

## บทที่ 3

### วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ก่อนและหลังการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามรายละเอียดดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. แบบแผนการวิจัย
3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ
5. วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล
6. การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการวิจัย

#### ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2555 โรงเรียนขยายโอกาส อำเภอนาทวี จังหวัดสงขลา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาสงขลา เขต 3 โรงเรียน 6 โรงเรียน จำนวน 6 ห้อง นักเรียนจำนวน 199 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2555 โรงเรียนทองอยู่ยุดกุล อำเภอนาทวี จังหวัดสงขลา จำนวนนักเรียน 35 คน จำนวน 1 ห้องเรียนได้มาโดยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม

#### แบบแผนการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกวิธีดำเนินการวิจัยเป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi Experimental Research) ทำการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างเพียงกลุ่มเดียวจัดให้มีการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน มีรูปแบบการวิจัยแบบ One Group Pre-test Post-test Design (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2540: 60) ซึ่งมีรูปแบบดังนี้

ตาราง 5 แสดงแบบแผนการวิจัยแบบ One Group Pre-test Post-test Design

กลุ่มทดลอง	สอบก่อน (Pre-test)	การทดลอง	สอบหลัง (Post-test)
E	T <sub>1</sub>	X	T <sub>2</sub>

เมื่อ E	แทน	กลุ่มทดลอง (Experimental Group)
T	แทน	การทดลองก่อนเรียน (Pre-test)
X	แทน	กิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT
T <sub>2</sub>	แทน	การทดลองหลังเรียน (Post-test)

### เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT หน่วย สारรอบตัว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 16 แผน
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หน่วย สारรอบตัว เป็นแบบทดสอบปรนัย 30 ข้อ จำนวน 1 ฉบับ
3. แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ในวิชาวิทยาศาสตร์เป็นแบบทดสอบอัตนัย จำนวน 1 ฉบับ จำนวน 8 ข้อ

### การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ

ผลสัมฤทธิ์การเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT มีเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
3. แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

### เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
3. แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

### การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

#### 1. การสร้างและหาคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT

ในการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT มีขั้นตอนดังนี้

- 1.1 ศึกษาจุดมุ่งหมายของหลักสูตร จุดประสงค์รายวิชา ขอบข่ายเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารรอบตัว จากหนังสือเรียนวิชา วิทยาศาสตร์ ว101 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
- 1.2 วิเคราะห์จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม กิจกรรมการเรียนการสอน แนวคิดต่อเนื้อหา และความคิดรวบยอดของเนื้อหา วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องสารรอบตัว
- 1.3 ศึกษาแนวการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
- 1.4 กำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของแต่ละเนื้อหา กิจกรรมการเรียนการสอน สื่อการเรียนรู้ การวัดผลและการประเมินผลที่สอดคล้องกับการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT
- 1.5 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT
- 1.6 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT จำนวน 16 แผน เวลาที่ใช้สอน 36 ชั่วโมง ซึ่งมีรายละเอียดเกี่ยวกับเนื้อหาและเวลาที่ใช้สอนดังนี้

ตาราง 6 แสดงแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT

แผนการเรียนรู้	ชื่อหน่วยย่อย	จำนวนชั่วโมง
1	การจำแนกสารรอบตัว	2
2	การจัดกลุ่มสารตามขนาดของอนุภาค	2
3	สารแขวนลอย คอลลอยด์	2
4	สารเนื้อเดียว	2
5	สารละลาย	3
6	ความเข้มข้นของสารละลาย	2
7	การเตรียมสารละลาย	2
8	สถานะของสาร	2
9	พลังงานกับการเปลี่ยนสถานะของสาร	2
10	พลังงานกับการละลาย	2
11	กรดหรือเบส	2
12	สมบัติบางประการของสารละลายกรด	2
13	สมบัติบางประการของสารละลายเบส	2
14	ปฏิกิริยาของสารละลายกรด-เบส	3
15	กรด-เบสในชีวิตประจำวัน	3
16	สารที่ใช้ในการทำความสะอาด	3
<b>รวม</b>		<b>36</b>

