

### บทที่ 3

#### วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดวิธีในการดำเนินการวิจัยเป็นขั้นตอน ดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. แบบแผนการวิจัย
3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ
5. การเก็บรวบรวมข้อมูล
6. การวิเคราะห์ข้อมูล
7. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

#### ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนศรีกระนวนวิทยาคม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาขอนแก่น เขต 4 ที่เรียนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 มีจำนวนนักเรียน 492 คน
2. กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนศรีกระนวนวิทยาคม จังหวัดขอนแก่น ที่เรียนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 จำนวน 1 ห้องเรียน มีนักเรียน จำนวน 33 คน ได้จากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random Sampling)

#### แบบแผนการวิจัย

การวิจัยในขั้นตอนการทดลองสอนเป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental design) มีรูปแบบการทดลอง ดังนี้

1. สอบก่อนเรียนและสอบหลังเรียน ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างโดยนักเรียนชุดเดียวกัน เพื่อทดสอบสมมติฐานข้อที่ 1
2. ประเมินผลการเรียนรู้ด้านทักษะปฏิบัติการวิทยาศาสตร์และความพึงพอใจ หลังการเรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เพื่อทดสอบสมมติฐานข้อที่ 2 และ 3 ตามลำดับ

## เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง พอลิเมอร์และผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์
2. แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้านความรู้
3. แบบประเมินผลการเรียนรู้ด้านทักษะปฏิบัติการทดลอง
4. แบบประเมินความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

## การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ

1. การสร้างบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ แบ่งออกเป็น 3 ตอน คือ

### ตอนที่ 1 การพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

การพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยแบ่งการดำเนินการวิจัย ดังนี้

1. การยกร่างบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ดำเนินการดังนี้ ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ 1) หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 2) คู่มือตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของสำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา 3) คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี พุทธศักราช 2545 และ 4) เอกสารเกี่ยวกับกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ทำการศึกษาและวิเคราะห์ในส่วนที่เกี่ยวกับบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ สำหรับสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สาระที่ 3 เรื่อง สารและสมบัติของสาร มาตรฐาน ว 3.2 มากำหนดกิจกรรมบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ประกอบด้วย 4 เรื่องจำนวน 6 บทปฏิบัติการ ดังนี้

เรื่องที่ 1 ประเภทของพอลิเมอร์ ประกอบด้วย 1 บทปฏิบัติการคือ บทปฏิบัติการเรื่อง พอลิเมอร์ลูกบิด

เรื่องที่ 2 ปฏิกิริยาของพอลิเมอร์ ประกอบด้วย 1 บทปฏิบัติการ คือ บทปฏิบัติการเรื่อง ปฏิกิริยาควบหรือเติม

เรื่องที่ 3 โครงสร้างและสมบัติของพอลิเมอร์ ประกอบด้วย 1 บทปฏิบัติการ คือ บทปฏิบัติการเรื่อง สมบัติบางประการของพอลิเมอร์

เรื่องที่ 4 ผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์ ประกอบด้วย 3 บทปฏิบัติการ คือ บทปฏิบัติการเรื่อง สมบัติของพลาสติก บทปฏิบัติการเรื่อง สมบัติของเส้นใย และบทปฏิบัติการเรื่อง สมบัติของยาง

2. การทดลองทางวิทยาศาสตร์เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในทางปฏิบัติ

นำบทปฏิบัติการที่ได้ไปทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เพื่อตรวจสอบความเป็นไปได้ในทางปฏิบัติและความเหมาะสมของบทปฏิบัติการ แล้วพัฒนาเป็นบทปฏิบัติการ วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนซึ่งแต่ละบทปฏิบัติการมีกิจกรรม 2 ตอน คือ ตอนที่ 1 นักเรียนทำการ

ทดลองตามบทปฏิบัติการที่พัฒนาขึ้น และตอนที่ 2 นักเรียนทำการทดลองในลักษณะกิจกรรมลองคิด-ลองทำ โดยตัดแปลงอุปกรณ์และขั้นตอนการทดลอง ซึ่งศึกษาแนวทางในการดัดแปลงจากกิจกรรมในหนังสือเรียน สสวท. บทปฏิบัติการสำหรับนักเรียน ดังกล่าว มีสาระนอกเหนือจากส่วนที่เป็นการทดลองจากห้องปฏิบัติการ ดังนี้

2.1 นักเรียนทำการทดลองตามบทปฏิบัติการที่ออกแบบไว้ (ภาคผนวก ข)

2.2 นักเรียนศึกษาและดัดแปลงการใช้อุปกรณ์ สารเคมีและขั้นตอนการทดลองแต่

ละบทปฏิบัติการ

บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์แต่ละบทมีองค์ประกอบ 3 ส่วนดังนี้ ส่วนที่ 1 ชื่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์และใบความรู้ประกอบบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ส่วนที่ 2 บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย แนวคิดหรือหลักการ จุดประสงค์การทดลอง อุปกรณ์และสารเคมี และวิธีการทดลอง ส่วนที่ 3 เอกสารรายงานผลการทดลองและคำถามท้ายบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

