# บทที่ 3
# วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi - Experimental Design) โดยผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

1. การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. ขั้นตอนการสร้างและการหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. วิธีการดำเนินการทดลอง
5. การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล
6. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

## 1. การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

**ประชากรที่ใช้ในการวิจัย**

ประชากร เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ โรงเรียนสาธิต มหาวิทยาลัยศิลปากร จังหวัดนครปฐม

**กลุ่มตัวอย่าง**

กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/1 โรงเรียนสาธิต มหาวิทยาลัยศิลปากร จังหวัดนครปฐม ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556 จำนวน 37 คน สุ่มกลุ่มตัวอย่างใช้การสุ่มแบบเจาะจง (Purposive sampling) ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ (2531)

## 2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยสร้างเครื่องมือในการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้พื้นฐานคณิตศาสตร์สำหรับฟิสิกส์ จำนวน 2 แผน
   แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ตรีโกณมิติ และเวกเตอร์สำหรับฟิสิกส์ จำนวน 2 ชั่วโมง
   แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง แคลคูลัสเบื้องต้นสำหรับฟิสิกส์ จำนวน 2 ชั่วโมง

2 แบบประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์

ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความรู้ทางฟิสิกส์เพื่อใช้เป็นแนวทางในการสร้างแบบประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่องไฟฟ้าสถิตย์ และไฟฟ้าและแม่เหล็ก 1

3. แบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้พัฒนามาจากแบบประเมินของ นพวรรณ ศรีเกตุ. (2550) ซึ่งลักษณะของแบบประเมินเป็นสถานการณ์ที่นักเรียนต้องเขียนตอบอย่างละเอียดลงในกระดาษคำตอบ

4. แบบประเมินเจตคติที่มีต่อวิชาฟิสิกส์และการสอนพื้นฐานคณิตศาสตร์สำหรับฟิสิกส์ ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้พัฒนาแบบสอบถามเจตคติที่มีต่อวิชาฟิสิกส์ และการสอนพื้นฐานคณิตศาสตร์สำหรับฟิสิกส์ของ จินตนา ช่วยด้วง. (2547) และหาความเชื่อมั่น (Reliability) โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา ( $\alpha$ -Coefficient ) ของครอนบัค (Cronbach)

**3. ขั้นตอนการสร้างและการหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย**

1. แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้พื้นฐานคณิตศาสตร์สำหรับฟิสิกส์

1. แผนการจัดกิจกรรม

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้พื้นฐานคณิตศาสตร์สำหรับฟิสิกส์ หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสรรค์สร้างความรู้ โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนได้นำความรู้ หลักการ แนวคิดหรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ ไปเชื่อมโยงกับประเด็นปัญหาที่นักเรียนสนใจศึกษา ค้นคว้า และลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง ตามความสามารถและความถนัดของตนเองอย่างเป็นอิสระ ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการวิจัยที่มีการวางแผนไว้ก่อนล่วงหน้า โดยมีครูเป็นผู้คอยให้คำปรึกษาแนะนำแก่นักเรียนเพื่อให้นักเรียนบรรลุจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้ การดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนจะให้ผู้เรียนได้ศึกษา ค้นคว้าทดลอง ระดมสมอง ศึกษาใบความรู้อื่นๆ ครูจะเป็นผู้คอยช่วยเหลือการตรวจสอบความรู้ใหม่ๆ ซึ่งอาจกระทำได้ทั้งการตรวจสอบกันเองระหว่างกลุ่ม หรือครูช่วยเหลือในการตรวจสอบความรู้ใหม่ๆ ซึ่งการจัดกิจกรรมการเรียนรู้พื้นฐานคณิตศาสตร์สำหรับฟิสิกส์ มีขั้นตอนการจัดกิจกรรม แบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอน (5E) คือ

1.1 ขั้นนำ (Engagement Phase) เป็นขั้นที่ครูกระตุ้นเพื่อสร้างความสนใจแก่นักเรียน หรือตรวจสอบ / ทบทวนความรู้และประสบการณ์เดิมของนักเรียน เพื่อนำเข้าสู่การเรียนรู้บทเรียนใหม่

1.2 ขั้นสำรวจ / ขั้นสำรวจข้อมูลเพื่อการค้นพบ (Exploration Phase) เป็นขั้นที่นักเรียนได้ปฏิบัติกิจกรรมโดยอาจปฏิบัติเป็ นกลุ่มและรายบุคคล โดยนักเรียนสามารถนำความรู้และประสบการณ์เดิมมาสัมพันธ์กับความรู้ใหม่จึงทำให้นักเรียนสามารถค้นพบหรือสร้างความรู้ด้วยตนเอง

โดยครูมีบทบาทเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ เป็นที่ปรึกษาและเป็นผู้กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการค้นพบ สร้างความรู้ด้วยตนเอง กล่าวโดยสรุป ขั้นนี้เป็นขั้นที่นักเรียนเกิดหรือค้นพบมโนมติ (Concept)

1.3 ขั้นอธิบาย / ขั้นนำเสนอข้อมูลเพื่อการค้นพบ (Explanation Phase) เป็นขั้นที่นักเรียนอธิบายหรือนำเสนอมโนมติหรือความรู้ที่นักเรียนค้นพบในขั้นที่ 2 โดยอาจใช้ความรู้และประสบการณ์เดิมเป็นฐาน ประกอบกับหลักฐานและข้อมูลที่ค้นพบใหม่ ครูมีบทบาทตั้งคำถามและให้ความรู้หรือข้อมูลเพิ่มเติม เพื่อให้นักเรียนกระจ่างชัดยิ่งขึ้น

1.4 ขั้นขยาย หรือขั้นประยุกต์ใช้มโนมติ /ขั้นประยุกต์ใช้ (Elaboration Phase) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนประยุกต์ใช้มโนมติในสถานการณ์ใหม่ หรือในสภาพที่เป็นจริง หรือขยายมโนมตินั้นๆ ให้กว้างขึ้นจนก่อให้เกิดความรู้สึกลึกซึ้ง หรือมโนมติอื่นๆ ที่สัมพันธ์หรือเกี่ยวข้องกัน

1.5 ขั้นแลกเปลี่ยนเรียนรู้ (Evaluation Phase) ขั้นนี้เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่างๆ โดยมุ่งให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้มาประมวลและประยุกต์ใช้หรือผลการค้นพบ มาจัดแสดงเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ความคิด ทักษะและเจตคติต่อการทำกิจกรรมต่างๆ โดยมีปฏิสัมพันธ์ร่วมกันและปฏิสัมพันธ์กับครู อันก่อให้เกิดสังคมแห่งการเรียนรู้

2. การสร้างและการตรวจสอบคุณภาพ

แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้พื้นฐานคณิตศาสตร์สำหรับฟิสิกส์ ที่ใช้ในการทดลอง มีการดำเนินการสร้างเครื่องมือ ดังนี้

1. ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ของกระทรวงศึกษาธิการ

2. ศึกษาสาระและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในมาตรฐานการเรียนรู้การศึกษาขั้นพื้นฐาน

3. วิเคราะห์สาระการเรียนรู้ เรื่อง ตรีโกณมิติ เวกเตอร์ แคลคูลัสพื้นฐาน ไฟฟ้าสถิตและไฟฟ้าและแม่เหล็ก 1 เพื่อกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้และสาระการเรียนรู้

4. ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ Backward Design จาก ตำรา เอกสารและรายงานการวิจัยที่เกี่ยวข้อง