โดยแต่ละแผนมีองค์ประกอบดังนี้

- 1) สารสำคัญ
- 2) จุดประสงค์การเรียนรู้
- 3) เนื้อหา
- 4) กิจกรรมการเรียนรู้การสอน
  - 4.1) การบูรณาการประสบการณ์ด้วยตนเอง แบ่งย่อยเป็น
    - ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างประสบการณ์
    - ขั้นที่ 2 ขั้นไตร่ตรองและวิเคราะห์ประสบการณ์

- 4.2) การพัฒนาความคิดรวบยอด แบ่งย่อยเป็น
  - ขั้นที่ 3 บรูณาการประสบการณ์สู่ความคิดรวบยอด
  - ขั้นที่ 4 พัฒนาเป็นความคิดรวบยอด/ทักษะ
- 4.3) การฝึกปฏิบัติและการปรับแต่งเป็นความคิดของตนเอง แบ่งย่อยเป็น
  - ขั้นที่ 5 ปฏิบัติตามแนวคิดเพื่อสร้างงาน
  - ขั้นที่ 6 สร้างงานเป็นของตนเอง
- 4.4) การบูรณาการและการประยุกต์ประสบการณ์ แบ่งย่อยเป็น
  - ขั้นที่ 7 วิเคราะห์เพื่อนำไปประยุกต์ใช้
  - ขั้นที่ 8 แลกเปลี่ยนความรู้ของตนกับผู้อื่น
- 4.5) สื่อการจัดการเรียนการสอน
- 4.6) การวัดและประเมินผล

1.7 นำแผนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT เสนอต่อคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์เพื่อพิจารณาตรวจสอบ และดำเนินการปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะแล้ว นำเสนอผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน ตรวจสอบความเหมาะสมของแผน โดยให้ข้อคิดเห็นและเสนอแนะในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ดังนี้ (ภาคผนวก ง หน้า156)

- 1.7.1 ควรปรับปรุงการพิมพ์ตัวแปร สัญลักษณ์ต่างๆ ให้เป็นรูปแบบเดียวกัน
- 1.7.2 ควรปรับปรุงการวัดผลประเมินผลให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้
- 1.7.3 ควรปรับปรุงกระบวนการจัดการเรียนรู้เพราะบางขั้นตอนไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้
- 1.7.4 ควรปรับปรุงภาษาให้ชัดเจน

1.8 นำแผนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT ที่ปรับปรุงแล้วไปทดลองสอนกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 1 ห้องเรียน เพื่อพิจารณาความเหมาะสมเกี่ยวกับ การวัดผลประเมินผลให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ ลักษณะกิจกรรม และปริมาณของเนื้อหา ความเหมาะสมของภาษา เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไขเป็นเครื่องมือในการวิจัย

1.9 นำแผนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT ไปดำเนินการสอนกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนทองอยู่บุตกุล กลุ่มทดลอง จำนวน 35 คน ในวันที่ 21 พฤษภาคม พ.ศ.2555 ถึง 25 กรกฎาคม พ.ศ.2555

## 2. การสร้างและหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ในการสร้างและหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผู้วิจัย ดำเนินการสร้างและหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 1 เพื่อใช้ทดสอบก่อนและหลังการแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT โดยมีลำดับขั้นตอน ดังนี้

### 2.1 ศึกษาความหมายและแนวคิดเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.2 ศึกษาหลักการและวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจาก หนังสือ วารสาร เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ได้กำหนดกรอบเนื้อหาสาระ ของแบบทดสอบ 16 เรื่อง คือ