**คู่มือครูประกอบการสอนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์**

ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อเป็นแนวทางสำหรับครูผู้สอนที่จะนำบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นไปใช้ในการเรียนการสอน โดยดำเนินการดังนี้

1. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ประกอบด้วย 1) หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 2) คู่มือตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของสำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา 3) คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี พุทธศักราช 2545 และ 4) เอกสารเกี่ยวกับกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ทำการศึกษาและวิเคราะห์ในส่วนที่เกี่ยวกับบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ สำหรับการนำมาพัฒนาความรู้ด้านวิทยาศาสตร์โดยการสร้างให้มีคุณภาพและประสิทธิภาพตามทฤษฎีและหลักการทางวิทยาศาสตร์ แล้วนำผลการศึกษาในสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สาระที่ 3 เรื่อง สารและสมบัติของสาร มาตรฐาน ว 3.2 มากำหนดกิจกรรมบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

2. ศึกษาตัวชี้วัด สาระแกนกลางมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มวิทยาศาสตร์ คำอธิบายรายวิชา สาระที่ : 3 สารและสมบัติของสาร จุดประสงค์ รวมทั้งเอกสารต่างๆที่เกี่ยวข้องเพื่อใช้ในการสร้างคู่มือประกอบการสอนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ คู่มือประกอบการสอนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์แต่ละบทมีองค์ประกอบ ดังนี้ 1)ชื่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ 2) จุดประสงค์การเรียนรู้ 3) จุดประสงค์การทดลอง 4) อุปกรณ์และสารเคมี 5) เวลาที่ใช้ 6) การเตรียมล่วงหน้า 7) การอธิบายก่อนการทดลอง 8) แนวการตั้งปัญหา 9) แนวการตั้งสมมติฐาน 10) ตัวอย่างผลการ

ทดลอง 11) การอภิปรายหลังการทดลอง 12) แนวการตอบคำถามท้ายบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ และ 13) คำแนะนำเพิ่มเติม

3. นำคู่มือครูประกอบการสอนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นเสนอต่อ คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

3. การตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยนำบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้น เสนอต่อคณะกรรมการที่ปรึกษา วิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่านซึ่งประกอบด้วย ผู้สอนวิชาเคมีที่ทำการสอนอย่างน้อย 5 ปีจำนวน 1 ท่าน นักวิชาการด้านวิทยาศาสตร์จำนวน 1 ท่าน ผู้สอนวิชาวัดและประเมินผลที่ทำการ สอนอย่างน้อย 5 ปีจำนวน 1 ท่าน โดยนำเสนอเป็นลำดับดังนี้ นางสาวฝัน เกษมสุข ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ โรงเรียนน้ำพองศึกษา จังหวัดขอนแก่น ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุนันท์ บุตรศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม และ ดร.ไพศาล วรคำ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม และผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้านพอลิเมอร์ โดย อาจารย์สมาน ศรีสะอาด คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม เพื่อ ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์กับ องค์ประกอบของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์โดยพิจารณาจากค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ .50 ขึ้นไปและนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไข ซึ่งกำหนดเกณฑ์การพิจารณาค่าดัชนีความ สอดคล้องดังนี้

+1 หมายถึง สอดคล้อง

0 หมายถึง ไม่แน่ใจ

-1 หมายถึง ไม่สอดคล้อง

องค์ประกอบของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ต้องการวัด 3 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ใบความรู้ประกอบบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ได้แก่

1.1 ความถูกต้องและเหมาะสมของเนื้อหาในใบความรู้

1.2 ภาษาเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน

ส่วนที่ 2 บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ได้แก่

2.1 หลักการ

2.2 จุดประสงค์การทดลอง

2.3 อุปกรณ์และสารเคมี

2.4 วิธีการทดลอง

ส่วนที่ 3 เอกสารรายงานผลการทดลองและคำถามท้ายบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์  
ได้แก่

- 3.1 รูปแบบเอกสารรายงานผลการทดลอง
- 3.2 คำถามท้ายบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
  - 3.2.1 สอดคล้องกับการทดลองในบทปฏิบัติการ
  - 3.2.2 สอดคล้องกับจุดประสงค์การทดลอง

ผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญปรากฏว่า บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นมีค่าดัชนี  
ความสอดคล้อง (IOC) แต่ละบทปฏิบัติการ อยู่ในช่วง 0.81 - 1.00 (ภาคผนวก ค) และนำ  
ข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญมาปรับปรุงแก้ไขบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เพื่อให้สมบูรณ์และ  
เหมาะสมยิ่งขึ้น โดยสรุปข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญ ดังนี้

1. ควรปรับรูปแบบให้เหมาะสมเป็นระบบ เช่น ขนาดตัวอักษร หัวข้อใหญ่/รองควรมีขนาดต่างกันตามลำดับ
2. บทปฏิบัติการเรื่อง พอลิเมอร์ลูกบิด ขั้นตอนการทดลองไม่ชัดเจน ปฏิบัติไม่ได้
3. ควรมีรูปแสดงประกอบการทดลอง
4. บทปฏิบัติการเรื่อง ปฏิกิริยาควมหรือเติม ตารางบันทึกละเอียดเกินไปนักเรียนจะบันทึกไม่ได้
5. คำถามท้ายการทดลอง ไม่สอดคล้องกับบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
6. อาจใช้อุปกรณ์ที่นอกเหนือจากห้องทดลองมาทดแทนได้เพื่อฝึกให้นักเรียนเห็นคุณค่าของสิ่งเหลือใช้และประยุกต์ใช้อุปกรณ์ในการทดลอง