5. สร้างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้พื้นฐานคณิตศาสตร์สำหรับฟิสิกส์ ซึ่งประกอบด้วยแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้พื้นฐานคณิตศาสตร์สำหรับฟิสิกส์ ทั้งหมด 2 แผน โดยในแต่ละแผนผู้วิจัยได้จัดทำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้พื้นฐานคณิตศาสตร์สำหรับฟิสิกส์ ย่อยรายชั่วโมง ในแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้พื้นฐานคณิตศาสตร์สำหรับฟิสิกส์ทุกแผนมีโครงสร้างของแผนการจัดกิจกรรม ดังนี้

1. มาตรฐานการเรียนรู้

1.1 ตัวชี้วัด

2. สาระสำคัญ / ความคิดรวบยอด

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

3.1 ความรู้

3.2 ทักษะ / กระบวนการ / กระบวนการคิด

3.3 คุณลักษณะอันพึงประสงค์

4. สาระการเรียนรู้

5. ภาระ / ชิ้นงาน

6. กิจกรรมการเรียนรู้

6.1 ขั้นนำ

6.2 ขั้นสำรวจ / ขั้นสำรวจข้อมูลเพื่อการค้นพบ

6.3 ขั้นอธิบาย / ขั้นนำเสนอข้อมูลเพื่อการค้นพบ

6.4 ขั้นขยายหรือขั้นประยุกต์ใช้มโนมติ / ขั้นประยุกต์ใช้

6.5 ขั้นแลกเปลี่ยนเรียนรู้

7. สื่อการเรียนรู้ / แหล่งเรียนรู้

8. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

9. บันทึกหลังการสอน

10. ข้อเสนอแนะ

7. นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้พื้นฐานคณิตศาสตร์สำหรับฟิสิกส์ ที่สร้างเสร็จแล้วไปเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญทางด้านการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ จำนวน 3 ท่าน ได้แก่ อาจารย์โกเมน ศรีวงค์ษา อาจารย์เยาวภา รักการงาน และอาจารย์ปราณี ศิลปศาสตร์ เพื่อพิจารณาความเที่ยงตรง ความเหมาะสม ความชัดเจนและความถูกต้องของจุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้ และเวลาที่ใช้ในแต่ละครั้ง ตลอดจนภาษาที่ถูกต้อง พิจารณาความสอดคล้อง (IOC) โดยแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้พื้นฐานคณิตศาสตร์สำหรับฟิสิกส์ที่มีค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.60 – 1.0

8. นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้พื้นฐานคณิตศาสตร์สำหรับฟิสิกส์ ที่ตรวจสอบและปรับแก้ไขแล้วมาจัดทำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้พื้นฐานคณิตศาสตร์สำหรับฟิสิกส์ที่สมบูรณ์สำหรับนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างร่วมกับแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ แล้วนำผลไปหาประสิทธิภาพของแผนการสอนตามเกณฑ์ประสิทธิภาพ 80/80

2. แบบประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ผู้วิจัยดำเนินการสร้างและหาคุณภาพของแบบประเมิน มีขั้นตอนในการสร้าง ดังนี้

2.1 กำหนดจุดประสงค์ในการสร้างแบบประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์

2.2 ศึกษานิยาม ทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำมาเป็นแนวทางในการสร้างแบบประเมิน และศึกษาแนวการเขียนข้อสอบตามจุดประสงค์ของ ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ (2539 : 122 – 167)

2.3 กำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการจากแนวคิดทางการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง ซึ่งผู้วิจัยนำมาเขียนลักษณะตามที่ต้องการวัด

2.4 สร้างตารางวิเคราะห์ข้อสอบ เรื่องไฟฟ้าสถิตย์และไฟฟ้าและแม่เหล็ก 1 จำนวน 60 ข้อ

2.5 เขียนข้อคำถามของแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้เกี่ยวกับความรู้ทางฟิสิกส์ ให้มีความครอบคลุมตามโครงสร้างนิยามเชิงปฏิบัติการ ตารางวิเคราะห์ข้อสอบ และลักษณะแบบทดสอบเป็นแบบตัวเลือกมี 4 ตัวเลือก

2.6 วิพากษ์และปรับแก้ข้อคำถามและตัวเลือกกับอาจารย์ปราการ อินทรพานิชย์ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่สอนวิชา ฟิสิกส์ เพื่อให้ข้อคำถามมีความเที่ยงตรงและครอบคลุมตามนิยามเชิงปฏิบัติการ

2.7 นำแบบประเมินที่สร้างขึ้นและปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ได้แก่ อาจารย์เยาวภา รักการงาน อาจารย์ปราการ อินทรพานิชย์ อาจารย์ปราณี ศิลปศาสตร์ อาจารย์โกเมน ศรีวงค์ษา และอาจารย์สนอง ศรีวงค์ษา พิจารณาตรวจสอบลักษณะการใช้คำถาม ตัวเลือก และความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด ความถูกต้องด้านภาษาและความเที่ยงตรง ด้านเนื้อหา โดยพิจารณาความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับลักษณะพฤติกรรม (IOC) และคัดเลือกข้อสอบโดยใช้เกณฑ์ดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป ได้แบบทดสอบ 60 ข้อ โดยคัดเลือกข้อสอบที่มีค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.60 – 1.00

2.8 นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ ไปทดลองใช้ครั้งที่ 1 (Try Out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2555 โรงเรียนสาธิต มหาวิทยาลัยศิลปากร จังหวัดนครปฐม ที่ไม่ใช่กลุ่มทดลอง จำนวน 39 คน เพื่อหาค่าความยากง่ายของแบบทดสอบและหาค่าอำนาจจำแนกรายข้อของแบบทดสอบ คัดแบบทดสอบไว้จำนวน 30 ข้อ โดยพบว่าแบบทดสอบมีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.282 – 0.641 และมีค่าอำนาจจำแนก อยู่ระหว่าง 0.400 – 0.900 มีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับอยู่ 0.852

2.9 จัดเตรียมข้อสอบฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปใช้ในการเก็บข้อมูลต่อไป

## ตัวอย่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชา ฟิสิกส์

**คำชี้แจง :** ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย (X) ลงในช่องที่ตรงกับตัวเลือกที่เห็นว่าถูก

0. เพราะเหตุใดจึงอธิบายการเคลื่อนที่ของประจุไฟฟ้าด้วยอิเล็กตรอนหรือประจุไฟฟ้าลบ

ก. มวลของอิเล็กตรอนมากกว่าโปรตอนถึงประมาณ 1,800 เท่า

ข. มวลของอิเล็กตรอนน้อยกว่าโปรตอนถึงประมาณ 1,800 เท่า

ค. จำนวนประจุของอิเล็กตรอนมีค่า $-1.6\times10^{-19}$ คูลอมบ์

ง. จำนวนประจุของอิเล็กตรอนน้อยกว่าโปรตอน $1.6\times10^{-19}$ เท่า

00. ถ้ามีตัวต้านทาน 10 โอห์ม จำนวน 4 ตัว จะต้องนำมาต่อกันอย่างไร จึงจะได้ความต้านทานรวมมีค่า 25 โอห์ม

ก. นำตัวต้านทานทั้ง 4 ตัว มาต่ออนุกรมกัน

ข. นำตัวต้านทานทั้ง 4 ตัว มาต่อขนานกัน

ค. นำตัวต้านทาน 2 ตัว มาต่อขนานกันก่อน แล้วจึงต่ออนุกรมกับตัวต้านทานอีก 2 ตัว

ง. นำตัวต้านทาน 3 ตัว มาต่อขนานกันก่อน แล้วจึงต่ออนุกรมกับตัวต้านทานอีก 1 ตัว

**เกณฑ์การให้คะแนน**

ตอบถูกให้ 1 คะแนน ตอบผิดให้ 0 คะแนน

3. แบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยดำเนินการสร้างและหาคุณภาพของแบบประเมินมีขั้นตอน ดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้าแบบประเมิน

1.1 เพื่อสร้างแบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นคำถามปลายเปิด

1.2 เพื่อตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือที่สร้างขึ้น

2. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความหมาย ประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และการประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2.2 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

