

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน รายวิชาฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยดำเนินการตามลำดับหัวข้อต่อไปนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือ
4. การดำเนินการทดลอง
5. การเก็บรวบรวมข้อมูล
6. การวิเคราะห์ข้อมูล
7. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนเหล่านาแกวิทยานุสรณ์ ตั้งกวด้านักเขตพื้นที่การศึกษากาฬสินธุ์ เขต 1 กลุ่มเครือข่ายพัฒนาการศึกษาโสมพะมิตร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2553 จำนวน 45 คน โดยการสุ่มอย่างง่าย (Simple Radom Sampling)

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่

1. หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน รายวิชาฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 8 เล่ม
2. แผนการจัดการเรียนรู้ประกอบการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน รายวิชาฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 8 แผน รวม 16 ชั่วโมง (ไม่รวมทดสอบก่อนเรียนและทดสอบหลังเรียน)

3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง งานและพลังงาน รายวิชา ฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ

4. แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนรู้ด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน รายวิชาฟิสิกส์ เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ จำนวน 10 ข้อ

การสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือ

ผู้วิจัยดำเนินการสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือแต่ละประเภท ดังนี้

1. หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน รายวิชาฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยดำเนินการสร้าง และหาคุณภาพ ตามขั้นตอนต่อไปนี้

1.1 ศึกษาศึกษาหลักสูตรรายวิชาฟิสิกส์ วิชาฟิสิกส์ เพิ่มเติม ช่วงชั้นที่ 4 เรื่อง งานและพลังงาน

1.2 ศึกษาเอกสาร ตำรา และงานศึกษาที่เกี่ยวข้องกับการสร้างหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

1.3 กำหนดเนื้อหาในการสร้างหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ คือ เรื่อง งานและพลังงาน กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ในแต่ละหน่วย

1.4 ศึกษาเนื้อหา จากหนังสือเรียนวิชาฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 วิเคราะห์เนื้อหาของแต่ละบท จัดแบ่งเนื้อหาของแต่ละบทออกเป็นตอน ๆ เพื่อนำมาใช้เป็นกรอบแนวคิดในการสร้างหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

1.5 สร้างหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ประกอบหนังสือเรียนวิชาฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 4 โดยแต่ละเรื่องมีเนื้อหาสอดคล้องกับเนื้อหาในบทเรียนในรายวิชาฟิสิกส์ เน้นสาระแนวคิดและความบันเทิง เป็นเรื่องเหมาะสมกับวัยและระดับการศึกษาของนักเรียน

1.6 ใส่รูปภาพประกอบเรื่อง ซึ่งเป็นภาพประกอบที่เด็กเข้าใจง่าย สื่อความหมายชัดเจน มีชีวิตชีวา ได้รับความสนใจของเด็ก สมจริงสอดคล้องกับเนื้อเรื่องมีภาพประกอบทุกหน้า

1.7 สร้างหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน จำนวน 8 เล่ม รายละเอียด ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 รายละเอียดหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน

ชุดที่	เรื่อง	เวลา/ชั่วโมง
1	งาน	2
2	กำลัง	2
3	พลังงานกล	2
4	พลังงานจลน์	2
5	พลังงานศักย์โน้มถ่วง	2
6	พลังงานศักย์ยืดหยุ่น	2
7	กฎการอนุรักษ์พลังงานกล	2
8	เครื่องกล	2
รวม		16

1.8 นำหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่สร้างขึ้น ไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์ ด้านสื่อวัฒนธรรม และ ด้านการวัดผลประเมินผล จำนวน 3 คน พิจารณาความง่าย ความถูกต้องเหมาะสมของรูปแบบของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ทั้ง 8 ซึ่งผู้เชี่ยวชาญ ประกอบด้วย

1.8.1 ดร.ไพศาล วรคำ (วิจัยและประเมินผลการศึกษา) อาจารย์สาขา การวิจัยและประเมินผล คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

1.8.2 ผศ.ดร.วิทยา อารีราษฎร์ (คอมพิวเตอร์ศึกษา) อาจารย์สาขา เทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

1.8.3 อาจารย์กมล พลคำ อาจารย์สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

1.8.4 นางพิสมัย พูลเจริญ (บริหารการศึกษา) ครู คศ.3 โรงเรียนบ้าน โหมนสงเคราะห์ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษากาฬสินธุ์ เขต 1