ผู้วิจัยได้ปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ แล้วนำไปประเมินคุณภาพ

#### 4. การประเมินคุณภาพบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยนำบทปฏิบัติการที่ได้ปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปประเมินคุณภาพองค์ประกอบของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์โดยผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่านที่เป็นชุดเดียวกับการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ซึ่งประเมินองค์ประกอบของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบประเมินมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยกำหนดคะแนนของระดับความคิดเห็นแต่ละช่วง ดังนี้

- ระดับคะแนน 5 หมายถึง ดีมาก
- ระดับคะแนน 4 หมายถึง ดี
- ระดับคะแนน 3 หมายถึง ปานกลาง
- ระดับคะแนน 2 หมายถึง พอใช้

ระดับคะแนน 1 หมายถึง ต้องปรับปรุง

ส่วนการให้ความหมายใช้การแปลความจากช่วงของค่าเฉลี่ยรายข้อ(บุญชม ศรีสะอาด. 2535: 100) ดังนี้

คะแนนเฉลี่ย 4.51 – 5.00 หมายถึง ดีมาก

คะแนนเฉลี่ย 3.51 – 4.50 หมายถึง ดี

คะแนนเฉลี่ย 2.51 – 3.50 หมายถึง ปานกลาง

คะแนนเฉลี่ย 1.51 – 2.50 หมายถึง พอใช้

คะแนนเฉลี่ย 1.00 – 1.50 หมายถึง ต้องปรับปรุง

ซึ่งผลการประเมินคุณภาพของบทปฏิบัติการ โดยผู้เชี่ยวชาญในแต่ละบทปฏิบัติการตั้งแต่ 4.56 – 4.87 และโดยเฉลี่ย เท่ากับ 4.63 มีผลการประเมินอยู่ในระดับ ดีมาก (ภาคผนวก ง)

ตอนที่ 2 การหาประสิทธิภาพบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ โดยใช้เกณฑ์ 75/75

การหาประสิทธิภาพบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง พอลิเมอร์และผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์ โดยศึกษาจากผลการวิจัยนำร่อง ดังนี้

1. นำบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นไปทดลองสอนกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนศรีกระนวนวิทยาคม กลุ่มย่อยที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างที่มีระดับความสามารถแตกต่างกัน คือ เก่ง ปานกลาง อ่อน จำนวน 3 คน เพื่อดูความเหมาะสมในด้านองค์ประกอบของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ในส่วนต่างๆ คือ ส่วนที่ 1 ใบความรู้ประกอบบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ส่วนที่ 2 บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ และส่วนที่ 3 เอกสารรายงานผลการทดลองและคำถามท้ายบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

2. การหาประสิทธิภาพบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ตามเกณฑ์ 75/75 โดยทดลองสอนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนศรีกระนวนวิทยาคม กลุ่มย่อยที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างที่มีระดับความสามารถแตกต่างกันคือ เก่ง ปานกลาง อ่อน จำนวน 3 กลุ่ม กลุ่มละ 3 คน รวม 9 คน พร้อมประเมินความคิดเห็นของนักเรียนที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับคุณภาพของบทปฏิบัติการในส่วนที่ 1 ใบความรู้ประกอบบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ส่วนที่ 2 บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ และส่วนที่ 3 เอกสารรายงานผลการทดลองและคำถามท้ายบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์โดยใช้เกณฑ์มาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ คือ 5 4 3 2 และ 1 แล้วสรุปคะแนนจากค่าเฉลี่ยรายข้อของแต่ละบทปฏิบัติการ ซึ่งผลการประเมินในแต่ละบทปฏิบัติการและโดยภาพรวมมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.53 มีผลการประเมินอยู่ในระดับดีมาก (ภาคผนวก ง)

### ตอนที่ 3 การนำบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นไปทดลองสอน

การวิจัยครั้งนี้ ทำการทดลองสอนนักเรียนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 จำนวน 6 ครั้งๆละ 2 ชั่วโมง รวม 12 ชั่วโมง

#### 2. การสร้าง แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้านความรู้

การสร้างแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ดำเนินการดังนี้

2.1 ศึกษา ค้นคว้า และรวบรวมเอกสารเกี่ยวกับการวัดผลการเรียนวิทยาศาสตร์ด้านพุทธิพิสัยของ ฌ์ฐฎฬงษ์ เจริญพิทย. (2542 : 40-80) และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.2 วิเคราะห์เนื้อหาและผลการเรียนรู้ที่คาดหวังของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เพื่อให้นำผลที่ได้มาสร้างแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ แบบปรนัยชนิดเลือกตอบ (4 ตัวเลือก) จำนวน 35 ข้อ โดยมีพฤติกรรม 3 ด้านดังนี้