3. วิเคราะห์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเขียนพฤติกรรมที่บ่งชี้ทักษะรายด้าน โดยพฤติกรรมที่บ่งชี้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ นพวรรณ ศรีเกตุ (2550 : 56) ได้เสนอผลการวิเคราะห์การวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แต่ละทักษะดังแสดงในตาราง 15

ตาราง 15 ผลการวิเคราะห์พฤติกรรมที่บ่งชี้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

| ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ | พฤติกรรมที่บ่งชี้ |
|---|---|
| 1. การคำนวณ | 1.1 การนับ ได้แก่<br>- นับจำนวนสิ่งของได้ถูกต้อง<br>- ใช้ตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้<br>- ตัดสินว่าสิ่งของในแต่ละกลุ่มมีจำนวนเท่ากันหรือต่างกัน<br>1.2 การคำนวณ (บวก ลบ คูณ หาร)<br>- บอกวิธีคำนวณได้<br>- คำนวณได้ถูกต้อง<br>- แสดงวิธีคำนวณได้<br>1.3 การหาค่าเฉลี่ย<br>- บอกวิธีหาค่าเฉลี่ยได้<br>- หาค่าเฉลี่ย และแสดงวิธีการหาค่าเฉลี่ย |
| 2. การตั้งสมมติฐาน | 2.1 หาคำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลอง โดยอาศัยการสังเกต ความรู้และประสบการณ์เดิม |

ตาราง 15 (ต่อ)

| ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ | พฤติกรรมที่บ่งชี้ |
|---|---|
| 3. การกำหนดและควบคุมตัวแปร | 3.1 การชี้บ่งและกำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และควบคุมตัวแปรที่เป็นสาเหตุอื่นๆ ในปรากฏการณ์หนึ่งๆ ที่ต้องการศึกษาได้ |
| 4. การทดลอง | 4.1 การออกแบบการทดลอง ระบุวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองอธิบายขั้นตอนในการทดลองและเสนอแนะการบันทึกผลการทดลอง |
| 5. การตีความหมายและลงข้อสรุป | 5.1 การแปลความหมายหรือการบรรยายลักษณะและคุณสมบัติของข้อมูลพร้อมทั้งสรุปความสัมพันธ์ของตัวแปรที่อยู่ในข้อมูลที่ต้องการศึกษา |

4. เขียนแบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กฎเกณฑ์การให้คะแนน โดยใช้เนื้อหาวิชาฟิสิกส์พื้นฐานและเพิ่มเติม ซึ่งเขียนตามพฤติกรรมที่บ่งชี้ ในตารางที่ 15 จำนวน 30 ข้อ ประกอบด้วยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 5 ทักษะได้แก่ ทักษะการคำนวณจำนวน 6 ข้อ ทักษะการตั้งสมมติฐานจำนวน 6 ข้อ ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปรจำนวน 6 ข้อ ทักษะการทดลองจำนวน 6 ข้อ และทักษะการตีความหมายและลงข้อสรุปจำนวน 6 ข้อ เพื่อทดสอบและหาคุณภาพรายข้อพร้อมทั้งจัดทำคู่มือการตรวจให้คะแนนแยกเป็นรายข้อเพื่อให้ผู้ตรวจใช้ในการให้คะแนนแต่ละข้อ

5. วิพากษ์และปรับแก้ข้อคำถามกับอาจารย์พลวัฒน์ ดำรงกิจภากร (อาจารย์สอนฟิสิกส์)

6. ตรวจสอบคุณภาพขั้นต้นโดยผู้เชี่ยวชาญ นำข้อคำถามที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นไปตรวจสอบคุณภาพขั้นต้น โดยพิจารณาความตรงตามเนื้อหา (Content Validity) และความเป็นปรนัย (Objectivity) ของข้อคำถามและคู่มือการตรวจให้คะแนน โดยผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ได้แก่ อาจารย์เยาวภา รักการงาน อาจารย์ปราณี ศิลปศาสตร์ อาจารย์ปราการ อินทรพานิชย์ อาจารย์โกเมน ศรีวงค์ษา และอาจารย์สนอง ศรีวงค์ษา เป็นผู้พิจารณาว่าข้อคำถามนั้นวัดได้ตรงตามนิยามหรือไม่ พร้อมทั้งปรับปรุงภาษาให้เหมาะสมกับระดับของนักเรียน โดยการนำแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปให้ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน ลงคะแนนเพื่อแสดงหลักฐานความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา แล้วนำคะแนนที่ได้จากลงความเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน หาค่าความสอดคล้องระหว่างพฤติกรรมกับจุดประสงค์

7. ปรับปรุงแก้ไข ทำการปรับปรุงแก้ไขข้อคำถามตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ โดยนำผลการพิจารณาแบบวัดประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์เพื่อหาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยใช้ดัชนีความสอดคล้อง (IOC) โดยรวมความเห็นในช่องเห็นด้วย (+1) ไม่แน่ใจ (0) และไม่เห็นด้วย (-1) ตามวิธีของ โรวิเนลลีและแฮมเบิลตัน (บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์.2545: 179) คัดเลือกข้อที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไปคัดเลือกไว้ ซึ่งถือว่าข้อคำถามนั้นสามารถวัดได้ตามนิยามที่กำหนด ปรากฏว่าผลการคำนวณ IOC มีค่าอยู่ระหว่าง 0.80 -1.00

8. นำแบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพในขั้นต้นจำนวน 30 ข้อ ไปทดสอบกับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2555 โรงเรียนสาธิต มหาวิทยาลัยศิลปากร จังหวัดนครปฐม ที่ไม่ใช่กลุ่มทดลอง จำนวน 39 คน นำผลที่ได้มาวิเคราะห์เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ

9. วิเคราะห์ข้อสอบรายข้อและคัดเลือกนำผลการทดสอบมาตรวจให้คะแนน นำผลการตรวจให้คะแนนมาวิเคราะห์รายข้อเพื่อหาค่าอำนาจจำแนก โดยแบ่งกลุ่มคะแนนสูงออกเป็น 25 % กลุ่มคะแนนต่ำ 25 % แล้วใช้สถิติ t – test คัดเลือกข้อสอบวัดทักษะที่มีค่าอำนาจจำแนก (ค่า t ตั้งแต่ 1.750 ขึ้นไป) ผ่านเกณฑ์ โดยคัดเลือกไว้ จำนวน 15 ข้อ ประกอบด้วยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 5 ทักษะ ได้แก่ ทักษะการคำนวณจำนวน 3 ข้อ ทักษะการตั้ง สมมติฐานจำนวน 3 ข้อ ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปรจำนวน 3 ข้อ ทักษะการทดลอง จำนวน 3 ข้อ และทักษะการตีความหมายและลงข้อสรุป จำนวน 3 ข้อ

10. ทดสอบครั้งที่ 2 โดยนำแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการหาคุณภาพของเครื่องมือ คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2555 โรงเรียนสาธิต มหาวิทยาลัยศิลปากร จังหวัดนครปฐม ที่ไม่ใช่กลุ่มทดลอง จำนวน 39 คน โดยใช้ผู้ตรวจข้อสอบ 2 คน คือ อาจารย์ปราการ อินทรพานิชย์ และอาจารย์โกเมน ศรีวงค์ษา ร่วมกันตรวจแบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แล้วนำคะแนนมาคำนวณหาค่าความเชื่อมั่นของผู้ตรวจแบบทดสอบ 2 คน โดยใช้การวิเคราะห์ค่าประสิทธิ์สหสัมพันธ์ใช้สูตรของเพียร์สัน (Pearson Product - Moment Correleation Coefficient : $r_{XY}$) ใช้การสอบซ้ำ (Test – Retest Method) เครื่องมือ 1 ชุด สอบ 2 ครั้ง (บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์. 2545 : 84) โดยพบว่าแบบทดสอบมีค่าอำนาจจำแนก อยู่ระหว่าง 2.715 – 28.125 มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.939

