

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง ผลของการใช้เครื่องเล่นเชิงวิทยาศาสตร์ที่มีต่อความรู้ความเข้าใจ เรื่อง "ไฟฟ้าและแสง" และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เป็นการวิจัย ประยุกต์ใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) มีการดำเนินการตามลำดับขั้น ดังนี้

1. ประชากร และกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การสร้างเครื่องมือ
4. การเก็บรวบรวมข้อมูล
5. สถิติที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากร

ประชากรเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2535 โรงเรียนประถมฐานบินกำแพงแสน สำนักงานการประถมศึกษา อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม โดยการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling) ดังนี้

1.1 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต รายสมรรถภาพ ความรู้วิทยาศาสตร์เทคโนโลยี และสมรรถภาพกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนโรงเรียนประถมฐานบินกำแพงแสน สำนักงานการประถมศึกษา อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม ปีการศึกษา 2534 อยู่ในระดับต่ำกว่าเป้าหมายที่น่าพอใจ (รายงานผลการ ประเมินคุณภาพนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2534, 2535)

1.2 นักเรียนโรงเรียนประถมฐานบินกำแพงแสน มีสภาพความเป็นอยู่ ใกล้เคียงกันทั้งทางด้านที่อยู่อาศัย เศรษฐกิจ ระดับการศึกษาของผู้ปกครอง เนื่องจากตั้งอยู่ใน นิคมทหารอากาศ

1.3 โรงเรียนประถมฐานบินกำแพงแสนมีห้องเรียนมากกว่า 2 ห้องเรียน และมีจำนวนนักเรียนในแต่ละห้องเรียนอย่างน้อย 30 คน

1.4 ผู้บริหารและคณะครูโรงเรียนประถมฐานบินกำแพงแสนเห็นความสำคัญของการวิจัย และให้ความร่วมมือในการทดลองสอน

2. กลุ่มตัวอย่าง

การเลือกกลุ่มตัวอย่าง มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

2.1 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต ไปทดสอบกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2534 จำนวน 160 คน แล้วนำคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนทั้งหมดมาจัดเรียงลำดับคะแนนจากมากไปหาน้อย แบ่งนักเรียนเป็น 5 ห้องเรียน เพื่อจัดชั้นเรียนในชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2535

2.2 นำคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปลายภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2535 จำนวน 5 ห้องเรียนเลือกมาพิจารณา 2 ห้องเรียนซึ่งมีจำนวนนักเรียนห้องเรียนละเท่ากัน และมีนักเรียนหญิงชายใกล้เคียงกัน นำคะแนนของนักเรียนทั้ง 2 ห้องเรียนมาหาค่ามัธยิมเลขคณิต (\bar{X}) และความแปรปรวน (S_x^2) ได้กลุ่มตัวอย่างที่จะใช้ในการวิจัย 2 กลุ่ม กลุ่มละ 30 คน

2.3 ทำการจับสลากแบ่งกลุ่ม กำหนดให้กลุ่มหนึ่งเป็นกลุ่มทดลอง ซึ่งเรียนโดยใช้แผนการสอนประกอบเครื่องเล่นเชิงวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น กลุ่มที่เหลือเป็นกลุ่มควบคุมเรียนโดยใช้แผนการสอนแบบปกติของกรมวิชาการ โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการสอนเองทั้ง 2 กลุ่ม

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยมีดังนี้

1. แผนการสอนกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิตเรื่องไฟฟ้าและแสงมี 2 ชุด ได้แก่
 - 1.1 แผนการสอนโดยใช้เครื่องเล่นเชิงวิทยาศาสตร์
 - 1.2 แผนการสอนแบบปกติ
2. เครื่องเล่นเชิงวิทยาศาสตร์
3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์การเรียนเรื่องไฟฟ้าและแสง
4. แบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์
5. แบบสังเกตพฤติกรรมเจตคติทางวิทยาศาสตร์

การสร้างเครื่องมือ

1. แผนการสอนกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิตเรื่องไฟฟ้าและแสง มีการดำเนินการสร้างตามขั้นตอนดังนี้

1.1 ศึกษาหลักสูตร คู่มือหลักสูตรประถมศึกษา พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) คู่มือการสอนกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิตชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หนังสือเสริมการสอนกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2527) และเอกสารอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง

แผนภูมิที่ 2 โครงสร้างหลักสูตรกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต

โครงสร้างหลักสูตรกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต

ป. 5 - 6

- หน่วยที่ 1 สิ่งมีชีวิต
- หน่วยที่ 2 ชีวิตในบ้าน
- หน่วยที่ 3 สิ่งที่อยู่รอบตัวเรา
- หน่วยที่ 4 ชาติไทย
- หน่วยที่ 5 การทำมาหากิน
- หน่วยที่ 6 พลังงานและสารเคมี
- หน่วยที่ 7 จักรวาลและอวกาศ
- หน่วยที่ 8 ประเทศเพื่อนบ้าน
- หน่วยที่ 9 ประชากรศึกษา
- หน่วยที่ 10 การเมืองและการปกครอง
- หน่วยที่ 11 ช่าง เหตุการณ์และวันสำคัญ

(กรมวิชาการ, 2533)

