และ 0.52 ตามลำดับ (ดูรายละเอียดในตารางที่ 7
ภาคผนวก ง หน้า 90) แสดงว่าผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นสอดคล้องกันว่า แบบวัดเจตคติมี
ความตรงเชิงโครงสร้าง

(3) นำแบบวัดเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ โรงเรียนนครสวรรค์ไม่ใช้กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 40 คน แล้วนำมาตรวจให้คะแนนคะแนนเพื่อหาค่าอำนาจจำแนกโดยใช้เทคนิค 25 % ด้วยการแจกแจงแบบที (t – distribution) (ล้วน สายยศ และ อังคนา สายยศ. 2538 : 215 – 216) ได้ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 1.36 ถึง 5.50 (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ง หน้า 91)

(4) นำแบบวัดเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์มาหาค่าความเที่ยงโดยใช้สัมประสิทธิ์แอลฟา (α - coefficient) ของครอนบัค (Cronbach) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติเพื่อการวิจัยทางสังคมศาสตร์ ได้ค่าความเที่ยงของแบบวัดเจตคติทั้งฉบับ เท่ากับ 0.8028 (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ง หน้า 92)

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการทดลองครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการ ดังนี้

(1) แบ่งนักเรียนในกลุ่มทดลองเป็นกลุ่มย่อย จำนวน 10 กลุ่ม กลุ่มละ 4 คน โดยเรียงลำดับคะแนนสอบปลายภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2546 วิชาฟิสิกส์ จากคนที่ได้คะแนนในลำดับที่ 1 – 41 ตามตารางที่ 3.1 ดังนี้

ตารางที่ 3.1 การจัดกลุ่มการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคแบ่งกลุ่มผลประโยชน์

ชื่อกลุ่ม	ลำดับที่ของคะแนนสอบปลายภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2546				
	วิชาฟิสิกส์				
A	1	20	21	40	41
B	2	19	22	39	
C	3	18	23	38	
D	4	17	24	37	
E	5	16	25	36	
F	6	15	26	35	
G	7	14	27	34	
H	8	13	28	33	
I	9	12	29	32	
J	10	11	30	31	

2. ผู้วิจัยได้ให้นักเรียนทั้งกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมตอบแบบวัดเจตคติต่อ วิชาวิทยาศาสตร์ก่อนเริ่มการทดลอง

3. ดำเนินการทดลอง โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการสอนนักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม ด้วยตนเอง ใช้เนื้อหาเดียวกัน ระยะเวลาสอน 18 คาบเท่ากัน โดยทำการสอนในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2546 แต่ใช้วิธีสอนที่แตกต่างกัน ดังนี้

3.1 กลุ่มทดลอง ได้รับการสอนโดยการจัดการเรียนแบบร่วมมือด้วยเทคนิค แบ่งกลุ่มผลประโยชน์

3.2 กลุ่มควบคุม ได้รับการสอนโดยวิธีสอนตามปกติ

4. หลังการทดลอง ผู้วิจัยได้ให้นักเรียนทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่แนวตรง และ ตอบแบบวัดเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ ฉบับเดียวกันกับข้อ 1 นำมาตรวจให้คะแนนแล้วบันทึก ผลการสอบไว้เป็นคะแนนหลังเรียนสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูล

5. นำคะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ และแบบวัดเจตคติ ต่อวิชาวิทยาศาสตร์ ไปวิเคราะห์โดยวิธีการทางสถิติ เพื่อทดสอบสมมติฐาน และสรุปผลการวิจัย

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

1. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ หลังการทดลองระหว่างกลุ่มทดลอง กับกลุ่มควบคุม โดยใช้การทดสอบกรณีกลุ่มตัวอย่างเป็นอิสระจากกัน (t – test for independent samples) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จทางสถิติเพื่อการวิจัยทางสังคมศาสตร์ (SPSS)

2. คำนวณเปรียบเทียบเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (Analysis of Covariance) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติเพื่อการวิจัยทางสังคมศาสตร์ (SPSS) เพราะ คะแนนเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ก่อนการทดลองของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่เท่ากัน โดยมีคะแนน เจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ก่อนการทดลองของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมเป็นตัวแปรร่วม

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติพื้นฐาน

1.1 หาค่าเฉลี่ย (Mean) โดยใช้สูตร

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

เมื่อ	$\bar{X}$	แทน	ค่าเฉลี่ย
	$\sum X$	แทน	ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
	N	แทน	จำนวนข้อมูล

(ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538 : 73)

1.2 หาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) โดยใช้สูตร

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

เมื่อ	S.D.	แทน	ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	$\sum X$	แทน	ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
	$\sum X^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนแต่ละคนที่ ยกกำลังสอง
	n	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
	X	แทน	คะแนน

(ชูศรี วงศ์รัตนะ, 2544 : 65)

2. สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

2.1 หาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยใช้

สูตร

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

เมื่อ IOC แทน ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้

$\sum R$ แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญแต่ละคน

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

(เกษม สาทิตย์ทิพย์. 2540 : 194)

2.2 ค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (เยาวดี วิบูลย์ศรี. 2540 : 153) คำนวณจากสูตร

$$P = \frac{P_H + P_L}{N_H + N_L}$$

$$r = \frac{P_H - P_L}{N_H \text{ หรือ } N_L}$$

เมื่อ P แทน ค่าความยากง่าย

r แทน ค่าอำนาจจำแนก

P_H แทน จำนวนคนที่ตอบถูกในกลุ่มสูง

P_L แทน จำนวนคนที่ตอบถูกในกลุ่มต่ำ

N_H แทน จำนวนคนในกลุ่มสูง

N_L แทน จำนวนคนในกลุ่มต่ำ

2.3 หาค่าอำนาจจำแนกของแบบสอบถามวัดเจตคติต่อการเรียนวิชาฟิสิกส์ โดยวิธีการแจกแจงแบบที (t – distribution) และแทนค่าลงในสูตร

$$t = \frac{\bar{X}_H - \bar{X}_L}{\sqrt{\frac{S_H^2}{N_H} + \frac{S_L^2}{N_L}}}$$

$$df = N_H + N_L - 2$$

เมื่อ

t	แทน	ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ
$\bar{X}_H$	แทน	คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มสูง
$\bar{X}_L$	แทน	คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มต่ำ
S_H^2	แทน	คะแนนความแปรปรวนของกลุ่มสูง
S_L^2	แทน	คะแนนความแปรปรวนของกลุ่มต่ำ
N_H	แทน	จำนวนกลุ่มตัวอย่างในกลุ่มสูง
N_L	แทน	จำนวนกลุ่มตัวอย่างในกลุ่มต่ำ

(ถ้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. 2538 : 216)

2.4 หาค่าความเที่ยงของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ โดยใช้สูตร KR – 20 ของ คูเดอร์ ริชาร์ดสัน (Kuder Richardson)

$$r_{tt} = \frac{N}{N-1} \left[1 - \frac{\sum pq}{S_1^2} \right]$$

เมื่อ

r_{tt}	แทน	ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
N	แทน	จำนวนข้อของเครื่องมือวัด
p	แทน	สัดส่วนของผู้ทำได้ในข้อหนึ่ง ๆ นั่นคือ สัดส่วนของคนทำถูกกับคนทั้งหมด
q	แทน	สัดส่วนของผู้ทำผิดในข้อหนึ่ง ๆ หรือคือ 1 – p

$$S_1^2 \quad \text{แทน} \quad \text{คะแนนความแปรปรวนของเครื่องมือฉบับนั้น}$$

(ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538 : 198)

2.5 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามวัดเจตคติต่อการเรียนวิชาฟิสิกส์ ใช้การวิเคราะห์หาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา ของ ครอนบัก

$$\alpha = \frac{N}{N-1} \left[1 - \frac{\sum S_1^2}{S_1^2} \right]$$

เมื่อ	α	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์ของความเชื่อมั่น
	N	แทน	จำนวนข้อของเครื่องมือวัด
	$\sum S_1^2$	แทน	ผลรวมคะแนนความแปรปรวนเป็นรายข้อ
	S_1^2	แทน	คะแนนความแปรปรวนของเครื่องมือทั้งฉบับ

(ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538 : 200)

3. สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

3.1 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ หลังการทดลองระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม โดยใช้การทดสอบทีกรณีกลุ่มตัวอย่างเป็นอิสระจากกันโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติเพื่อการวิจัยทางสังคมศาสตร์

3.2 เปรียบเทียบเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์หลังการทดลองระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมโดยใช้การวิเคราะห์แปรปรวนร่วมโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติเพื่อการวิจัยทางสังคมศาสตร์