11. จัดพิมพ์เป็นรูปเล่มเพื่อทำการวิจัยและนำไปเก็บข้อมูล โดยนำแบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่มีคุณภาพไปเก็บข้อมูลเพื่อทำการวิจัยต่อไป

# ตัวอย่างแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

## คำชี้แจง

1. แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ฉบับนี้มีคำถามทั้งหมด 15 ข้อ ใช้เวลาในการทำแบบวัด 90 นาที

2. แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ฉบับนี้ประกอบด้วย 5 ทักษะกระบวนการย่อยจำนวน 5 ทักษะ คือ ทักษะการคำนวณจำนวน 3 ข้อ ทักษะการตั้งสมมติฐานจำนวน 3 ข้อ ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปรจำนวน 3 ข้อ ทักษะการทดลองจำนวน 3 ข้อ และทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุปจำนวน 3 ข้อ

3. แบบทดสอบทุกข้อเป็นแบบอัตนัย โดยที่แต่ละข้อกำหนดสถานการณ์ให้นักเรียนศึกษาก่อนแล้วจึงเขียนตอบลงในที่ว่างที่เว้นไว้ในแต่ละข้อโดยเขียนคำตอบอย่างละเอียด แสดงวิธีทำและการคำนวณอย่างละขั้นอย่างละเอียดครบถ้วนและถูกต้อง

4. อย่าเปิดแบบทดสอบจนกว่าจะได้รับสัญญาณให้ลงมือทำ

**ข้อที่ 1 ทักษะการคำนวณ**

1.1 กระแสไฟฟ้าขนาดคงที่ 5 แอมแปร์ ไหลในเส้นลวดตัวนำนาน 2 นาที ประจุที่ไหลในเส้นลวดจะมีจำนวนเท่าใด และมีอิเล็กตรอนจำนวนกี่ตัว

……

……

……

……

……

**เกณฑ์การให้คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แบบเกณฑ์เฉพาะ (Specific Rubic)**

| ระดับคุณภาพ | เกณฑ์การประเมิน | แนวทางในการตอบ |
|---|---|---|
| 2 | 1. เขียนสูตรในการคำนวณได้ถูกต้อง<br>2. แสดงวิธีทำการคำนวณเป็นขั้นตอนอย่างละเอียดครบถ้วน<br>และถูกต้อง | กระแสไฟฟ้า คือ ประจุไฟฟ้าต่อเวลา $I=\frac{Q}{t}$ โดย<br>ประจุไฟฟ้าสุทธิ $Q=ne$ โดยที่ $e=1.6\times10^{-19}$ คูลอมบ์<br>กระแสไฟฟ้าเท่ากับ 5 แอมแปร์<br>เวลาเท่ากับ 2 นาที<br>แทนค่าลงในสูตร<br>$5=\frac{Q}{2\times60}=5\times2\times60=600$ คูลอมบ์<br>$Q=ne=600$<br>$n\left(1.6\times10^{-19}\right)=600$<br>$n=\frac{600}{\left(1.6\times10^{-19}\right)}=3.75\times10^{21}$ ตัว<br>ดังนั้น ประจุไฟฟ้าที่ไหลในเส้นลวดจะมีจำนวน 600 คูลอมบ์ และเป็นอิเล็กตรอน $3.75\times10^{21}$ ตัว |
| 1 | 1. เขียนสูตรในการคำนวณได้ถูกต้อง<br>2. ไ ม่แสดงวิธีการคำนวณเป็นขั้นตอนอย่างละเอียดแต่ได้คำตอบที่ถูกต้อง | สูตร $I=\frac{Q}{t}$ แทนค่าลงในสูตร<br>$5=\frac{Q}{2\times60}=5\times2\times60=600$ คูลอมบ์<br>สูตร $Q=ne$ แทนค่าลงในสูตร<br>$n=\frac{600}{\left(1.6\times10^{-19}\right)}=3.75\times10^{21}$ ตัว |
| 0 | 1. ไม่เขียนสูตรการคำนวณหรือเขียนแต่ไม่ถูกต้อง<br>2. ไม่แสดงวิธีการคำนวณหรือแสดงแต่ไม่ถูกต้อง<br>3. ไม่ตอบคำถาม | ไม่ตอบ หรือตอบไม่ถูก |

**ข้อที่ 2 ทักษะการตั้งสมมุติฐาน**

2.1 ชุมพรทำการทดลองโดยนำอิเล็กโทรสโคปสองชุดมาวางใกล้กัน แล้วทำให้ชุดหนึ่งมีประจุไฟฟ้าโดยการเหนี่ยวนำและอีกชุดหนึ่งมีสภาพเป็นกลางทางไฟฟ้า แล้วนำโลหะวางพาดบนจานโลหะทั้งสอง เขาพบว่าแผ่นทองคำเปลวของอิเล็กโทสโคปที่เป็นกลางกางออกเล็กน้อยส่วนแผ่นทองคำเปลวของอิเล็กโทสโคปที่มีประจุไฟฟ้าหุบลงเล็กน้อย จากการทดลองนี้นักเรียนจะตั้งสมมติฐานว่าอย่างไร

……

……

……

……

……....

**เกณฑ์การให้คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แบบเกณฑ์เฉพาะ (Specific Rubic)**

| ระดับคุณภาพ | เกณฑ์การประเมิน | แนวทางในการตอบ |
|---|---|---|
| 2 | เขียนสมมุติฐานได้สอดคล้องกับปัญหาชัดเจน ถูกต้องครบถ้วนและสมบูรณ์ | - ถ้าประจุไฟฟ้าในสองด้านของลวดโลหะไม่เท่ากันจะเกิดการถ่ายโอนประจุไฟฟ้าขึ้น หรือ<br>- ประจุไฟฟ้าสูงจะเคลื่อนที่ไปยังประจุไฟฟ้าต่ำ หรือ<br>- เมื่ออิเล็กโทรสโคปทั้งสองมีศักย์ไฟฟ้าต่างกันหรือความต่างศักย์ไฟฟ้าจะเกิดการถ่ายโอนประจุไฟฟ้าขึ้นในเส้นลวดตัวนำ |
| 1 | เขียนสมมุติฐานสอดคล้องกับปัญหา แต่ไม่ครบถ้วน | - เมื่อมีประจุไฟฟ้าต่างกันจะเกิดการไหลของประจุไฟฟ้า หรือ<br>- อิเล็กโทสโคปทั้งสองมีความต่างศักย์ไฟฟ้ากัน |
| 0 | ไม่ตอบคำถาม หรือตอบไม่ถูก | ไม่ตอบ หรือตอบไม่ถูก |

**ข้อที่ 3 ทักษะการทดลอง**

3.1 จงออกแบบการทดลองเพื่อแสดงว่า ความต่างศักย์ไฟฟ้าระหว่างขั้วเซลล์เมื่อไม่มีความต้านทานต่ออยู่กับเซลล์ และเมื่อมีตัวต้านทานมีค่ามากต่ออยู่กับเซลล์ มีค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าเท่ากัน

……

……

……

……

……....