1.2 เลือกเนื้อหาที่จะนำมาสร้างแผนการสอนโดยใช้เครื่องเล่นเชิงวิทยาศาสตร์ พิจารณาเนื้อหาที่เป็นวิทยาศาสตร์ที่เอื้ออำนวยต่อการสร้างเครื่องเล่นเชิงวิทยาศาสตร์ และการจัดกิจกรรมซึ่งเป็นเนื้อหาในหน่วยที่ 6 พลังงานและสารเคมี เรื่องไฟฟ้าและแสง แล้วแบ่งเนื้อหาออกเป็น 15 เรื่องย่อย สร้างเป็นแผนการสอน แผนละ 3 คาบ คาบละ 20 นาที เป็นแผนการสอนโดยใช้

เครื่องเล่นเชิงวิทยาศาสตร์ จำนวน 15 แผน และแผนการสอนแบบปกติจำนวน 15 แผน มีรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 1 แผนการสอนโดยใช้เครื่องเล่นเชิงวิทยาศาสตร์

แผนการสอนที่	เนื้อหา	เวลา/คาบ
1	ไฟฟ้ามาจากไหนและให้ประโยชน์อะไร	3
2	วงจรไฟฟ้าเป็นอย่างไร	3
3	ตัวนำและฉนวนไฟฟ้าคืออะไร	3
4	สวิตซ์ไฟฟ้าคืออะไร	3
5	สะพานไฟและฟิวส์คืออะไร	3
6	แม่เหล็กไฟฟ้า	3
7	จะใช้ไฟฟ้าอย่างไรจึงจะปลอดภัย	3
8	แสงเคลื่อนที่อย่างไร	3
9	แสงเคลื่อนที่ผ่านอะไรได้บ้าง	3
10	เมื่อแสงตกกระทบผิววัตถุแล้วจะเป็นอย่างไร	3
11	เมื่อแสงเดินทางผ่านตัวกลางต่างชนิดกัน	3
12	แสงอาทิตย์มีสีอะไร	3
13	รุ้งเกิดขึ้นได้อย่างไร	3
14	การมองเห็น ส่วนประกอบของตา	3
15	การระวังรักษาตา	3

1.3 นำแผนการสอนที่สร้างขึ้นจำนวน 15 แผน ไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 5 ท่าน (ดูภาคผนวก ก) ตรวจสอบพิจารณาในด้านความตรงตามจุดประสงค์และเนื้อหาตามหลักสูตรประถมศึกษา พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) ด้านความเหมาะสมของกิจกรรม เวลาและภาษา แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่อง ซึ่งในที่นี้ผู้วิจัยได้ปรับปรุงกิจกรรมการเล่นเครื่องเล่น, อุปกรณ์เครื่องเล่น, การเขียนคู่มือการสร้างเครื่องเล่น, คู่มือการเล่น กติกา รวมทั้งเวลา พร้อมทั้งจัดลำดับกิจกรรมให้เหมาะสมทุกแผนดังนี้

ตารางที่ 2 รายชื่อเครื่องเล่นเชิงวิทยาศาสตร์ประกอบแผนการสอน

แผนการสอนที่	เนื้อหา	กิจกรรมการเล่น	เวลา /คาบ
1	ไฟฟ้ามาจากไหนและให้ประโยชน์อะไร	เครื่องเล่นชุด ไฟฟ้ามาจากไหน	3
2	วงจรไฟฟ้าเป็นอย่างไร	เครื่องเล่นชุดใครมีมือหนึ่งกว่ากัน	3
3	ตัวนำและฉนวนไฟฟ้าคืออะไร	เครื่องเล่นชุดใครมีมือหนึ่งกว่ากัน	3
4	สวิตซ์ไฟฟ้าคืออะไร	เครื่องเล่นชุดสนุกกับรถไฟ	3
5	สะพานไฟและฟิวส์คืออะไร	เครื่องเล่นชุดจุดตรวจน้ำหนัก	3
6	แม่เหล็กไฟฟ้า	เครื่องเล่นชุดรถทำความสะอาด	3
7	จะใช้ไฟฟ้าอย่างไรจึงจะปลอดภัย	เครื่องเล่นกล่องถาม-ตอบ	3
8	แสงเคลื่อนที่อย่างไร	เครื่องเล่นชุดท่องนำแสง	3
9	แสงเคลื่อนที่ผ่านอะไรได้บ้าง	เครื่องเล่นชุดขีดหนังตะลุง	3
10	เมื่อแสงตกกระทบผิววัตถุแล้วจะเป็นอย่างไร	เครื่องเล่นชุดแสงตรวจหาเสียง	3
11	เมื่อแสงเดินทางผ่านตัวกลางต่างชนิดกัน	เครื่องเล่นชุดตกปลา	3
12	แสงอาทิตย์มีสีอะไร	เครื่องเล่นชุดสนุกกับแสง	3
13	รุ้งเกิดขึ้นได้อย่างไร	เครื่องเล่นชุดการเกิดรุ้ง	3
14	การมองเห็น ส่วนประกอบของตา	เครื่องเล่นชุดดวงตา	3
15	การระวังรักษาตา	เครื่องเล่นชุดลูกช่างเจ้าปัญหา	3