2.2.1 ด้านความรู้ – ความจำ

2.2.2 ด้านความเข้าใจ

2.2.3 ด้านการนำไปใช้

ตารางที่ 4 แสดงการจำแนกข้อสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ของพฤติกรรม 3 ด้าน

เนื้อหา	พฤติกรรมการเรียนรู้ด้านที่						รวม	
	รู้-จำ		เข้าใจ		นำไปใช้		ข้อที่ออก	ข้อที่ใช้
	ข้อที่ออก	ข้อที่ใช้	ข้อที่ออก	ข้อที่ใช้	ข้อที่ออก	ข้อที่ใช้		
1 ประเภทของพอลิเมอร์	8	5	3	2	-	-	11	7
2 ปฏิกริยาของพอลิเมอร์	1	1	3	1	3	3	7	5
3 โครงสร้างและสมบัติของพอลิเมอร์	5	3	2	2	-	-	7	5
4 ผลิตภัณฑ์ของพอลิเมอร์	15	9	11	7	2	2	28	18
รวม	29	18	19	12	5	5	53	35

2.3 นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเสนอต่อคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ซึ่งเป็นชุดเดียวกับชุดที่ประเมินความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) ของแบบทดสอบ โดยพิจารณาจากค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างคำถามกับพฤติกรรมการเรียนรู้ ที่มีค่าดัชนีความ

สอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป พบว่ามีค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.67 – 1.00 (ภาคผนวก ค) และนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไข

2.4 นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแก้ไขไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนนาโคกพิทยาสรรพ์ อำเภอกุฉินารายณ์ จังหวัดกาฬสินธุ์ จำนวน 41 คน ซึ่งเป็นกลุ่มนักเรียนที่เรียนเรื่องพอลิเมอร์ ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2552 แล้วนำผลการทดสอบมาวิเคราะห์หาค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบเป็นรายชื่อ

2.5 คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง 0.20-0.80 และค่าอำนาจจำแนก(r) ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไปจำนวน 35 ข้อ พบว่ามีค่าความยาก อยู่ระหว่าง 0.10 – 0.85 และค่าอำนาจจำแนก อยู่ระหว่าง -0.36 – 0.91 (ภาคผนวก ง)

2.6 นำข้อสอบที่คัดเลือกมาหาค่าความเชื่อมั่น แบบคูเดอร์ ริชาร์ดสัน (Kuder - Richardson) โดยใช้สูตร KR 20 พบว่า มีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ เท่ากับ 0.869 (ภาคผนวก ง)

2.7 นำแบบทดสอบไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างจริง

### 3. แบบประเมินผลการเรียนรู้ด้านทักษะปฏิบัติการทดลอง

การสร้างแบบประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้านทักษะปฏิบัติการทดลอง ดำเนินการดังนี้

3.1 ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับการวัดผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้านทักษะปฏิบัติการทดลองของณัฐพงษ์ เจริญพิทย์. (2542 : 82-112) รวมทั้งเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.2 ศึกษาเกณฑ์การให้คะแนนเพื่อการประเมินตามสภาพจริง โดยอิงเกณฑ์รูบริก (Rubric) ของณัฐพงษ์ เจริญพิทย์ (2542 : 205-209) เป็นการให้คะแนนภาพรวม (Holistic score) และการให้คะแนนแยกองค์ประกอบ (Analytic score)

3.3 สร้างแบบประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้านทักษะปฏิบัติการทดลองเป็นแบบประเมินสภาพจริงโดยกำหนดคะแนนแบบรูบริก (Rubric scoring) การให้คะแนนแบบแยกองค์ประกอบ (Analytic score) แบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับคือ ดีมาก ดี ปานกลาง พอใช้ ปรับปรุง โดยมีคะแนน 5 4 3 2 และ 1 ตามลำดับ ซึ่งผู้วิจัยดัดแปลงจากแบบสังเกตและบันทึกผลการเรียนวิทยาศาสตร์ด้านการปฏิบัติการทดลอง ของณัฐพงษ์ เจริญพิทย์. (2542 : 81-112) โดยแยกการประเมินเป็น 2 ส่วนดังนี้

ส่วนที่ 1 ประกอบด้วยด้านการวางแผนการทดลองและด้านปฏิบัติการทดลอง โดยมีพฤติกรรมที่ต้องประเมินดังนี้



1. ด้านการวางแผนการทดลอง ประเด็นการประเมินมีดังนี้
  - 1.1 มีการปรึกษาหารือ(กับผู้ที่เกี่ยวข้อง)เพื่อทำความเข้าใจในขั้นตอนการทดลอง
  - 1.2 มีการวางแผนการทดลองได้อย่างเหมาะสม
  - 1.3 มีการแบ่งหน้าที่ความรับผิดชอบให้ผู้ร่วมการทดลองอย่างเหมาะสมชัดเจน
  - 1.4 มีความสามารถในการปรับปรุงแนวทางการทดลองอย่างเหมาะสม