1.8.5 นางอุคมพร เหลืองขวง (หลักสูตรและการสอน) ครู คศ.3 โรงเรียนฟ้าแดดสูงยางวิทยาคาร สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษากาฬสินธุ์ เขต 1

1.9 ทดลองแบบหนึ่งต่อหนึ่ง (One to One Testing) ทดลองใช้กับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนเมืองเหนือวิทยาคม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษากาฬสินธุ์

เขต 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 จำนวน 3 คน โดยเลือกนักเรียนที่มีผลการเรียนจากกลุ่มคะแนนสูง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มต่ำ กลุ่มละ 1 คน ให้ทดลองใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่ผู้วิจัยสร้างและพัฒนาขึ้น โดยชี้แจงวัตถุประสงค์และวิธีการใช้ ผู้วิจัยสังเกตกิจกรรมการเรียนรู้แล้วซักถามความเข้าใจเนื้อเรื่อง เพื่อหาความเหมาะสมในการใช้ภาษาเวลาเนื้อหา

1.10 ทดลองกับกลุ่มเล็ก (Small Group Testing) ทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนในกลุ่มเครือข่ายพัฒนาการศึกษาโสมพะมิตร สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษากาฬสินธุ์ เขต 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 จำนวน 9 คน โดยเลือกนักเรียนที่มีผลการเรียนจากคะแนนกลุ่มสูง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มต่ำ กลุ่มละ 3 คน แล้วดำเนินการตามลำดับขั้นตอนเหมือนการทดลองแบบหนึ่งต่อหนึ่ง พบว่าเนื้อหาของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์แต่ละเรื่องน่าสนใจมากขึ้น สอดคล้องกับความสนใจของนักเรียน

1.11 ปรับปรุงแก้ไขหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ตามข้อบกพร่องที่พบในขณะทดลองใช้แล้วจัดทำเป็นหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน ที่สมบูรณ์เพื่อนำไปใช้สอนนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนเหล่านาแกวิทยานุสรณ์ ซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยต่อไป

2. การสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ประกอบการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน รายวิชาฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยดำเนินการสร้างและหาคุณภาพตามขั้นตอนต่อไปนี้

2.1 ศึกษาหลักสูตรรายวิชาฟิสิกส์ วิชาฟิสิกส์ ช่วงชั้นที่ 4 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เพื่อให้ทราบแนวทางในการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้

2.2 ศึกษาการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่ยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 และศึกษารูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เพื่อให้ทราบแนวทางของหลักการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้และแนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์

2.3 วิเคราะห์คำอธิบายรายวิชา และเนื้อหา วิชาฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน โดยการทำความเข้าใจมาตรฐาน การเรียนรู้ ของรายวิชาฟิสิกส์ ช่วงชั้นที่ 4 มาเป็นกรอบในการทำแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง งานและพลังงาน

2.4 ศึกษารูปแบบการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ รายวิชาฟิสิกส์ โดยศึกษารายละเอียดเลือกรูปแบบการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้

2.5 จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง งานและพลังงาน รายวิชาฟิสิกส์
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 8 แผน (รวมแผนทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน) แต่ละแผน
 ใช้เวลาสอน 2 ชั่วโมง รวม 16 ชั่วโมง ดังรายละเอียดในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 กำหนดแผนการจัดการเรียนรู้ รายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม รหัสวิชา ว 40201
 หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 งานและพลังงาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

แผนที่	เรื่อง	เวลา/ชั่วโมง
1	งาน	2
2	กำลัง	2
3	พลังงานกล	2
4	พลังงานจลน์	2
5	พลังงานศักย์โน้มถ่วง	2
6	พลังงานศักย์ยืดหยุ่น	2
7	กฎการอนุรักษ์พลังงานกล	2
8	เครื่องกล	2
รวม		16

2.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่จัดทำขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญ ชุมติตามข้อ 1.5
 เพื่อพิจารณาความถูกต้อง เหมาะสมของกิจกรรม และรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
 ซึ่งผู้เชี่ยวชาญเป็นชุดเดียวกับ ข้อ 1.5 ประเมิน

2.7 จัดพิมพ์แผนการจัดการเรียนรู้ฉบับจริงเพื่อนำไปใช้สอนนักเรียน
 กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยต่อไป