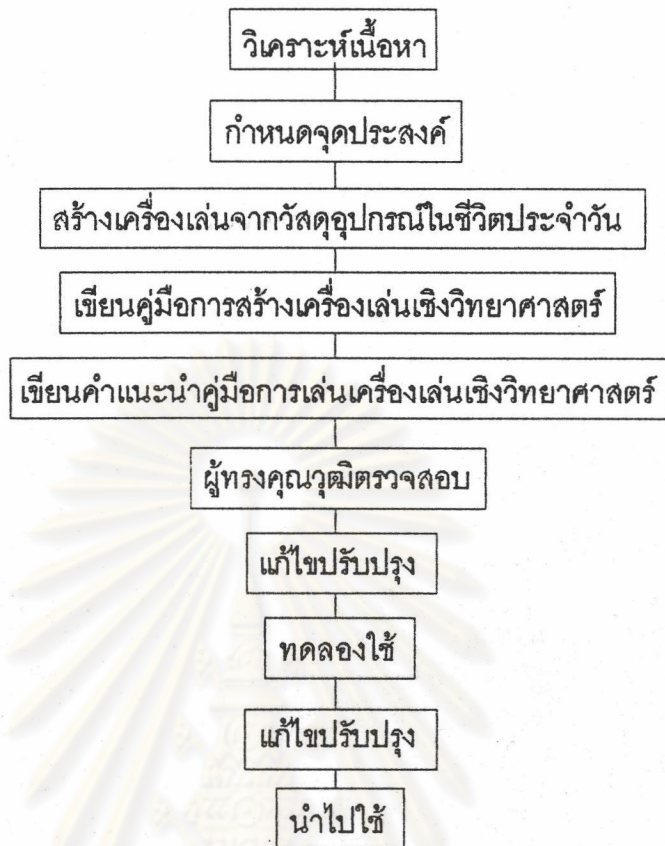
1.4 นำแผนการสอนที่ 1 ไปทดลองสอนนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนประถมฐานบินกำแพงแสนที่ไม่ใช่ตัวอย่างประชากร เพื่อพิจารณาความเหมาะสมในเรื่องเวลาที่ใช้และการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน แล้วนำแผนการสอนไปปรับปรุงให้เหมาะสมยิ่งขึ้น ก่อนนำไปใช้

2. เครื่องเล่นเชิงวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยสร้างเครื่องเล่นเชิงวิทยาศาสตร์ จากอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่นักเรียนสามารถพบเห็นได้ทั่วไปในชีวิตประจำวัน มาประกอบการเรียนการสอนตามแผนการสอนเรื่อง ไฟฟ้าและแสง ทั้ง 15 แผน โดยดำเนินการตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

2.1 ลำดับขั้นในการสร้างเครื่องเล่นเชิงวิทยาศาสตร์ แสดงดังแผนภูมิต่อไปนี้

แผนภูมิที่ 3 ลำดับขั้นการสร้างเครื่องเล่นเชิงวิทยาศาสตร์



2.2 เกณฑ์ในการสร้างเครื่องเล่นเชิงวิทยาศาสตร์

- 2.2.1 ให้เกิดความรู้ ความเข้าใจที่ตรงกับเนื้อหาในเรื่องไฟฟ้า และแสง พร้อมทั้งเจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้านความอยากรู้อยากเห็น ความรับผิดชอบและความเพียรพยายาม ความมีระเบียบและรอบคอบความใจกว้าง
- 2.2.2 ใช้วัสดุที่หาง่ายเหลือใช้หรือมีราคาถูก
- 2.2.3 ใช้ของจริงที่นักเรียนระดับประถมศึกษาปีที่ 6 ได้พบเห็นในชีวิตประจำวัน
- 2.2.4 ใช้ของเล่นที่มีอยู่ในท้องตลาด นำมาดัดแปลงวิธีการเล่นให้สอดคล้องกับเนื้อหาในบทเรียน
- 2.2.5 เขียนคำอธิบาย คู่มือการเล่น คู่มือการสร้างเครื่องเล่น
- 2.2.6 เล่นแล้วต้องไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้เล่น

2.3 เกณฑ์ในการเล่นเครื่องเล่นเชิงวิทยาศาสตร์

- 2.3.1 พยายามให้นักเรียนเล่นปณเริยน ได้สืบเสาะค้นคว้าด้วยตนเอง ภายใต้วคู่มือการเล่น กติกาการเล่นและคำแนะนำของครู

2.3.2 สามารถใช้เครื่องเล่นเชิงวิทยาศาสตร์นอกเวลาได้อีกตามความสนใจ เพื่อเป็นการค้นคว้าตามเวลาที่กำหนด

2.3.3 ได้ทำกิจกรรมการเล่น ทั้งเล่นคนเดียวและเล่นเป็นกลุ่มเพื่อนำไปสู่การคิดอภิปราย มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อนผู้ร่วมเล่น ร่วมอภิปราย

2.3.4 เป็นกิจกรรมการเล่นที่นำไปสู่กระบวนการแสวงหาความรู้และพัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์

2.3.5 เล่นแล้วไม่เป็นอันตราย

2.4 เครื่องเล่นเชิงวิทยาศาสตร์ที่ใช้ประกอบการสอนมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ตารางที่ 3 รายชื่อเครื่องเล่นเชิงวิทยาศาสตร์