**เกณฑ์การให้คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แบบเกณฑ์เฉพาะ (Specific Rubic)**

| ระดับคุณภาพ | เกณฑ์การประเมิน | แนวทางในการตอบ |
|---|---|---|
| 2 | เขียนออกแบบการทดลองได้เป็นขั้นตอนได้ถูกต้อง และสมบูรณ์ | 1. วัดค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าของขั้วเซลล์ โดยใช้โวลต์มิเตอร์วัดโดยตรง บันทึกผล<br>2. นำปลายข้างหนึ่งของขั้วไฟฟ้าต่อกับตัวต้านทาน 1 โอห์ม, 10 โอห์ม, 100 โอห์ม, 500 โอห์ม, 1 กิโลโอห์ม, และ 10 กิโลโอห์ม ตามลำดับ และอ่านค่าความต่างศักย์ระหว่างขั้วเซลล์ บันทึกผล<br>3. นำผลที่ได้มาวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร |
| 1 | เขียนออกแบบการทดลองได้แต่ไม่สมบูรณ์ | ตอบถูกบางส่วนของคำตอบ เช่น<br>นำปลายข้างหนึ่งของขั้วไฟฟ้าต่อกับตัวต้านทาน 1 โอห์ม, 10 โอห์ม, 100 โอห์ม, 500 โอห์ม, 1 กิโลโอห์ม, และ 10 กิโลโอห์ม ตามลำดับ และอ่านค่าความต่างศักย์ระหว่างขั้วเซลล์ บันทึกผล |
| 0 | เขียนออกแบบการทดลองไม่ถูกต้อง หรือไม่ตอบคำถาม | ไม่ตอบ หรือตอบไม่ถูก |

**ข้อที่ 4 ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร**

4.1 ยามาต่อเซลล์ไฟฟ้าจำนวน 4 เซลล์ ในอุณหภูมิคงที่ แล้วนำปลายข้างหนึ่งของขั้วไฟฟ้าต่อกับตัวต้านทาน 1 โอห์ม, 10 โอห์ม, 100 โอห์ม, 500 โอห์ม 1 กิโลโอห์ม, และ 10 กิโลโอห์ม ตามลำดับ และอ่านค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าระหว่างขั้วเซลล์ ความต่างศักย์ระหว่างขั้วเซลล์จะลดลง เมื่อมีความต้านทานที่มีค่าน้อยลงมาต่อกับเซลล์ จงระบุตัวแปรต้น ตัวแปรตามและตัวแปรควบคุม

……

……

……

……

……....

**เกณฑ์การให้คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แบบเกณฑ์เฉพาะ (Specific Rubic)**

| ระดับคุณภาพ | เกณฑ์การประเมิน | แนวทางในการตอบ |
|---|---|---|
| 2 | เขียนระบุตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุมได้ถูกต้องและครบถ้วน | ตัวแปรต้น คือ ความต้านทาน<br>ตัวแปรตาม คือ ความต่างศักย์ไฟฟ้า<br>ตัวแปรควบคุม คือ เซลล์ไฟฟ้า อุณหภูมิขณะทำการทดลอง |
| 1 | เขียนระบุตัวแปรต้น หรือตัวแปรตามได้ถูกต้องและครบถ้วน หรือเขียนระบุตัวแปรควบคุมได้ถูกต้อง และครบถ้วน | ตอบถูกบางตัวแปรเท่านั้น |
| 0 | 1.เขียนระบุตัวแปรตามและตัวแปรควบคุมได้ไม่ถูกต้อง<br>2.ไม่ตอบคำถาม | ไม่ตอบ หรือตอบไม่ถูก |

**ข้อที่ 5 ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป**

5.1 ในการทดลองต่อวงจรไฟฟ้าเพื่อวัดกระแสไฟฟ้าและความต่างศักย์ไฟฟ้าของลวดนิโครม โดยเพิ่มจำนวนเซลล์ไฟฟ้าจาก 1 เซลล์ เป็น 2, 3, 4 และ 5 เซลล์ ผลการทดลองวัดความต่างศักย์ไฟฟ้าระหว่างปลายทั้งสองของลวดนิโครมและวัดค่ากระแสไฟฟ้าที่ผ่านลวดนิโครมซึ่งต่ออยู่กับเซลล์ไฟฟ้าต่างๆ ปรากฏผลการทดลอง ดังนี้

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| ความต่างศักย์ไฟฟ้า (โวลต์) | 0.20 | 0.40 | 0.60 | 0.80 | 1.00 |
| กระแสไฟฟ้า (แอมแปร์) | 0.12 | 0.25 | 0.37 | 0.50 | 0.62 |

จากผลการทดลอง นักเรียนจะสรุปผลว่าอย่างไร

……

……

……

……

……

**เกณฑ์การให้คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แบบเกณฑ์เฉพาะ (Specific Rubic)**

| ระดับคุณภาพ | เกณฑ์การประเมิน | แนวทางในการตอบ |
|---|---|---|
| 2 | เขียนสื่อความหมายข้อมูลและลงข้อสรุปได้ชัดเจน ครบถ้วนและสมบูรณ์ | จากผลการทดลอง พบว่า ที่อุณหภูมิคงตัว กระแสไฟฟ้าที่ผ่านตัวนำหนึ่งจะแปรผันตรงกับความต่างศักย์ไฟฟ้าระหว่างปลายทั้งสองของตัวนำนั้น เมื่อนำค่าที่ได้มาเขียนกราฟ โดยกำหนดให้ความต่างศักย์ไฟฟ้าอยู่แกน x กระแสไฟฟ้าอยู่แกน y กราฟที่ได้จะมีลักษณะเป็นเส้นตรง แสดงให้เห็นว่าค่าความชันของกราฟมีค่าคงตัว |
| 1 | เขียนสื่อความหมายข้อมูล และลงข้อสรุปได้ถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วน | กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านลวดนิโครมจะแปรผันตรงกับความต่างศักย์ระหว่างปลายทั้งสองของขดลวดนิโครม |
| 0 | ไม่ตอบหรือตอบไม่ถูก | ไม่ตอบ หรือตอบไม่ถูก |

4. แบบประเมินเจตคติที่มีต่อวิชาฟิสิกส์และการสอนพื้นฐานคณิตศาสตร์สำหรับฟิสิกส์ผู้วิจัยดำเนินการสร้างและหาคุณภาพของแบบสอบถาม มีขั้นตอนในการสร้าง ดังนี้

1. ศึกษาวิธีการสร้างแบบประเมินเจตคติที่มีต่อวิชาฟิสิกส์และการสอนพื้นฐานคณิตศาสตร์สำหรับฟิสิกส์ ตามวิธีของ จินตนา ช่วยด้วง. (2547) และหาความเชื่อมั่น (Reliability) โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา ($\alpha$ -Coefficient ) ของครอนบัค (Cronbach)

2. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ การวัดและประเมินผลการสร้างแบบประเมินเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

3. ศึกษาวิเคราะห์หาพฤติกรรมที่แสดงออกถึงเจตคติต่อวิทยาศาสตร์เพื่อใช้ในการกำหนดแนวทางในการสร้างแบบประเมินเจตคติที่มีต่อวิชาฟิสิกส์และการสอนพื้นฐานคณิตศาสตร์สำหรับฟิสิกส์

4. สร้างแบบประเมินเจตคติที่มีต่อวิชาฟิสิกส์และการสอนพื้นฐานคณิตศาสตร์สำหรับฟิสิกส์ ซึ่งประกอบด้วยข้อความที่เกี่ยวกับความรู้สึกหรือความคิดของนักเรียนต่อวิชาฟิสิกส์และพื้นฐานคณิตศาสตร์สำหรับฟิสิกส์ หลังจากสอนพื้นฐานคณิตศาสตร์สำหรับฟิสิกส์ จำนวน 40 ข้อ

5. นำแบบประเมินเจตคติที่มีต่อวิชาฟิสิกส์และการสอนพื้นฐานคณิตศาสตร์สำหรับฟิสิกส์ ให้ผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ได้แก่ อาจารย์เยาวภา รักการงาน อาจารย์ปราณี ศิลปศาสตร์ อาจารย์ปราการ อินทรพานิชย์ อาจารย์โกเมน ศรีวงค์ษา และอาจารย์สนอง ศรีวงค์ ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงพินิจ (Face Validity) ตรวจสอบแบบสอบถามเพื่อพิจารณาความเหมาะสมของเนื้อหา ความครอบคลุมและความสอดคล้องตามนิยาม ปรับปรุงข้อคำถามที่ไม่เหมาะสมตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ และคัดเลือกค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC : Index of Congruence) ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป ซึ่งพบว่าข้อคำถามมีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) อยู่ระหว่าง 0.80 - 1.00 จำนวน 40 ข้อ