3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง งานและพลังงาน กลุ่มสาระ
 การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยดำเนินการสร้างและหาคุณภาพ ตาม
 ขั้นตอน ดังนี้

3.1 ศึกษาเทคนิควิธีการสร้างแบบทดสอบที่ดี และ วิธีการคิดวิเคราะห์ข้อสอบ
 จากหนังสือการวัดผลการวิจัยของ (สมนึก ภัททิษณี. 2546 : 73 – 155) และจากหนังสือ
 การวิจัยเบื้องต้นของ บุญชม ศรีสะอาด (2545 : 50 – 63)

3.2 ศึกษารายละเอียด เนื้อหาสาระ เรื่อง งานและพลังงาน ชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 4 ตามหลักสูตรรายวิชาฟิสิกส์

3.3 กำหนดผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง เพื่อกำหนดขอบเขตเนื้อหาในการออก
ข้อสอบวัดให้สอดคล้องกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

3.4 สร้างตารางวิเคราะห์ข้อสอบ โดยยึดตามผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง
เพื่อกำหนดข้อสอบและกำหนดขั้นตอนในการวัดผล

ตารางที่ 6 วิเคราะห์โครงสร้างแผนการสอนและจำนวนข้อสอบ

สาระการเรียนรู้	จำนวนข้อสอบ	
	สร้าง	ต้องการ
งาน	7	4
กำลัง	6	4
พลังงานกล	6	4
พลังงานจลน์	5	3
พลังงานศักย์โน้มถ่วง	5	4
พลังงานศักย์ยืดหยุ่น	6	4
กฎการอนุรักษ์พลังงานกล	5	3
เครื่องกล	5	4
รวม	45	30

3.5 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบอิงเกณฑ์ตามที่กำหนด
ไว้ในตารางวิเคราะห์ข้อสอบ โดยสร้างเป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ (ต้องการใช้
จริง 30 ข้อ) และนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์ และด้านการวัดผลประเมินผล
ประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง (IOC) ซึ่งผู้เชี่ยวชาญเป็น
ชุดเดียวกับข้อ 1.5 (ภาคผนวก ข หน้า 151)

3.6 นำแบบทดสอบที่มีค่า IOC ผ่านเกณฑ์ตั้งแต่ 0.60 ขึ้นไป ไปทดลองใช้
(Try-out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนเมืองเหนือวิทยาคม สำนักงานเขตพื้นที่
การศึกษาภาคเหนือ เขต 1 จำนวน 40 คน

3.7 นำกระดาษคำตอบของแบบทดสอบมาตรวจให้คะแนน โดยให้ข้อถูก 1 คะแนน ข้อผิดหรือไม่ทำเครื่องหมายเลือกตอบ หรือตอบเกิน 1 ข้อ ให้ 0 คะแนน หลังจากตรวจกระดาษคำตอบและรวบรวมคะแนนของแต่ละคนแล้ว โดยกำหนดคะแนนจุดตัดผ่านไม่ผ่านที่ 24 คะแนน (ร้อยละ 60) ทำการวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบวัดสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่าย (p) ระหว่าง 0.20 ถึง 0.80 และค่าอำนาจจำแนกรายข้อ (B) ระหว่าง 0.20 ถึง 1.00 ไว้จำนวน 30 ข้อ พบว่า ข้อสอบที่คัดเลือกมีค่าอำนาจจำแนกรายข้อตั้งแต่ 0.32 ถึง 0.90 ค่าความยาก ตั้งแต่ 0.34 ถึง 0.76 (ภาคผนวก ข หน้า 152)

3.8 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่คัดเลือกไว้ทั้ง 30 ข้อ มาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ โดยใช้วิธีของ Lovett เท่ากับ 0.82 (บุญชม ศรีสะอาด. 2545 : 83) (ภาคผนวก ข)

3.9 จัดพิมพ์เป็นแบบทดสอบฉบับสมบูรณ์เพื่อนำไปใช้ทดสอบกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยต่อไป

4. แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนรู้ด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน รายวิชาฟิสิกส์ ผู้วิจัย ดำเนินการสร้างและหาคุณภาพ ดังนี้