แผนการสอนที่	ชื่อเครื่องเล่น
1	เครื่องเล่นชุด ไฟฟ้ามาจากไหน
2	เครื่องเล่นชุดใครมือหนึ่งกว่ากัน
3	เครื่องเล่นชุดใครมือหนึ่งกว่ากัน
4	เครื่องเล่นชุดสนุกกับรถไฟ
5	เครื่องเล่นชุดจุดตรวจน้ำหนัก
6	เครื่องเล่นชุดรถทำความสะอาด
7	เครื่องเล่นกล่องถาม-ตอบ
8	เครื่องเล่นชุดท่อน้ำแสง
9	เครื่องเล่นชุดเข็ดหนังตะลุง
10	เครื่องเล่นชุดแสงตรวจหาเสียง
11	เครื่องเล่นชุดตกปลา
12	เครื่องเล่นชุดสนุกกับแสง
13	เครื่องเล่นชุดการเกิดรุ้ง
14	เครื่องเล่นชุดดวงตา
15	เครื่องเล่นชุดลูกข้างเจ้าปัญหา

2.5 ลำดับชั้นการสอนโดยใช้เครื่องเล่นเชิงวิทยาศาสตร์จะแบ่งเป็น

5 ขั้นตอน คือ

- ขั้นเตรียม
- 1) ครูทบทวนความรู้เดิม แบ่งกลุ่มนักเรียน อธิบายการทำงานกลุ่ม
 - 2) นักเรียนศึกษาคู่มือการเล่นเครื่องเล่น
 - 3) ครูอธิบายกติกาการเล่น วิธีเล่น การวางแผนร่วมกันในการ
- ปฏิบัติกิจกรรม
- 4) ครูสาธิตให้นักเรียนรู้จักอุปกรณ์ของเครื่องเล่น และทดสอบ
- อุปกรณ์ก่อนใช้งาน
- ขั้นทดลอง
- 1) ลงมือปฏิบัติกิจกรรมเล่นเครื่องเล่นเชิงวิทยาศาสตร์ตามคู่มือการเล่น และบันทึกผลที่เกิดขึ้น
 - 2) ปฏิบัติกิจกรรมการทดลองตามบัตรงาน และบันทึกผลที่เกิดขึ้น
 - 3) ครูคอยดูแลนักเรียนกลุ่มต่าง ๆ และให้คำแนะนำเมื่อนักเรียน
- เกิดปัญหา
- ขั้นอภิปรายผล
- 1) ครูและนักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นถึงผลที่ได้
 - 2) ครูส่งเสริมให้นักเรียนเปรียบเทียบผลที่ได้ภายในกลุ่มของตน
- และกลุ่มของเพื่อน
- ขั้นสรุป
- สรุปเนื้อหาที่ได้จากการเปรียบเทียบผลการปฏิบัติกิจกรรมการเล่นเครื่องเล่นเชิงวิทยาศาสตร์กับการปฏิบัติตามบัตรงาน
- ขั้นประเมินผล
- 1) นักเรียนตอบคำถามหลังบทเรียน
 - 2) ครูสังเกตพฤติกรรมการเกิดเจตคติทางวิทยาศาสตร์
- 2.6 นำเครื่องเล่นเชิงวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย คู่มือการเล่นเครื่องเล่นจำนวน 15 ชุด และคู่มือการสร้างเครื่องเล่น จำนวน 15 ชุด ไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 5 ท่าน (ดูภาคผนวก ก) ตรวจสอบพิจารณาความเหมาะสมความสอดคล้องของเครื่องเล่นกับเนื้อหาตลอดจนการใช้ภาษา แล้วทำการปรับปรุงแก้ไข
- 2.7 นำเครื่องเล่นเชิงวิทยาศาสตร์ จำนวน 15 ชุด ประกอบด้วย อุปกรณ์

เครื่องเล่น คู่มือการเล่นเครื่องเล่น และคู่มือการสร้างเครื่องเล่น ไปทดลองกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนประถมฐานบินกำแพงแสนที่ไม่ใช่ตัวอย่างประชากร เพื่อศึกษาความเหมาะสมของกิจกรรม เวลา การใช้อุปกรณ์เครื่องเล่น ตลอดจนปัญหาต่าง ๆ เพื่อนำไปปรับปรุงอีกครั้ง

3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผู้วิจัยสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง ไฟฟ้าและแสง ด้วยตนเอง โดยดำเนินการดังนี้

3.1 ศึกษาหลักเกณฑ์ในการสร้างแบบทดสอบ เทคนิคการเขียนข้อสอบการวัดผลการศึกษา จากหนังสือและเอกสารอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง

3.2 สร้างตารางพิจารณา กำหนดน้ำหนักของแบบทดสอบจากจุดประสงค์ในแผนการสอนและวัตถุประสงค์การศึกษา เพื่อกำหนดอัตราส่วนของแบบทดสอบที่เหมาะสม ซึ่งในการวิจัยนี้จะวัดความสามารถของนักเรียนด้านความรู้ความจำ ความเข้าใจและการนำไปใช้

3.3 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องไฟฟ้าและแสงให้สอดคล้องกับตาราง พิจารณากำหนดน้ำหนักของแบบทดสอบเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบมี 4 ตัวเลือก จำนวน 50 ข้อ โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนแต่ละข้อคือ ถ้าตอบถูกให้ข้อละ 1 คะแนน ถ้าตอบผิดหรือไม่ตอบให้ 0 คะแนน