6. นำแบบสอบถามที่ได้จากข้อ 5 ไปทดลองใช้ (Try out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2555 โรงเรียนสาธิต มหาวิทยาลัยศิลปากร จังหวัดนครปฐม ที่ไม่ใช่กลุ่มทดลอง จำนวน 39 คน นำผลที่ได้จากแบบสอบถามมาวิเคราะห์ข้อคำถามรายข้อ เพื่อหาค่าอำนาจจำแนกโดย แบ่งกลุ่มคะแนนสูงออกเป็น 25 % กลุ่มคะแนนต่ำ 25 % แล้วใช้สถิติ t – test คัดเลือกเจตคติที่มีต่อวิชาฟิสิกส์และการสอนพื้นฐานคณิตศาสตร์สำหรับฟิสิกส์ ที่มีค่าอำนาจจำแนก (ค่า t ตั้งแต่ 1.40 ขึ้นไป) ผ่านเกณฑ์ ซึ่งผลจาการทดลองใช้เครื่องมือ ผู้วิจัยคัดเลือกข้อที่มีค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 1.429 – 6.705 คัดเลือกไว้ 20 ข้อ

7. นำแบบสอบถามที่ผ่านการคัดเลือกในข้อ 6 มาวิเคราะห์ซ้ำเพื่อหาค่าความเชื่อมั่น (Realiability) ทั้งฉบับ โดยใช้สัมประสิทธิ์แอลฟ่า ($\alpha$ -Coefficient) ของครอนบัค (Cronbach) ได้ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.749

8. จัดพิมพ์แบบสอบถามเป็นฉบับสมบูรณ์เพื่อนำไปเก็บข้อมูลในการวิจัย

# ตัวอย่างแบบประเมินเจตคติที่มีต่อวิชาฟิสิกส์ และการสอน พื้นฐานคณิตศาสตร์สำหรับฟิสิกส์

**คำชี้แจง**

1. แบบประเมินฉบับนี้เป็นแบบวัดความคิดเห็นหรือความรู้สึกของนักเรียนที่มีต่อวิชาฟิสิกส์และการสอนพื้นฐานคณิตศาสตร์สำหรับฟิสิกส์ ในด้านการเรียนการสอน เนื้อหา และประโยชน์ที่ได้จากการเรียน มีจำนวนทั้งหมด 30 ข้อ

2. การตอบแบบสอบถามไม่มีคำตอบที่ถูกหรือผิด คำตอบของนักเรียนไม่มีผลต่อการเรียนของนักเรียนแต่อย่างใด

3. ให้นักเรียนอ่านข้อความและพิจารณาว่านักเรียนมีความคิดเห็นหรือความรู้สึกเห็นด้วยกับข้อความมากน้อยเพียงใด เช่น เห็นด้วย ไม่แน่ใจ และไม่เห็นด้วย จากนั้นให้นักเรียนใส่เครื่องหมายถูก ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของนักเรียน ตามความเป็นจริงใช้เวลา 40 นาที

| ข้อความ | ระดับความรู้สึก | | |
|---|---|---|---|
| | เห็นด้วย | ไม่แน่ใจ | ไม่เห็นด้วย |
| ข้อ 0 วิชาฟิสิกส์เรียนแล้วเข้าใจยาก | ✓ | | |
| ข้อ 00 วิชาฟิสิกส์จะทำให้เกิดความเครียดเพราะต้องขบคิดตลอดเวลา | | | ✓ |

เกณฑ์การให้คะแนน

| | | |
|---|---|---|
| เห็นด้วย | มีค่าน้ำหนัก | 3 |
| ไม่แน่ใจ | มีค่าน้ำหนัก | 2 |
| ไม่เห็นด้วย | มีค่าน้ำหนัก | 1 |

ข้อความที่แสดงความรู้สึกทางลบ (Negative)

| | | |
|---|---|---|
| เห็นด้วย | มีค่าน้ำหนัก | 1 |
| ไม่แน่ใจ | มีค่าน้ำหนัก | 2 |
| ไม่เห็นด้วย | มีค่าน้ำหนัก | 3 |

## 4. วิธีการดำเนินการทดลอง

### 4.1 แบบแผนการทดลอง

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi – Experimental Design) ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองโดยอาศัยหลักการทดลองแบบกลุ่มเดียว โดยใช้แบบแผนการทดลองแบบ One – Group Pretest – Posttest Design (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538 : 249) กอลล์และบอร์ก (Gall & borg. 1996 : 519-520) กล่าวว่ารูปแบบการทดลองกลุ่มเดียวเป็นรูปแบบที่เหมาะสมกับการศึกษาการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของบุคคลหรือปรับเปลี่ยนพฤติกรรมของบุคคลและบอร์ก (Borg. 1987 : 264-267) ยังกล่าวว่าการศึกษากับกลุ่มเดียวมีความเหมาะสมอย่างยิ่งกับการศึกษาเพื่อหาแนวทางแก้ไขปัญหาทางพฤติกรรมของนักเรียนของครู การใช้รูปแบบการทดลองกลุ่มเดียว ทำให้กลุ่มตัวอย่างมีความเป็นเอกพันธ์ เหมาะสมกับการทดลองที่มีตัวแปรด้านเวลามาเกี่ยวข้อง (Dayton.1970:244:246) ดังนั้น ผู้วิจัยจึงใช้กลุ่มตัวอย่างกลุ่มเดียว โดยมีการศึกษาผลทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติที่มีต่อแผนการสอนพื้นฐานคณิตศาสตร์สำหรับฟิสิกส์ ก่อนใช้กิจกรรมการเรียนรู้พื้นฐานคณิตศาสตร์สำหรับฟิสิกส์ 1 ครั้ง จากนั้นใช้กิจกรรมการเรียนรู้พื้นฐานคณิตศาสตร์สำหรับฟิสิกส์ร่วมกับกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ ตามแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยอิงมาตรฐานตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 จำนวน 1 ภาคเรียน และมีการประเมินผลทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติที่มีต่อแผนการสอนพื้นฐานคณิตศาสตร์สำหรับฟิสิกส์ ของนักเรียน หลังจากการใช้กิจกรรมการเรียนรู้พื้นฐานคณิตศาสตร์สำหรับฟิสิกส์ อีก 1 ครั้ง ลักษณะแบบแผนการทดลองดังแสดงในตาราง 16

ตาราง 16 แบบแผนการทดลอง One – Group Pretest – Posttest Design

| กลุ่ม | สอบก่อน | ทดลอง | สอบหลัง |
|---|---|---|---|
| E | $T_1$ | XY | $T_2$ |

เมื่อ E แทน กลุ่มทดลองที่เรียนกิจกรรมการเรียนรู้พื้นฐานคณิตศาสตร์สำหรับฟิสิกส์

X แทน กิจกรรมการเรียนรู้พื้นฐานคณิตศาสตร์สำหรับฟิสิกส์ มี 2 แผน

Y แทน กิจกรรมการเรียนรู้ วิชาฟิสิกส์ มี 20 แผน

$T_1$ แทน การประเมินผลก่อนเรียน (Pretest)

$T_2$ แทน การประเมินผลหลังเรียน (Posttest)