4.1 ศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์

4.2 ศึกษาแนวคิด ทฤษฎีเกี่ยวกับความพึงพอใจ การวัดความพึงพอใจ

4.3 สร้างแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน รายวิชาฟิสิกส์ มีลักษณะเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ตามวิธีของลิเคอร์ท (Likert) 5 ระดับ จำนวน 10 ข้อ โดยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

มีความพึงพอใจมากที่สุด	ให้ 5 คะแนน
มีความพึงพอใจมาก	ให้ 4 คะแนน
มีความพึงพอใจปานกลาง	ให้ 3 คะแนน
มีความพึงพอใจน้อย	ให้ 2 คะแนน
มีความพึงพอใจน้อยที่สุด	ให้ 1 คะแนน

4.4 นำแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่สร้างเสร็จเรียบร้อยแล้วไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความเหมาะสมของข้อความ และความครอบคลุมของข้อความที่สอบถามความพึงพอใจของนักเรียน ซึ่งผู้เชี่ยวชาญเป็นชุดเดียวกับข้อ 1.5

4.5 นำแบบสอบถามความพึงพอใจที่ปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องแล้วไปทดลองใช้ (Try Out) กับนักเรียนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนเมืองเหนือวิทยาคม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษากาฬสินธุ์ เขต 1 จำนวน 12 คน ซึ่งเป็นนักเรียนกลุ่มทดลองใช้แผนและใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ จากนั้นนำแบบสอบถามความพึงพอใจมาวิเคราะห์หาคุณภาพ

4.6 วิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนกรายชื่อของแบบสอบถามความพึงพอใจเป็นรายข้อ โดยใช้วิธี Item – Total Correlation พบว่ามีค่าอยู่ระหว่าง 0.57 – 0.84 และวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นเป็นรายด้านของแบบสอบถามความพึงพอใจทั้งฉบับ โดยหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α - Coefficient) ตามวิธีของ Cronbach พบว่ามีค่าเท่ากับ .87 (ภาคผนวก ข)

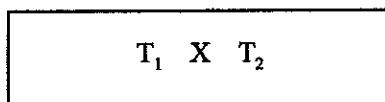
4.7 จัดพิมพ์แบบสอบถามความพึงพอใจฉบับสมบูรณ์เพื่อนำไปสอบถามวัดความพึงพอใจของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนเหล่านาแก้ววิทยานุสรณ์ ซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยต่อไป

การดำเนินการทดลอง

1. แบบแผนการทดลอง

ผู้วิจัยใช้แบบแผนการทดลองแบบ กลุ่มทดลองกลุ่มเดียววัดผลก่อน และหลังการทดลอง (The Single Group Pretest-Posttest Design) (ประวิต เอรารวรรณ์, 2545 : 55) รายละเอียดดังภาพประกอบที่ 2

ผังการทดลอง



ภาพประกอบที่ 2 แบบแผนการทดลองแบบ The single group Pretest-Posttest design

- T_1 หมายถึง การวัดผลก่อนการทดลอง (Pretest)
- X หมายถึง การจัดกระทำตามการทดลอง (Treatment)
- T_2 หมายถึง การวัดผลหลังการทดลอง (Posttest)

2. วิธีดำเนินการทดลอง

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยดำเนินการทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนเหล่านาแก้ววิทยานุสรณ์ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษากาฬสินธุ์ เขต 1 จำนวน 45 คน ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2553

3. กำหนดวัน เวลา และเนื้อหา ที่ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2553 ซึ่งมีรายละเอียดการดำเนินการทดลอง ดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ปฏิทินการทดลองใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน

วัน / เดือน / ปี	กิจกรรมการเรียนการสอน เรื่อง	เวลา (ชั่วโมง)
	ปฐมนิเทศ	2
	งาน	2
	กำลัง	2
	พลังงานกล	2
	พลังงานจลน์	2
	พลังงานศักย์โน้มถ่วง	2
	พลังงานศักย์ยืดหยุ่น	2
	กฎการอนุรักษ์พลังงานกล	2
	เครื่องกล	2
	ทดสอบหลังเรียน	2
	สอบถามความพึงพอใจ	

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

1. ชั่วโมงที่ 1 ผู้วิจัยปฐมนิเทศ ชี้แจงวิธีการเรียน โดยใช้ หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ และทำการทดสอบก่อนเรียนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 4 โดยใช้แบบทดสอบก่อนเรียน จำนวน 30 ข้อ

2. ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน รายวิชาฟิสิกส์ ตามแผนการจัดการเรียนรู้ ใช้เวลาสอนทั้งหมด 16 ชั่วโมง โดยการศึกษาด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์นักเรียนจะใช้คอมพิวเตอร์ร่วมกันสองคนต่อเครื่อง ในระหว่างจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูล โดยให้นักเรียนทำใบกิจกรรม และทดสอบย่อยเมื่อเรียนจบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์แต่ละเล่ม

3. ชั่วโมงที่ 19 และ 20 นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน จำนวน 30 ข้อ และตรวจสอบถามวัดความพึงพอใจของนักเรียน โดยใช้แบบสอบถามความพึงพอใจ

4. ตรวจสอบให้คะแนนผลการทดสอบและตรวจแบบสอบถามเพื่อนำข้อมูลไปวิเคราะห์ในลำดับต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับ ดังนี้

1. วิเคราะห์คะแนนทดสอบก่อนเรียน หลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนเสนาวนาแกววิทยานุสรณ์ เรื่อง งานและพลังงาน โดยหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน แล้วคิดเป็นร้อยละ

2. วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

2.1 วิเคราะห์หาค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าร้อยละ (Percentage) ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของคะแนนที่ได้จากการแบบทดสอบย่อยท้ายชุดการสอนแต่ละชุด และคะแนนทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียน

2.2 วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ตามเกณฑ์ 70/70 โดยใช้สูตร E_1/E_2 (เผชิญ กิจระการ. 2544 : 44-51)

3. เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนทดสอบก่อนเรียนกับคะแนนทดสอบหลังเรียน โดยใช้การทดสอบค่าที (t-test Dependent Samples)

4. วิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนรู้โดยใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์โดยหาค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) แล้วนำไปเทียบกับเกณฑ์การแปลความหมายของค่าเฉลี่ย (บุญชม ศรีสะอาด. 2545 : 67) ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.51-5.00	หมายถึง มีความพึงพอใจมากที่สุด
ค่าเฉลี่ย 3.51-4.50	หมายถึง มีความพึงพอใจมาก
ค่าเฉลี่ย 2.51-3.50	หมายถึง มีความพึงพอใจปานกลาง
ค่าเฉลี่ย 1.51-2.50	หมายถึง มีความพึงพอใจน้อย
ค่าเฉลี่ย 1.00-1.50	หมายถึง มีความพึงพอใจน้อยที่สุด

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล มี 3 กลุ่ม ดังนี้

1. สถิติพื้นฐาน ได้แก่

1.1 ร้อยละ (Percentage) (บุญชม ศรีสะอาด. 2545 : 101) โดยใช้สูตร ดังนี้

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

เมื่อ	P	แทน	ร้อยละ
	f	แทน	ความถี่ที่ต้องการแปลงให้เป็นร้อยละ
	N	แทน	จำนวนความถี่ทั้งหมด

1.2 ค่าเฉลี่ย (Mean) (บุญชม ศรีสะอาด. 2545 : 102) โดยใช้สูตร

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

เมื่อ	\bar{X}	แทน	ค่าเฉลี่ย
	$\sum X$	แทน	ผลรวมของคะแนนทั้งหมดในกลุ่ม
	N	แทน	จำนวนคะแนนในกลุ่ม

1.3 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) (บุญชม ศรีสะอาด. 2545 : 103) โดยใช้สูตร

$$s = \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{N - 1}}$$

เมื่อ	S	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	X	แทน	คะแนนแต่ละตัว
	\bar{X}	แทน	ค่าเฉลี่ย
	N	แทน	จำนวนคะแนนในกลุ่ม
	\sum	แทน	ผลรวม

2. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์หาคุณภาพของเครื่องมือ

2.1 การหาค่าความเที่ยงตรง (Validity) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้สูตรดัชนีค่าความสอดคล้อง IOC (สมนึก กัททิษณี. 2544 : 166 – 167)

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

เมื่อ	IOC	แทน	ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับวัตถุประสงค์
	$\sum R$	แทน	ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ
	N	แทน	จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2.2 ค่าความยาก (Difficulty) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้สูตร p (บุญชม ศรีสะอาด. 2545 : 84)