3.4 นำแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จำนวน 50 ข้อ ไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 5 ท่าน (ดูภาคผนวก ก) ตรวจสอบพิจารณาด้านความตรงตามเนื้อหาและความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ ภาษา ความเหมาะสมของตัวเลือก ตัวลวง แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข

3.5 นำแบบทดสอบที่แก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ผ่านการเรียนเรื่องไฟฟ้าและแสงมาแล้ว คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2535 โรงเรียนวัดพระปฐมเจดีย์ สำนักงานการประถมศึกษาอำเภอเมือง จังหวัดนครปฐม จำนวน 30 คน

3.6 นำผลการทดสอบมาวิเคราะห์รายข้อ เพื่อหาค่าระดับความยากและค่าอำนาจจำแนก แล้วคัดเลือกข้อสอบไว้ตามเกณฑ์ที่กำหนด คือ ค่าระดับความยากอยู่ระหว่าง .30 - .87 และค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ .20 - .67 ได้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ จำนวน 35 ข้อ (ดูภาคผนวก ค)

3.7 นำแบบทดสอบที่คัดเลือกไว้จำนวน 35 ข้อ ไปทดลองใช้กับนักเรียนที่มีลักษณะใกล้เคียงกับตัวอย่างประชากรมากที่สุด และผ่านการเรียนเรื่องไฟฟ้าและแสงมาแล้ว คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2535 โรงเรียนประถมฐานบินกำแพงแสน สำนักงานการประถมศึกษากำแพงแสน จังหวัดนครปฐม จำนวน 35 คน ทำการทดสอบ 2 ครั้ง ใช้เวลาห่างกัน

15 วัน แล้วนำคะแนนจากแบบทดสอบมาหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ตามวิธีการของเพียร์สัน ปรากฏว่าแบบทดสอบฉบับนี้มีความเที่ยง 0.78 (ดูภาคผนวก ข)

4. แบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยสร้างขึ้นเองโดยมีวิธีการสร้างดังต่อไปนี้

4.1 กำหนดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ที่ต้องการศึกษาโดยวิเคราะห์จากคู่มือหลักสูตรประถมศึกษา พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) คู่มือการประเมินผลการเรียนตามหลักสูตรประถมศึกษา พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) และแนวการประเมินผลจิตพิสัยวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2531) โดยกำหนดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ที่ต้องการศึกษาเป็น 4 คุณลักษณะ คือ

- 1) ความอยากรู้อยากเห็น
- 2) ความรับผิดชอบและความเพียรพยายาม
- 3) ความมีระเบียบและรอบคอบ
- 4) ความใจกว้าง

4.2 สร้างแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ มีลักษณะเป็นมาตราส่วนประเมินค่าของลิเคิร์ต (Likert's Rating Scale) จำนวน 40 ข้อ เป็นข้อความเชิงนิมมาน (Positive) 20 ข้อ และข้อความเชิงนิเสธ (Negative) 20 ข้อ ซึ่งวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ลักษณะต่าง ๆ 4 ด้าน คือ ความอยากรู้อยากเห็น มีความรับผิดชอบ และเพียรพยายาม ความมีระเบียบและรอบคอบ ความใจกว้าง

4.3 การตรวจให้คะแนนแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ เป็นแบบมาตราส่วนประเมินค่าโดยกำหนดคะแนนดังนี้

ตารางที่ 4 แสดงคะแนนของแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์

ระดับความคิดเห็น	คะแนน	
	ข้อความเชิงนิมมาน	ข้อความเชิงนิเสธ
เห็นด้วยอย่างยิ่ง	5	1
เห็นด้วย	4	2
ไม่แน่ใจ	3	3
ไม่เห็นด้วย	2	4
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	1	5

4.4 นำแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 40 ข้อ ที่สร้างขึ้นไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 5 ท่าน (ดูภาคผนวก ก) ตรวจสอบพิจารณาถึงความเหมาะสมด้านความตรงตามเจตคติทางวิทยาศาสตร์ที่ต้องการวัดและสำนวนภาษา แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข

4.5 นำแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ที่แก้ไขแล้วจำนวน 40 ข้อ ไปทดลองใช้กับนักเรียนที่มีลักษณะใกล้เคียงกับตัวอย่างประชากรมากที่สุด คือนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2535 โรงเรียนประถมฐานบินกำแพงแสน ซึ่งไม่ใช่ตัวอย่างประชากรจำนวน 30 คน แล้วนำคะแนนที่ได้จากแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์มาหาค่าความเที่ยงโดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์ α (α coefficient) ปรากฏว่าแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์มีสัมประสิทธิ์แห่งความเที่ยง = 0.70 (ดูภาคผนวก ข)

5. แบบสังเกตพฤติกรรมเจตคติทางวิทยาศาสตร์

5.1 ศึกษาเทคนิคและวิธีการสร้างจากหนังสือแนวการประเมินผลจิตพิสัยวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ สสวท. (2531) และเอกสารเกี่ยวกับแบบสังเกตพฤติกรรมจิตพิสัย ความสนใจและเจตคติทางวิทยาศาสตร์

5.2 กำหนดพฤติกรรมที่บ่งชี้ถึงลักษณะเจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้านความอยากรู้อยากเห็น ความรับผิดชอบและความเพียรพยายาม ความมีระเบียบรอบคอบ ความใจกว้าง จากหนังสือแนวการประเมินผลจิตพิสัยวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2531) และหนังสือแนวการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ว. 011 ของเล่นเชิงวิทยาศาสตร์หลากหลายระดับมัธยมศึกษาตอนต้น (2534) และได้รับการตรวจสอบจากผู้ทรงคุณวุฒิ