- 2.2.1 การจำแนกสารรอบตัว
- 2.2.2 การจัดกลุ่มสารตามขนาดของอนุภาค
- 2.2.3 สารแขวนลอย คอลลอยด์
- 2.2.4 สารเนื้อเดียว
- 2.2.5 สารละลาย
- 2.2.6 ความเข้มข้นของสารละลาย
- 2.2.7 การเตรียมสารละลาย
- 2.2.8 สถานะของสาร
- 2.2.9 พลังงานกับการเปลี่ยนสถานะของสาร
- 2.2.10 พลังงานกับการละลาย
- 2.2.11 กรดหรือเบส
- 2.2.12 สมบัติบางประการของสารละลายกรด
- 2.2.13 สมบัติบางประการของสารละลายเบส
- 2.2.14 ปฏิกิริยาของสารละลายกรด-เบส
- 2.2.15 กรด-เบสในชีวิตประจำวัน
- 2.2.16 สารที่ใช้ในการทำความสะอาด

2.3 จัดทำตารางวิเคราะห์โครงสร้างของแบบทดสอบตามเนื้อหาสาระ โดยกำหนด สัดส่วนจำนวนข้อสอบครอบคลุมเนื้อหาสาระรวมจำนวนข้อสอบทั้งหมด 50 ข้อ (ภาคผนวก ง หน้า 164)

2.4 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ให้สอดคล้องกับตารางวิเคราะห์ข้อสอบ โดยสร้างแบบทดสอบแบบปรนัยแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก โดยมีเนื้อหาวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารและสมบัติของสาร

2.5 นำแบบทดสอบที่ให้อาจารย์ผู้ควบคุมการวิจัยและผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน เพื่อตรวจสอบค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้ ความถูกต้องในการใช้ภาษาพร้อมทั้งข้อเสนอแนะ วิเคราะห์ค่า IOC และคัดเฉพาะข้อที่มี IOC เท่ากับ 1.00 ผลการตรวจสอบได้ข้อสอบที่เป็นไปตามเกณฑ์ 35 ข้อ (ภาคผนวก ง หน้า1158)

2.6 นำแบบทดสอบที่ได้รับการปรับปรุงแล้ว ไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีการศึกษาปีที่ปีการศึกษา 2555 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน วิเคราะห์เพื่อคัดเลือกไว้เป็นข้อสอบฉบับจริงโดยใช้เกณฑ์ค่าระดับความความยากง่าย (p) ระหว่าง 0.2-0.8 และค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.25 ขึ้นไป พบว่าแบบทดสอบมีค่าระดับความความยากง่าย (p) อยู่ในช่วง 0.36-0.73 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ในช่วง 0.27-0.91 (ภาคผนวก ง หน้า1161)

2.7 นำแบบทดสอบที่คัดเลือก มาหาค่าความเชื่อมั่นตามวิธีของ คูเดอร์ ริชาร์ดสัน (KR-20) ได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องสารและสมบัติของสาร เท่ากับ 0.933

2.8 จัดทำข้อสอบที่มีโครงสร้างของแบบทดสอบตามเนื้อหาสาระให้สอดคล้องกับ ตารางวิเคราะห์ข้อสอบและระดับพฤติกรรมของการวัดจำนวน 30 ข้อเป็นต้นฉบับแล้วนำไปใช้ทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง

### 3. การสร้างและหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้สร้างแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่1ตามลำดับขั้นตอนดังนี้

3.1 ศึกษาเอกสารและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์และพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ วิธีการสร้างแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดยอาศัยแนวทางของ ปรียากรณ์ ทองมาก (2537: 119-130) ซึ่งสร้างขึ้นตามแนวของทอแรนซ์

3.2 ผู้วิจัยสร้างตารางวิเคราะห์ข้อสอบและแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 ประกอบด้วย ข้อสอบจำนวน 12 ข้อ (ภาคผนวก ง หน้า1167)

3.3 นำแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์เสนออาจารย์ควบคุมวิทยานิพนธ์ตรวจสอบความถูกต้องแล้วทำการปรับปรุงแก้ไขแบบทดสอบตามคำแนะนำ