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

เมื่อ	p	แทน	ความยากง่ายของแบบทดสอบแต่ละข้อ
	R	แทน	จำนวนคนที่ทำข้อสอบข้อนั้นถูก
	N	แทน	จำนวนคนที่ทำข้อสอบนั้นทั้งหมด

2.3 การหาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้
สูตร B (Discrimination Index B) (บุญชม ศรีสะอาด. 2545 : 90)

$$B = \frac{U}{n_1} - \frac{L}{n_2}$$

เมื่อ	B	แทน	ค่าอำนาจจำแนก
	U	แทน	จำนวนนักเรียนกลุ่ม n_1 ตอบข้อสอบถูก
	L	แทน	จำนวนนักเรียนกลุ่ม n_2 ตอบข้อสอบถูก
	n_1	แทน	จำนวนนักเรียนที่ได้คะแนนสูงกว่าคะแนนจุดตัด
	n_2	แทน	จำนวนนักเรียนที่ได้คะแนนต่ำกว่าคะแนนจุดตัด

2.4 การหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้สูตรของโลเวท (Lovett) (บุญชม ศรีสะอาด. 2545 : 96)

$$r_{cc} = 1 - \frac{k(\sum X_i - \sum C)^2}{(k-1) \sum (X_i - C)^2}$$

เมื่อ	r_{cc}	แทน	ค่าความเชื่อมั่นของคะแนนแบบทดสอบแบบอิงเกณฑ์
	k	แทน	จำนวนข้อสอบในแบบทดสอบแบบอิงเกณฑ์
	$\sum X_i$	แทน	ผลรวมของคะแนนนักเรียนแต่ละคน
	C	แทน	คะแนนจุดตัดของคะแนนทดสอบ

2.5 หาค่าอำนาจจำแนกของแบบสอบถามความพึงพอใจเป็นรายข้อ โดยใช้วิธี
Item – total Correlation ใช้สูตรสหสัมพันธ์อย่างง่ายของเพียร์สัน (บุญชม ศรีสะอาด. 2545 :
110) 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	r_{xy}	แทน	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร X กับ Y
	$\sum X$	แทน	ผลรวมของค่าตัวแปร X

$\sum Y$	แทน	ผลรวมของค่าตัวแปร Y
$\sum XY$	แทน	ผลรวมของผลคูณระหว่างค่าตัวแปร X และ Y
$\sum X^2$	แทน	ผลรวมของกำลังสองของค่าตัวแปร X
$\sum Y^2$	แทน	ผลรวมของกำลังสองของค่าตัวแปร Y
N	แทน	จำนวนคู่ของค่าตัวแปรหรือจำนวนสมาชิกในกลุ่ม

2.6 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามความพึงพอใจทั้งฉบับโดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (Alpha Coefficient) ตามวิธีของครอนบาค (Cronbach) (บุญชม ศรีสะอาด. 2545 : 96) โดยใช้สูตร

$$\alpha = \frac{k}{(k-1)} \left\{ 1 - \frac{\sum S_i^2}{S^2} \right\}$$

เมื่อ α	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น
k	แทน	จำนวนข้อของเครื่องมือวัด
$\sum S_i^2$	แทน	ผลรวมของความแปรปรวนแต่ละข้อ
S^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนรวม

3. ประสิทธิภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ หาโดยใช้สูตร (เผชิญ กิจระการ. 2544 : 49 – 50) ดังนี้

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

$$E_2 = \frac{\sum F}{NB} \times 100$$

เมื่อ $\sum X$	แทน	คะแนนรวมระหว่างการฝึกปฏิบัติ
$\sum F$	แทน	คะแนนรวมของการทดสอบหลังใช้แบบฝึกทักษะการเขียน โดยใช้แผนผังความคิด (Mind Mapping)
A, B	แทน	คะแนนเต็มของการทดสอบทั้ง 2 ฉบับ
N	แทน	จำนวนนักเรียน
E_1	แทน	ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทุกคนจากการทำแบบฝึกหัดท้ายแผนทุกแผนรวมกัน

E_2 แทน ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียน

4. สถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐาน

เปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้ t-test แบบ Dependent Samples (บุญชม ศรีสะอาด. 2545 : 120) โดยใช้สูตร ดังนี้

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

เมื่อ t แทน ค่าสถิติทดสอบจากการกระจายแบบที
 D แทน ค่าความแตกต่างของคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน
 n แทน จำนวนนักเรียน