5.3 สร้างแบบสังเกตโดยกำหนดพฤติกรรมที่บ่งชี้ถึงลักษณะเจตคติทางวิทยาศาสตร์ที่ต้องการวัด 4 ด้าน คือ ด้านความอยากรู้อยากเห็น ความรับผิดชอบและความเพียรพยายาม ความมีระเบียบรอบคอบ ความใจกว้าง สังเกตด้านละ 5 ข้อ รวมแบบสังเกตพฤติกรรม ทั้งหมดมี 20 ข้อ

5.4 กำหนดเกณฑ์ในการประเมินผลการสังเกตพฤติกรรมเจตคติทางวิทยาศาสตร์ที่แสดงออกของนักเรียนจากพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม ซึ่งการสอนโดยใช้เครื่องเล่นเชิงวิทยาศาสตร์กับกลุ่มทดลองนั้น จะแบ่งนักเรียนเป็น 5 กลุ่ม เพื่อเล่นเครื่องเล่นเชิงวิทยาศาสตร์ การสังเกตพฤติกรรมเจตคติทางวิทยาศาสตร์ จึงกำหนดเกณฑ์ในการประเมินดังนี้

ระดับ 4 หมายถึงปฏิบัติมาก นักเรียนมีการแสดงพฤติกรรม 4 กลุ่มขึ้นไป

ระดับ 3 หมายถึงปฏิบัติปานกลาง นักเรียนมีการแสดงพฤติกรรม 3 กลุ่ม

ระดับ 2 หมายถึงปฏิบัติน้อย นักเรียนมีการแสดงพฤติกรรมค่อนข้างน้อย ปฏิบัติเพียง 2 กลุ่ม

ระดับ 1 หมายถึงปฏิบัติน้อยมาก นักเรียนมีการแสดงพฤติกรรมน้อย ปฏิบัติ 1 กลุ่ม หรือไม่ปฏิบัติเลย

5.5 นำแบบสังเกตพฤติกรรมเจตคติทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 20 ข้อ ให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 5 ท่าน (ดูภาคผนวก ก) ตรวจสอบพิจารณาด้านความตรงตามเนื้อหาและสำนวนภาษา แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข

5.6 นำแบบสังเกตพฤติกรรมเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ไปทดลองกับนักเรียนที่มีลักษณะใกล้เคียงกันกับตัวอย่างประชากรมากที่สุด คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนประถมฐานบินกำแพงแสน ซึ่งไม่ใช่ตัวอย่างประชากรจำนวน 30 คน โดยให้ครูประจำชั้นกลุ่มทดลองและผู้วิจัยประเมินผลการสังเกตพฤติกรรมเจตคติทางวิทยาศาสตร์

5.7 นำคะแนนที่ได้จากการประเมินผลการสังเกตพฤติกรรมทางวิทยาศาสตร์ หาค่าความเที่ยงของการประเมินด้วยค่าสัมประสิทธิ์ของสก๊อต (Scott's Coefficient) ปรากฏแบบประเมินนี้มีค่าความเที่ยง 0.84 (ดูภาคผนวก ข)

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง

1. นำหนังสือขอความร่วมมือในการทำวิจัยของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ไปยังผู้อำนวยการโรงเรียนและครูประจำชั้น โรงเรียนประถมฐานบินกำแพงแสน อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม ที่เป็นตัวอย่างประชากร

2. ทดลองแผนการสอนเรื่อง ไฟฟ้ามาจากไหนกับนักเรียนที่ไม่ใช่ตัวอย่างประชากร ในขณะที่ทำการสอนครูประจำชั้นกลุ่มทดลองและผู้วิจัยทำการประเมินพฤติกรรมจากแบบสังเกตพฤติกรรมและหาค่าความเที่ยงในการประเมินพฤติกรรมและเป็นการทดลองสอน เพื่อดูความเหมาะสมของกิจกรรมการเล่นเครื่องเล่นเชิงวิทยาศาสตร์ เวลา และปัญหาอื่น ๆ

3. การดำเนินการวิจัย

3.1 ระยะเวลาเตรียมการก่อนการสอน สัปดาห์แรกเป็นการแนะนำตัว ทำความรู้จักคุ้นเคยกับนักเรียน และทำการทดสอบนักเรียนด้วยแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องไฟฟ้าและแสง และแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ก่อนทำการสอนทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

3.2 ระยะเวลาดำเนินการทดลอง

ผู้วิจัยดำเนินการสอนตัวอย่างประชากรทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมด้วยตนเองทั้ง 2 กลุ่ม

3.2.1 กลุ่มทดลองใช้วิธีการสอนแบบใช้เครื่องเล่นเชิงวิทยาศาสตร์สอนในเวลาเรียนปกติ วันอังคารและวันพฤหัสบดี วันละ 1 แผน แผนละ 3 คาบ คาบละ 20 นาที รวม 15 แผน ใช้เวลา 8 สัปดาห์

3.2.2 ในการดำเนินการทดลองกับกลุ่มทดลองใช้แบบสังเกตพฤติกรรมเจตคติทางวิทยาศาสตร์ โดยครูประจำชั้นกลุ่มทดลองและผู้วิจัยสัปดาห์ละ 1 ครั้ง ซึ่งใช้วิธีสังเกตโดยภาพรวมทั้งห้อง