2. ด้านการปฏิบัติการทดลอง แยกเป็น

- 2.1 เทคนิคการทดลอง ประเด็นการประเมินมีดังนี้
  - 2.1.1 ดำเนินการทดลองอย่างถูกวิธี เป็นขั้นตอนไม่สับสน
  - 2.1.2 ใช้อุปกรณ์ต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง
  - 2.1.3 อ่านค่าและตรวจได้อย่างถูกต้อง
  - 2.1.4 ทำการทดลองอย่างระมัดระวังและปลอดภัย
- 2.2 ความคล่องแคล่วในการทดลอง ประเด็นการประเมินมีดังนี้
  - 2.2.1 ปฏิบัติการทดลองอย่างคล่องแคล่ว
  - 2.2.2 ปฏิบัติการทดลองอย่างถูกต้องสมบูรณ์
  - 2.2.3 มีความเชื่อมั่นในขณะปฏิบัติการทดลอง
  - 2.2.4 ทำการทดลองได้ทันเวลาที่กำหนด

- 2.3 ความสะอาดและความเป็นระเบียบ ประเด็นการประเมินมีดังนี้

- 2.3.1 จัดพื้นที่สำหรับการทดลองเรียบร้อยเหมาะสมและเพียงพอ
- 2.3.2 จัดวางอุปกรณ์เครื่องใช้ให้ใช้ได้สะดวกขณะทดลอง
- 2.3.3 จัดเก็บอุปกรณ์เครื่องใช้หลังทดลองได้ถูกวิธี
- 2.3.4 ทำความสะอาดพื้นที่และอุปกรณ์ได้อย่างสะอาดและเรียบร้อย

การบันทึกผลการประเมิน ดำเนินการดังนี้

1. ผู้ประเมินประกอบด้วยตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มประเมินกลุ่มตนเอง และครูผู้สอนประเมินแต่ละกลุ่ม

2. สรุปคะแนน โดยรวมคะแนนจากผู้ประเมินทั้งสองส่วนแล้วหาค่าเฉลี่ย
3. ให้ผู้ประเมินให้คะแนนตามสภาพจริง

4. บันทึกผลลงในแบบบันทึกการประเมิน (ภาคผนวก จ)

ส่วนที่ 2 ประกอบด้วยด้านการจัดทำรายงานผลการทดลอง ผู้วิจัยทำการประเมินเป็นรายบุคคลหลังจากนักเรียนปฏิบัติการทดลองเสร็จสิ้นในแต่ละบทปฏิบัติการ โดยประเมินองค์ประกอบของรายงาน ดังนี้

1. จุดประสงค์การทดลอง
2. สมมติฐานการทดลอง
3. ผลการทดลอง
4. สรุปผลการทดลอง
5. คำถามท้ายการทดลอง

การบันทึกผลการประเมิน ดำเนินการดังนี้

1. ทำการประเมิน โดยครูผู้สอนเป็นรายบุคคลซึ่งรวมคะแนนในตอนต้นที่ 1 และตอนที่ 2 แล้วหาค่าเฉลี่ย

2. บันทึกผลลงในแบบบันทึกการประเมิน (ภาคผนวก จ)

3.4 นำแบบประเมินผลการเรียนรู้ด้านทักษะปฏิบัติการทดลองที่สร้างขึ้น เสนอต่อคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ซึ่งเป็นชุดเดียวกับผู้เชี่ยวชาญที่ประเมินบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ โดยตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างและความเหมาะสมของแบบประเมิน โดยพิจารณาจากค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป พบว่ามีความดัชนีความสอดคล้อง เท่ากับ 1.00 (ภาคผนวก ค) แล้วนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไข

3.5 นำแบบประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้านทักษะปฏิบัติการทดลองที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปใช้กับกลุ่มทดลองใช้บทปฏิบัติการ

3.6 นำคะแนนผลการประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้านทักษะปฏิบัติการทดลองที่ได้จากกลุ่มตัวอย่างมาหาค่าความเชื่อมั่นของแบบประเมิน โดยใช้สูตรหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's alpha coefficient) มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.879 (ภาคผนวก ฉ)

#### 4. แบบประเมินความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

การสร้างแบบประเมินความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ดำเนินการดังนี้

4.1 ศึกษา ค้นคว้ารวบรวมเอกสารเกี่ยวกับการวัดผลประเมินผล การสร้างแบบประเมินตามวิธีของลิเคิร์ต (Likert scale) และการวัดผลการเรียนรู้ด้านเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ของณัฐพงษ์ เจริญพิทย์. (2542 : 119-146) และพวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2543 : 107-108)

4.2 สร้างแบบประเมินความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ โดยดัดแปลงจากแบบ สอบถามวัดเจตคติต่อการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ของ ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์. (2542 : 144-146) เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับที่มีระดับความคิดเห็นคือ มาก ที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด โดยพิจารณาความคิดเห็นหรือความรู้สึก 2 ด้าน ดังนี้

ด้านที่ 1 ความรู้สึกนึกคิดต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

ด้านที่ 2 การแสดงออกต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์แบ่งออกเป็น 2 ด้านคือ

2.1 การแสดงออกต่อกิจกรรมการเรียนการสอนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

2.2 การเห็นประโยชน์ของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

แบบประเมินความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์มีเนื้อหาของข้อคำถามทั้งเชิงบวกและเชิงลบ