**4.2 ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง**

ระยะเวลาในการทดลอง ทดลองในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556 ใช้เวลาในการทดลอง 1 ภาคเรียน โดยแบ่งการประเมินผลทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติที่มีต่อวิชาฟิสิกส์และการสอนพื้นฐานคณิตศาสตร์สำหรับฟิสิกส์ ก่อนการทดลอง 1 ครั้ง แล้วดำเนินการการทดลองโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้พื้นฐานคณิตศาสตร์สำหรับฟิสิกส์ 2 แผน ร่วมกับกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ 20 แผน จำนวน 1 ภาคเรียน และมีการประเมินผลทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติที่มีต่อวิชาฟิสิกส์และการสอนพื้นฐานคณิตศาสตร์สำหรับฟิสิกส์ หลังการทดลองอีก 1 ครั้ง โดยใช้เวลาในการประเมินผลทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ครั้งละ 1 ชั่วโมง 30 นาที ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ครั้งละ 1 ชั่วโมง 30 นาที และเจตคติที่มีต่อแผนการสอนพื้นฐานคณิตศาสตร์สำหรับฟิสิกส์ ครั้งละ 40 นาที โดยแบบประเมินหลังเรียนเป็นชุดเดียวกันกับแบบประเมินก่อนเรียน

**4.3 ขั้นตอนดำเนินการทดลอง**

1. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/1 ทำการทดสอบก่อนเรียน โดยใช้แบบประเมินวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ 1 ชั่วโมง 30 นาที จำนวน 30 ข้อ แบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 1 ชั่วโมง 30 นาที จำนวน 15 ข้อ และแบบประเมินเจตคติที่มีต่อวิชาฟิสิกส์และการสอนพื้นฐานคณิตศาสตร์สำหรับฟิสิกส์ 40 นาที จำนวน 20 ข้อ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ในระหว่างวันที่ 21 – 29 พฤษภาคม 2556 โดยทำการทดสอบก่อนการใช้กิจกรรมการเรียนรู้พื้นฐานคณิตศาสตร์สำหรับฟิสิกส์

2. ดำเนินการทดลองโดยจัดกิจกรรมการเรียนรู้พื้นฐานคณิตศาสตร์สำหรับฟิสิกส์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จำนวน 2 แผน ร่วมกับกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ จำนวน 20 แผน โดยเริ่มจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนพื้นฐานคณิตศาสตร์สำหรับฟิสิกส์ แผนที่ 1 วันที่ 29 พฤษภาคม 2556 จนสิ้นสุดแผนการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ แผนที่ 20 วันที่ 4 กันยายน 2556

3. เมื่อทำการทดลองสอนเสร็จสิ้นลงผู้วิจัยได้ทำการทดสอบหลังเรียนกับกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้แบบประเมินวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ 1 ชั่วโมง 30 นาที จำนวน 30 ข้อ แบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 1 ชั่วโมง 30 นาที จำนวน 15 ข้อ และแบบประเมินเจตคติที่มีต่อวิชาฟิสิกส์และการสอนพื้นฐานคณิตศาสตร์สำหรับฟิสิกส์ 40 นาที จำนวน 20 ข้อ ฉบับเดียวกับแบบทดสอบก่อนเรียน ในระหว่างวันที่ 10 – 17 กันยายน 2556

## 5. วิธีวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับการวิจัยในครั้งนี้ มีขั้นตอนการวิเคราะห์ ดังต่อไปนี้

1. การวิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างกิจกรรมการเรียนรู้พื้นฐานคณิตศาสตร์สำหรับฟิสิกส์ สภาพที่เป็นจริง/การสะท้อนผลการจัดกิจกรรมที่เกิดขึ้นกับตัวนักเรียน ปัญหา/อุปสรรค และแนวทางแก้ไขจากการประเมินในระหว่างทดลอง

2. หาค่าสถิติพื้นฐาน เพื่อหาประสิทธิภาพของแผนการสอนพื้นฐานคณิตศาตร์สำหรับฟิสิกส์ โดยหาค่าประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80

3. หาค่าสถิติพื้นฐานคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติที่มีต่อวิชาฟิสิกส์และการสอนพื้นฐานคณิตศาสตร์สำหรับฟิสิกส์ จากการวัดก่อนจัดกิจกรรมการเรียนรู้พื้นฐานคณิตศาสตร์สำหรับฟิสิกส์ และหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ โดยหาค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติที่มีต่อวิชาฟิสิกส์และการสอนพื้นฐานคณิตศาสตร์สำหรับฟิสิกส์ จากการวัดก่อนจัดกิจกรรมการเรียนรู้พื้นฐานคณิตศาสตร์สำหรับ และหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ ด้วยวิธีการ t – test Dependent sample or Correlated sample (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2543 : 165 – 167) จากนั้นนำผลที่ได้จากการวิเคราะห์ข้างต้นมาสรุปผล

## 6. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยใช้สถิติการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. สถิติพื้นฐาน

1.1 ค่าร้อยละ (Percentage) ใช้สูตร (บุญชม ศรีสะอาด. 2545 : 104)

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

เมื่อ P แทน ร้อยละ

f แทน ความถี่ที่ต้องการแปลงให้เป็นร้อยละ

N แทน จำนวนความถี่ทั้งหมด

1.2 ค่าเฉลี่ย (Mean) ใช้สูตร (บุญชม ศรีสะอาด. 2545 : 105)

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

เมื่อ $\bar{X}$ แทน ค่าเฉลี่ย

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมดในกลุ่ม

N แทน จำนวนข้อมูลทั้งหมดของกลุ่มตัวอย่าง

1.3 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ( Standard Deviation ) ใช้สูตร (บุญชม ศรีสะอาด. 2545 : 106)

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

เมื่อ S.D แทน ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$\sum X$ แทน ผลรวมทั้งหมดของข้อมูล

N แทน จำนวนข้อมูลทั้งหมดของกลุ่มตัวอย่าง

1.4 ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง $(S_{\bar{x}})$ โดยใช้สูตร (ชูศรี วงศ์รัตนะ. 2544 : 145)

$$S_{\bar{x}} = \frac{S}{\sqrt{\sum N}}$$

เมื่อ $S_{\bar{x}}$ แทน ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง

S แทน ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง

$\sum N$ แทน จำนวนรวมของข้อมูลทั้งหมดของกลุ่มตัวอย่าง

2. สถิติวิเคราะห์คุณภาพเครื่องมือ ได้แก่

2.1 ตรวจสอบความเที่ยงตรงพินิจโดยหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Item- Objective Congruency Index) (บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์. 2545: 179)

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

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องมีค่าอยู่ระหว่าง –1 ถึง +1

$\sum R$ แทน ผลรวมของการพิจารณาของผู้มีความรู้

N แทน จำนวนผู้มีความรู้

2.2 การคำนวณหาค่าระดับความยากง่าย (p) ข้อสอบรายข้อ ของแบบประเมินวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ โดยใช้สูตร (บุญชม ศรีสะอาด. 2545 : 84-85)

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

เมื่อ p แทน ระดับความยาก

R แทน จำนวนผู้ตอบถูก

N แทน จำนวนคนในกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ

ตาราง 17 การแปลความหมายของค่าดัชนีความง่าย

| **ดัชนีค่าความยากง่าย** | **ความหมาย** |
|---|---|
| มากกว่า 0.8 | ง่ายมาก(ปรับปรุงหรือตัดทิ้ง) |
| 0.60-0.80 | ค่อนข้างง่าย |
| 0.40-0.60 | ปานกลาง |
| 0.20-0.40 | ค่อนข้างยาก |
| น้อยกว่า 0.20 | ยากมาก(ปรับปรุงหรือตัดทิ้ง) |