3.2.3 นักเรียนกลุ่มทดลองสามารถมาขออุปกรณ์เครื่องเล่นเชิงวิทยาศาสตร์ไปทดลอง หรือเล่นได้ตามความต้องการในเวลาที่นักเรียนว่าง

3.2.4 กลุ่มควบคุม ใช้วิธีการสอนตามแบบปกติสอนในเวลาเรียนปกติ วันอังคารและวันพฤหัสบดี วันละ 1 แผน แผนละ 3 คาบ คาบละ 20 นาที รวม 15 แผน ใช้เวลา 8 สัปดาห์

การดำเนินการสอนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม แสดงให้เห็นเป็นตารางได้ดังนี้

ตารางที่ 5 แสดงเวลาการสอนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

วัน/เวลา	09.00 น.- 10.00 น.	13.30 น.- 14.30 น.
อังคาร	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง
พฤหัสบดี	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม

3.3 ระยะเวลาสิ้นสุดการทดลอง

ทำการทดสอบนักเรียนด้วยแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องไฟฟ้าและแสง และแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบทดสอบและแบบวัดชุดเดิมที่ใช้ก่อนทำการทดลอง

4. วิเคราะห์ข้อมูล

4.1 เปรียบเทียบผลการทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องไฟฟ้าและแสง ก่อนการทดลองกับหลังการทดลองของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยคำนวณค่ามัธยฐานเลขคณิต (\bar{X}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เปรียบเทียบความแตกต่างโดยการทดสอบค่าที (t-test)

4.2 เปรียบเทียบผลการประเมินนักเรียนด้วยแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ก่อนการสอบกับหลังการสอบ ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมโดยคำนวณค่ามัชฌิมเลขคณิต (\bar{X}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เปรียบเทียบความแตกต่างโดยการทดสอบค่าที (t-test)

4.3 คำนวณหาค่ามัชฌิมเลขคณิตและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน การประเมินพฤติกรรมนักเรียน โดยครูประจำชั้นและผู้วิจัย ซึ่งเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 4 สเกล กำหนดน้ำหนักตามแบบลิเคิร์ต คือ 4,3,2,1 เป็นปฏิบัติมาก ปฏิบัติปานกลาง ปฏิบัติน้อย ปฏิบัติน้อยมาก ตามลำดับ นำเสนอน้ำหนัก การประเมินพฤติกรรม โดยมัชฌิมเลขคณิตและส่วน เบี่ยงเบนมาตรฐาน ซึ่งตีความค่าเฉลี่ยดังนี้

3.50 - 4.00	หมายถึง	ปฏิบัติมาก
2.50 - 3.49	หมายถึง	ปฏิบัติปานกลาง
1.50 - 2.49	หมายถึง	ปฏิบัติน้อย
1.00 - 1.49	หมายถึง	ไม่ปฏิบัติ

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติพื้นฐาน

สูตร หาค่าเฉลี่ย (Mean) $\bar{X} = \frac{\sum x}{N}$

เมื่อ \bar{X} แทน คะแนนเฉลี่ย

$\sum x$ แทน ผลบวกของคะแนนทั้งหมด

N แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

(ประคอง กรวรรณสุต, 2528)

สูตร ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

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

เมื่อ S.D. แทน ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน
 $\sum (x - \bar{x})^2$ แทน ผลรวมกำลังสองของผลต่างของคะแนนแต่ละ
 จำนวนกับคะแนนเฉลี่ย
 N แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

(ประคอง กรวรรณสุต, 2528)

2. การหาระดับความยาก (Level of difficulty) ของแบบทดสอบใช้สูตรของ จอนห์นสัน (Johnson) ดังนี้

$$P = \frac{R_U + R_L}{2f}$$

เมื่อ P แทน ค่าระดับความยาก
 R_U แทน จำนวนคนในกลุ่มสูงที่ตอบแบบทดสอบแต่ละข้อถูก
 R_L แทน จำนวนคนในกลุ่มต่ำที่ตอบแบบทดสอบแต่ละข้อถูก
 f แทน จำนวนคนในแต่ละกลุ่มสูงหรือกลุ่มต่ำ

(ประคอง กรวรรณสุต, 2528)

3. การหาค่าอำนาจจำแนกเป็นรายข้อ (Power of discrimination) ของแบบทดสอบ

$$D = \frac{R_U - R_L}{f}$$

เมื่อ D แทน ค่าอำนาจจำแนก
 R_U แทน จำนวนคนในกลุ่มสูงที่ตอบแบบทดสอบแต่ละข้อถูก
 R_L แทน จำนวนคนในกลุ่มต่ำที่ตอบแบบทดสอบแต่ละข้อถูก
 f แทน จำนวนคนในแต่ละกลุ่มสูงหรือกลุ่มต่ำ

(ประคอง กรวรรณสุต, 2528)

4. ความเที่ยงตรง (Reliability) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยการคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์

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

เมื่อ r_{xy} แทน ค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยงตรง

N แทน จำนวนนักเรียนกลุ่มเดียวกันที่สอบซ้ำ

X, Y แทน คะแนนของตัวแปรต่อเนื่อง 2 ชุด

(ประคอง กรวรรณสุต, 2528)