4.3 นำแบบประเมินความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นเสนอต่อคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ซึ่งเป็นชุดเดียวกับผู้เชี่ยวชาญที่ประเมินบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์โดยตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างและความเหมาะสมของแบบสอบถาม โดยพิจารณาจากค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป พบว่ามีความดัชนีความสอดคล้อง เท่ากับ 1.00 (ภาคผนวก ค) แล้วนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไข

4.4 นำแบบประเมินความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ปรับปรุงแล้วไปใช้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

4.5 นำคะแนนผลการประเมินที่ได้จากกลุ่มตัวอย่าง มาหาค่าอำนาจจำแนกเป็นรายข้อ โดยใช้ item – total correlation พบว่ามีค่าอำนาจจำแนกรายข้อ อยู่ระหว่าง 0.062 – 0.746 และหาค่าความเชื่อมั่น โดยใช้สูตรหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's alpha coefficient) มีค่าความเชื่อมั่น ด้านที่ 1 เท่ากับ 0.670 ด้านที่ 2 เท่ากับ 0.861 โดยรวมเท่ากับ 0.882 (ภาคผนวก ฉ)

### การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

1. ติดต่อผู้บริหาร โรงเรียน เพื่อขอความร่วมมือในการวิจัย
2. เก็บข้อมูลก่อนการทดลอง โดยให้นักเรียน กลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ก่อนเรียนเพื่อนำคะแนนเปรียบเทียบกับผลการเรียนรู้หลังเรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
3. ทำการสอน โดยใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เรื่อง พอลิเมอร์และผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์กับนักเรียนกลุ่มย่อยที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อกำหนดค่าเกณฑ์ประสิทธิภาพและหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดคือ 75/75
4. ทำการสอนนักเรียนกลุ่มตัวอย่างและเก็บข้อมูลทักษะปฏิบัติการทดลอง โดยใช้แบบประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองในขณะที่นักเรียนกลุ่มตัวอย่างเรียนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ทุกบทปฏิบัติการ แต่ละส่วนดังนี้

ส่วนที่ 1 ด้านการวางแผนการทดลองและด้านการปฏิบัติทดลอง มีเกณฑ์การให้คะแนน คือ

- 1.1 มีพฤติกรรมแสดงออก 4 ประเด็น ได้ 5 คะแนน มีทักษะปฏิบัติอยู่ใน ระดับดีมาก
- 1.2 มีพฤติกรรมแสดงออก 3 ประเด็น ได้ 4 คะแนน มีทักษะปฏิบัติอยู่ใน ระดับดี
- 1.3 มีพฤติกรรมแสดงออก 2 ประเด็น ได้ 3 คะแนน มีทักษะปฏิบัติอยู่ใน ระดับปานกลาง
- 1.4 มีพฤติกรรมแสดงออก 1 ประเด็น ได้ 2 คะแนน มีทักษะปฏิบัติอยู่ใน ระดับพอใช้
- 1.5 ไม่มีพฤติกรรมแสดงออก ได้ 1 คะแนน มีทักษะปฏิบัติอยู่ใน ระดับปรับปรุง

ส่วนที่ 2 ด้านการเขียนรายงานผลการทดลอง มีเกณฑ์การให้คะแนน คือ

- 2.1 เขียนถูกต้อง 4-5 องค์ประกอบ ได้ 5 คะแนน มีทักษะปฏิบัติอยู่ใน ระดับดีมาก
  - 2.2 เขียนถูกต้อง 3 องค์ประกอบ ได้ 4 คะแนน มีทักษะปฏิบัติอยู่ใน ระดับดี
  - 2.3 เขียนถูกต้อง 2 องค์ประกอบ ได้ 3 คะแนน มีทักษะปฏิบัติอยู่ใน ระดับปานกลาง
  - 2.4 เขียนถูกต้อง 1 องค์ประกอบ ได้ 2 คะแนน มีทักษะปฏิบัติอยู่ใน ระดับพอใช้
  - 2.5 เขียน ไม่ถูกต้องทุกองค์ประกอบ ได้ 1 คะแนน มีทักษะปฏิบัติอยู่ใน ระดับปรับปรุง
5. เมื่อนักเรียนกลุ่มตัวอย่างเรียนครบทุกบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ให้นักเรียนกลุ่ม

ตัวอย่างทำแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้านความรู้ หลังเรียน

6. ให้นักเรียนทำแบบประเมินความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ซึ่งเนื้อหาของคำถามมีทั้งเชิงบวกและเชิงลบ โดยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนน คือ

#### คำถามเชิงบวก

- ระดับความคิดเห็น 5 หมายความว่ามีความพึงพอใจ อยู่ในระดับ มากที่สุด
- ระดับความคิดเห็น 4 หมายความว่ามีความพึงพอใจ อยู่ในระดับ มาก
- ระดับความคิดเห็น 3 หมายความว่ามีความพึงพอใจ อยู่ในระดับ ปานกลาง
- ระดับความคิดเห็น 2 หมายความว่ามีความพึงพอใจ อยู่ในระดับ น้อย
- ระดับความคิดเห็น 1 หมายความว่ามีความพึงพอใจ อยู่ในระดับ น้อยที่สุด