**หมายเหตุ** : ข้อสอบที่มีค่าความยากระหว่าง 0.40 - 0.60 เป็นข้อสอบที่มีความเหมาะสมกับการนำไปใช้

2.3 การหาค่าอำนาจจำแนก (r) แบบทดสอบรายข้อ ของแบบประเมินวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ โดยใช้สูตร (บุญชม ศรีสะอาด. 2545 : 84 - 86)

$$r = \frac{R_U - R_L}{F}$$

เมื่อ r แทน อำนาจแจกแจง

$R_U$ แทน จำนวนคนกลุ่มสูงที่ตอบถูก

$R_L$ แทนจำนวนคนกลุ่มต่ำที่ตอบถูก

F แทนคนในกลุ่มสูงหรือกลุ่มต่ำ

ตาราง 18 การแปลความหมายของค่าดัชนีอำนาจจำแนก

| ดัชนีค่าอำนาจจำแนก | ความหมาย |
|---|---|
| มากกว่า 0.4 | ดีมาก |
| 0.30-0.39 | ดี |
| 0.20-0.29 | ปานกลาง |
| 0.00-0.19 | ปรับปรุง |
| น้อยกว่า 0.00 | ตัดทิ้ง |

**หมายเหตุ** : ค่าอำนาจจำแนกที่ใช้ได้จะต้องมีค่า r สูงกว่า 0.20 ขึ้นไป

2.4 การหาค่าอำนาจจำแนก (r) แบบทดสอบรายข้อ ของแบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และแบบสำรวจเจตคติที่มีต่อวิชาฟิสิกส์และการสอนพื้นฐานคณิตศาสตร์สำหรับฟิสิกส์ โดยใช้เทคนิค 25% ของกลุ่มสูงต่ำ แล้วใช้วิธีแจกแจงที t – distribution (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2543 : 132)

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

เมื่อ t แทน ค่าที่ใช้พิจารณาของการแจกแจงแบบที

$\bar{X}_H$ แทน คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มสูง

$\bar{X}_L$ แทน คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มต่ำ

$S_H^2$ แทน ความแปรปรวนของคะแนนกลุ่มสูง

$S_L^2$ แทน ความแปรปรวนของคะแนนกลุ่มต่ำ

N แทน จำนวนของนักเรียนในแต่ละกลุ่มซึ่งเท่ากัน

2.5 การหาค่าความเชื่อมั่น ($r_{tt}$) ของแบบประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ โดยใช้สูตรของ Kuder – Richardson สูตร KR – 20 (บุญชม ศรีสะอาด. 2545 : 88)

$$r_{tt} = \frac{k}{k-1}\left(1-\frac{\sum pq}{S^2}\right)$$

เมื่อ $r_{tt}$ แทน ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

k แทน จำนวนข้อสอบ

p แทน สัดส่วนของผู้ตอบถูกในข้อหนึ่งๆ

q แทน สัดส่วนของผู้ตอบผิดในข้อหนึ่งๆ

$S^2$ แทน ความแปรปรวนของคะแนน

2.6 การหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของผู้ตรวจแบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้วยการวิเคราะห์ค่าประสิทธิ์สหสัมพันธ์จากผู้ตรวจให้คะแนน 2 คน โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson Product – Moment Correleation Coefficient : $r_{XY}$) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2539: 210)

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

เมื่อ $r_{XY}$ แทน ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนที่ได้จากผู้ให้คะแนนคนที่ 1

$\sum Y$ แทน ผลรวมของคะแนนที่ได้จากผู้ให้คะแนนคนที่ 2

$\sum XY$ แทน ผลรวมของผลคูณของที่ได้จากผู้ให้คะแนนคนที่ 1 กับคะแนนที่ได้จากผู้ให้คะแนนคนที่ 2

$\sum X^2$ แทน ผลรวมกำลังสองของคะแนนแต่ละตัวที่ได้จากผู้ให้คะแนนคนที่ 1

$\sum Y^2$ แทน ผลรวมกำลังสองของคะแนนแต่ละตัวที่ได้จากผู้ให้คะแนนคนที่ 1

2.7 การหาค่าความเชื่อมั่นของแบบประเมินเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์และการสอนพื้นฐานคณิตศาสตร์สำหรับฟิสิกส์ โดยใช้สูตร สัมประสิทธิ์แอลฟา ($\alpha$ - Coefficient) ของครอนบัค (Cronbach) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2539 : 200; อ้างอิงจาก Cronbach. 1951)

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

เมื่อ $\alpha$ แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถาม

k แทน จำนวนข้อของแบบสอบถาม

$\sum S_i^2$ แทน ผลรวมของความแปรปรวนรายข้อ

$S_t^2$ แทน ความแปรปรวนของข้อสอบทั้งฉบับ

3. สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบสมมติฐานของกลุ่มตัวอย่าง

3.1 สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบสมมติฐาน ประสิทธิภาพของแผนการสอนพื้นฐานคณิตศาสตร์สำหรับฟิสิกส์ เมื่อนำไปใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/1 โรงเรียนสาธิต มหาวิทยาลัยศิลปากร ที่ได้รับการเรียนการสอนโดยการจัดแผนกิจกรรมการเรียนรู้พื้นฐานคณิตศาสตร์สำหรับฟิสิกส์ที่มีประสิธิภาพในเกณฑ์ 80/80 โดยใช้วิธีการทางสถิติ ใช้สูตร $E_1/E_2$ เพื่อทดสอบประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 (บุญชม ศรีสะอาด. 2546 : 153 – 156)

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

เมื่อ $E_1$ แทน ประสิทธิภาพของกระบวนการที่จัดไว้ในบทเรียน คิดเป็นร้อยละจากการทำแบบฝึกทักษะและการดำเนินกิจกรรมระหว่างเรียน

$E_2$ แทน ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ คิดเป็นร้อยละ จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

$\sum X$ แทน คะแนนรวมของนักเรียนจากการทำแบบฝึกทักษะหรือการดำเนินกิจกรรมระหว่างเรียน

$\sum F$ แทน คะแนนรวมของนักเรียนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหรือการดำเนินกิจกรรมหลังเรียน

N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

A แทน คะแนนเต็มของแบบฝึกทักษะระหว่างเรียน

B แทน คะแนนเต็มของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

$E_1 / E_2$ แทน ประสิทธิภาพของแผนการสอนพื้นฐานคณิตศาสตร์สำหรับฟิสิกส์

3.2 สถิติหาค่าดัชนีประสิทธิผล (Effectiveness Index) ในการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาค่าดัชนีประสิทธิผล ของแผนการสอนพื้นฐานคณิตศาสตร์สำหรับฟิสิกส์ เมื่อนำไปใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/1 โรงเรียนสาธิต มหาวิทยาลัยศิลปากร ที่ได้รับการเรียนการสอนโดยการจัดแผนกิจกรรมการเรียนรู้พื้นฐานคณิตศาสตร์สำหรับฟิสิกส์ (เผชิญ กิจระการ. 2546 : 1 – 3)

$$E.I. = \frac{P_2 - P_1}{Total - P_1}$$

เมื่อ E.I. แทน ดัชนีประสิทธิผล

$P_1$ แทน ผลรวมของคะแนนก่อนเรียนทุกคน

P แทน ผลรวมของคะแนนหลังเรียนทุกคน

2

Total แทน ผลคูณของจำนวนนักเรียนกับคะแนนเต็ม

3.3 สถิติที่ใช้ตรวจสอบสมติฐาน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติที่มีต่อวิชาฟิสิกส์และการสอนพื้นฐานคณิตศาสตร์สำหรับฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/1 โรงเรียนสาธิต มหาวิทยาลัยศิลปากร ที่ได้รับการเรียนการสอนโดยการจัดแผนกิจกรรมการเรียนรู้พื้นฐานคณิตศาสตร์สำหรับฟิสิกส์ หลังเรียนสูงขึ้น โดยใช้วิธีการทางสถิติทีเทส (t – test Dependent) (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2543 : 165 – 167) มีสูตร ดังนี้

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

เมื่อ t แทน ค่าที่พิจารณาใน t – distribution

D แทน ความแตกต่างระหว่างคะแนนแต่ละคู่