5. หาค่าความเที่ยงของแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้วิธีหาค่าสัมประสิทธิ์

α (α - coefficient)

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

เมื่อ α แทน ค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยงตรง

n แทน จำนวนข้อสอบ

S_i^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนแต่ละข้อ

S_x^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนของผู้ตอบแบบทดสอบทั้งหมด

(ประคอง กรวรรณสุต, 2528)

6. หาค่าสัมประสิทธิ์ของแบบสังเกตพฤติกรรมเจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้วยค่าสัมประสิทธิ์ของสก็อต (Scott 's Coefficient) จากสูตร

$$\pi = \frac{P_o - P_e}{1.00 - P_e}$$

เมื่อ π แทน ค่าความเที่ยงของการสังเกต

P_o แทน สัดส่วนของความสอดคล้องของการสังเกตพฤติกรรมได้ตรงกันของผู้สังเกต 2 คน หาได้จากผลต่างระหว่าง 1.00 และค่าผลรวมของผลต่างระหว่างจำนวนร้อยละของพฤติกรรมของผู้สังเกต 2 คน

P_e แทน สัดส่วนของความสอดคล้องที่เกิดขึ้น โดยบังเอิญของผู้สังเกต 2 คน หาได้จากสัดส่วนของคะแนนของพฤติกรรมที่มีจำนวนสูงสุดและรองลงมา โดยเลือกจากผู้สังเกตคนใดคนหนึ่งนำค่าทั้งสองมายกกำลังสองรวมกัน

(พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2531)

7. เปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ภายในกลุ่ม วิเคราะห์โดยการทดสอบค่าที (t - test) จากสูตร

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

$$D = X_2 - X_1$$

เมื่อ t แทน อัตราส่วนวิกฤติ

D แทน ผลต่างระหว่างข้อมูลแต่ละคู่ของกลุ่มตัวอย่าง

n แทน จำนวนคู่ของกลุ่มตัวอย่าง

X_1 แทน คะแนนผลสัมฤทธิ์ก่อนการสอน

X_2 แทน คะแนนผลสัมฤทธิ์หลังการสอน

(ประคอง กรวรรณสุด, 2528)

8. เปรียบเทียบค่ามัชฌิมเลขคณิตและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2535 ของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม วิเคราะห์โดยการทดสอบค่าที (t-test) จากสูตร

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{N_1 S_1^2 + N_2 S_2^2}{N_1 + N_2 - 2} \cdot \frac{N_1 + N_2}{N_1 N_2}}}$$

เมื่อ $\frac{t}{X_1, X_2}$ แทน อัตราส่วนวิกฤติ
 S_1^2, S_2^2 แทน ค่ามัธยฐานเลขคณิตของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม
 N_1 แทน ความแปรปรวนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม
 N_2 แทน จำนวนนักเรียนของกลุ่มทดลอง
 N_2 แทน จำนวนนักเรียนของกลุ่มควบคุม

(ประคอง กรวรรณสุต, 2528)

9. ทดสอบภาวะแห่งความแปรปรวนของคะแนน หรือทดสอบความมีนัยสำคัญของความแตกต่างระหว่างค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2535 ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม วิเคราะห์โดยใช้สูตร

$$F = \frac{S_1^2}{S_2^2} ; \left(S_1^2 > S_2^2 \right)$$

F แทน อัตราส่วนวิกฤติ

S_X^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

(ประคอง กรวรรณสุต, 2528)

10. ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคะแนนก่อนการสอนและหลังการสอน

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

เมื่อ r_{xy} แทน สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์

- N แทน จำนวนนักเรียนของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม
 X แทน คะแนนก่อนการทดลองของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม
 Y แทน คะแนนหลังการทดลองของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

(ประคอง กรวรรณสุต, 2528)

11. เปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องไฟฟ้าและแสงหลังการสอนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม และคะแนนวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์หลังการสอนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม วิเคราะห์โดยทดสอบค่าที (t-test) จากสูตร

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\left(\frac{\sigma^2_{X_1}}{X_1} + \frac{\sigma^2_{X_2}}{X_2}\right)\left(1 - r_{XY}^2\right)}}$$

เมื่อ t แทน อัตราส่วนวิกฤติ

\bar{X}_1 แทน ค่ามัชฌิมเลขคณิตของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องไฟฟ้าและแสงหลังการสอนของกลุ่มทดลอง หรือคะแนนวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์หลังการสอนของกลุ่มทดลอง

\bar{X}_2 แทน ค่ามัชฌิมเลขคณิตของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องไฟฟ้าและแสงหลังการสอนของกลุ่มควบคุม หรือคะแนนวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์หลังการสอนของกลุ่มควบคุม

$\frac{\sigma^2}{X_1}$ แทน ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของมัชฌิมเลขคณิตของกลุ่มทดลอง

โดย

$$\frac{\sigma^2}{X_1} = \frac{S_{X_1}}{\sqrt{N_1 - 1}}$$

$\frac{\sigma^2}{X_2}$ แทน ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของมัชฌิมเลขคณิตของกลุ่มควบคุม

โดย

$$\frac{\sigma^2}{X_2} = \frac{S_{X_2}}{\sqrt{N_2 - 1}}$$

(ประคอง กรวรรณสุต, 2528)