#### คำถามเชิงลบ

- ระดับความคิดเห็น 5 หมายความว่ามีความพึงพอใจ อยู่ในระดับ น้อยที่สุด
- ระดับความคิดเห็น 4 หมายความว่ามีความพึงพอใจ อยู่ในระดับ น้อย
- ระดับความคิดเห็น 3 หมายความว่ามีความพึงพอใจ อยู่ในระดับ ปานกลาง
- ระดับความคิดเห็น 2 หมายความว่ามีความพึงพอใจ อยู่ในระดับ มาก
- ระดับความคิดเห็น 1 หมายความว่ามีความพึงพอใจ อยู่ในระดับ มากที่สุด

## การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

### 1. วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อพัฒนาเครื่องมือการวิจัย

1.1 วิเคราะห์หาค่าความเที่ยงตรงของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ แบบทดสอบวัดผล การเรียนรู้ด้านความรู้ แบบประเมินทักษะปฏิบัติการทดลอง และแบบประเมินความพึงพอใจต่อการ เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ โดยใช้ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)

1.2 วิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผล การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้านความรู้

1.3 วิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้าน ความรู้แบบคูเดอร์ ริชาร์ดสัน (Kuder - Richardson) โดยใช้สูตร KR 20

1.4 วิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบประเมินทักษะปฏิบัติการทดลอง และแบบ ประเมินความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์โดยใช้สูตรหาค่าสัมประสิทธิ์ แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's alpha coefficient)

1.5 หาค่าอำนาจจำแนกเป็นรายชื่อของแบบประเมินความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยบท ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อย่างง่าย (Item – total correlation)

1.6 หาประสิทธิภาพของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ โดยการเปรียบเทียบคะแนนจาก การตอบคำถามท้ายบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์และคะแนนผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้านความรู้ หลังเรียน ของนักเรียนกลุ่ม 9 คน คิดเป็นร้อยละเพื่อหาค่า  $E_1/E_2$

### 2. วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อทดสอบสมมติฐานการวิจัย ดังนี้

2.1 เปรียบเทียบคะแนนจากแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ ก่อนเรียนและ หลังเรียน โดยใช้สถิติ t-test dependent

2.2 วิเคราะห์คะแนนการประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้านทักษะปฏิบัติการ ทดลอง และคะแนนการประเมินความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์โดยใช้ สถิติ t-test for one group โดยเทียบกับเกณฑ์ดี ( $\mu = 3.51$ ) จากช่วงคะแนนของบุญชม ศรีสะอาด การวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ใช้การวิเคราะห์ข้อมูลจากคอมพิวเตอร์และ

โปรแกรมสำเร็จรูป

## สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

### 1. สถิติพื้นฐาน

1.1 หาค่าเฉลี่ย โดยคำนวณจากสูตร (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2543 : 137)

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

เมื่อ	$\bar{x}$	แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนน
	$\sum x$	แทน ผลรวมของคะแนน
	N	แทน จำนวนข้อมูลทั้งหมด

1.2 หาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยคำนวณจากสูตรดังนี้(พวงรัตน์ ทวีรัตน์

2543 : 142)

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

เมื่อ	S.D.	แทน ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	$\sum x^2$	แทน ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง
	$(\sum x)^2$	แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
	N	แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

### 2. สถิติสำหรับตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือการวิจัย

2.1 หาค่าดัชนีความสอดคล้องของ แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้านความรู้ แบบประเมินทักษะปฏิบัติการทดลอง และแบบประเมินความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ โดยใช้สูตรค่าดัชนีความสอดคล้อง (ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์ 2542 : 235)

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

เมื่อ	IOC	แทน ดัชนีความสอดคล้อง
	$\sum R$	แทน ผลรวมของคะแนนจากผู้เชี่ยวชาญ
	N	แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2.2 หาค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้  
วิทยาศาสตร์ด้านความรู้ โดยใช้การวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายชื่อโดยคำนวณจากสูตรดังนี้  
(ถัญญพงษ์ เจริญพิทย์. 2542 : 215)

$$p = \frac{R_H + R_L}{N_H + N_L}$$

เมื่อ	p	แทน	ค่าความยากง่ายของแบบทดสอบแต่ละข้อ
	$R_H$	แทน	จำนวนผู้เข้าสอบกลุ่มสูงที่ตอบถูก
	$N_H$	แทน	จำนวนผู้เข้าสอบกลุ่มสูง
	$R_L$	แทน	จำนวนผู้เข้าสอบกลุ่มต่ำที่ตอบถูก
	$N_L$	แทน	จำนวนผู้เข้าสอบกลุ่มต่ำ

$$r = \frac{R_H - R_L}{N_H}$$

เมื่อ	r	แทน	ค่าอำนาจจำแนก
	$R_H$	แทน	จำนวนผู้เข้าสอบกลุ่มสูงที่ตอบถูก
	$R_L$	แทน	จำนวนผู้เข้าสอบกลุ่มต่ำที่ตอบถูก
	$N_H$	แทน	จำนวนผู้เข้าสอบกลุ่มสูง

2.3 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้านความรู้ แบบ  
คูเดอร์ ริชาร์ดสัน สูตรที่ 20 (Kuder-Richardson 20 หรือ KR 20) (ถัญญพงษ์ เจริญพิทย์. 2542 : 228)  
ดังนี้

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

เมื่อ	$r_{tt}$	แทน	ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
	K	แทน	จำนวนข้อของแบบทดสอบ
	p	แทน	สัดส่วนผู้ตอบถูกต้องผู้เข้าสอบทั้งหมด (n)
	q	แทน	สัดส่วนผู้ตอบผิดต่อผู้เข้าสอบทั้งหมด (n) หรือ 1-p
	$S_t^2$	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนรวม

2.4 หาค่าอำนาจจำแนกเป็นรายชื่อของแบบประเมินความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อย่างง่าย (item – total correlation) ของเพียร์สัน (บุญชม ศรีสะอาด. 2541 : 106) โดยใช้สูตรดังนี้

$$R_{xy} = \frac{N \sum xy - \sum x \sum y}{\sqrt{[N \sum x^2 - (\sum x)^2][N \sum y^2 - (\sum y)^2]}}$$

เมื่อ	$R_{xy}$	แทน	อำนาจจำแนก
	X	แทน	คะแนนรวมทั้งหมดของแต่ละคน
	Y	แทน	คะแนนข้อที่....
	N	แทน	จำนวนผู้ตอบแบบสอบถาม

2.5 ค่าความเชื่อมั่น ของแบบประเมินทักษะปฏิบัติการทดลองและแบบประเมินความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's alpha coefficient) (ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์. 2542 : 226 ) โดยใช้สูตรดังนี้

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

เมื่อ	$\alpha$	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น
	k	แทน	จำนวนข้อของแบบวัด

$S_i^2$  แทน คะแนนความแปรปรวนเป็นรายชื่อ

$S_t^2$  แทน คะแนนความแปรปรวนของแบบวัดทั้งฉบับ

2.6 ทดสอบประสิทธิภาพของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง พอลิเมอร์และผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์ ตามเกณฑ์ 75/75 ด้วยสูตร  $E_1 / E_2$  (เสาวณีเย่ สิกขาบัณเฑิต. 2537 : 259)

$$E_1 = \left( \frac{\sum X / N}{A} \right) \times 100 \quad / \quad E_2 = \left( \frac{\sum F / N}{B} \right) \times 100$$

เมื่อ  $E_1$  แทน ประสิทธิภาพของการประเมินผลจากการตอบคำถามท้ายบทปฏิบัติการระหว่างเรียนคิดเป็นร้อยละ

$E_2$  แทน ประสิทธิภาพของการประเมินผลการเรียนหลังจากทำแบบทดสอบครบทุกบทปฏิบัติการคิดเป็นร้อยละ

$\sum X$  แทน คะแนนรวมของนักเรียนจากการตอบคำถามท้ายบทปฏิบัติการ



$\Sigma F$	แทน คะแนนรวมของนักเรียนจากการทำแบบทดสอบหลังเรียน
A	แทน คะแนนเต็มของคำถามท้ายบทปฏิบัติการระหว่างเรียน
B	แทน คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน
N	แทน จำนวนผู้เรียน

### 3. สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

3.1 ทดสอบสมมติฐานข้อที่ 1 โดยใช้สถิติ t-test dependent ใช้สูตรใน  
 ัญญูพงษ์ เจริญพิทย์. (2526 : 171)

$$t = \frac{\Sigma D}{\sqrt{\frac{N \Sigma D^2 - (\Sigma D)^2}{N-1}}}$$

เมื่อ

$\Sigma D$	แทน ผลรวมของความแตกต่างระหว่างคะแนนผลการเรียนรู้หลังเรียนและก่อนเรียน
$\Sigma D^2$	แทน ผลรวมกำลังสองของผลต่างระหว่างคะแนนผลการเรียนรู้หลังเรียนและก่อนเรียน
N	แทน จำนวนนักเรียนของกลุ่มตัวอย่าง

3.2 ทดสอบสมมติฐานข้อที่ 2 และ 3 โดยใช้สถิติ t-test for one group โดยเทียบกับ  
 เกณฑ์ "ดี" (ัญญูพงษ์ เจริญพิทย์. 2526 : 168) ใช้สูตรดังนี้

$$t = \frac{\bar{X} - \mu^*}{\frac{S}{\sqrt{n}}}$$

เมื่อ	$\mu$	แทน ค่าเกณฑ์ที่กำหนดเป็นระดับ (ในสมมติฐาน)*
	$\bar{x}$	แทน ค่าเฉลี่ยหรือค่าร้อยละที่กำหนดจากข้อมูลกลุ่มตัวอย่าง
	S	แทน ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานที่คำนวณจากข้อมูลกลุ่มตัวอย่าง
	n	แทน จำนวนนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง

หมายเหตุ  $\mu^*$  มีความหมายดังนี้

สำหรับสมมติฐานข้อที่ 2 และ 3 มีค่าเกณฑ์อยู่ในระดับดี ( $\mu = 3.51$ )

ในมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ คือ 5 4 3 2 และ 1