3.4 นำแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่แก้ไขปรับปรุงแล้วเสนอผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 คน ให้ข้อเสนอแนะเพื่อทำการปรับปรุงแก้ไข แล้วนำผลการตรวจสอบของผู้เชี่ยวชาญมาหาค่า IOC โดยข้อที่มีค่าระหว่าง 0.50-1.00 ถือว่าเป็นข้อคำถามที่นำไปใช้ได้ คัดเลือกข้อสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC มีค่าระหว่าง 0.60-1.00 จำนวน 8 ข้อ(ภาคผนวก ง หน้า160)

3.5 นำแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่ผ่านการตรวจสอบและแก้ไขข้อบกพร่องแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างโรงเรียนทองอยู่ญตกุล จำนวน 30 คน เพื่อหาค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ที่มีค่าความยากง่ายตั้ง 0.2-0.8 และค่าอำนาจจำแนกที่มีค่า 0.2 ขึ้นไป เพื่อให้ได้แบบทดสอบที่นำไปใช้ได้จริง พบว่ามีค่าความยากง่ายอยู่ในช่วง 0.51-0.59 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ในช่วง 0.60-0.83 คัดเลือกไว้ 8 ข้อ(ภาคผนวก ง หน้า163)

3.6 นำแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ทั้งฉบับมาหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับโดยสัมประสิทธิ์ของแอลฟา ( $\alpha$ -coefficient) ของครอนบาค (Cronbach) (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2538: 125-126) ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.84

3.7 นำแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 8 ข้อ ไปจัดพิมพ์เพื่อใช้ในการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลต่อไป

## การเก็บรวบรวมข้อมูล

### ดำเนินการทดสอบและเก็บรวบรวมข้อมูล

1. นำหนังสือขอความร่วมมือในการวิจัยจากบัณฑิตวิทยาลัยไปยังโรงเรียน เพื่อขอความอนุเคราะห์ในการทำการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัยด้วยตนเอง
2. ผู้วิจัยทำการทดสอบความรู้ก่อนการสอน (pretest) โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ วิชาวิทยาศาสตร์กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง คือ กลุ่มที่จะทำการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT แล้วเก็บรวบรวมผลการทดสอบก่อนการสอนไว้เพื่อวิเคราะห์ต่อไป
3. ผู้วิจัยดำเนินการสอนกลุ่มตัวอย่างตามแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT ที่ได้กำหนดไว้ใช้เวลาในการสอน 9 สัปดาห์ โดยสอนครั้งละ 4 คาบคาบละ 60 นาที/สัปดาห์ รวมทั้งสิ้น 36 คาบ

4. เมื่อเสร็จสิ้นการดำเนินการสอนผู้วิจัยทำการทดสอบความรู้หลังการสอน (posttest) กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างอีกครั้ง โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ฉบับเดิม แล้วเก็บรวบรวมผลการทดสอบไว้เพื่อการวิเคราะห์ต่อไป

5. นำคะแนนที่รวบรวมไว้จากการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนการสอนและหลังการสอน วิเคราะห์ค่าทางสถิติโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์

### การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการวิจัย

การวิเคราะห์ข้อมูลโดยการเปรียบเทียบ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนการสอนและหลังการสอน

#### สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

##### 1. ค่าสถิติพื้นฐาน

1.1 หาค่าเฉลี่ย (Mean) ของคะแนน โดยใช้สูตรการคำนวณดังนี้ (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ, 2538: 73)

สูตรที่ใช้ คือ 
$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n}$$

เมื่อ	$\bar{x}$	แทน	คะแนนเฉลี่ย
	$\sum x$	แทน	ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
	$n$	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

1.2 หาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยใช้สูตรดังนี้ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2538: 73)

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

เมื่อ	S.D.	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	$\sum X$	แทน	ผลรวมของคะแนนแต่ละตัว
	$\sum X^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง
	N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

## 2. สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือ

2.1 หาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับข้อคำตอบ โดยใช้สูตรคำนวณดังนี้ (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2540: 177)

$$\text{ค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC} = \frac{\sum x}{N}$$

เมื่อ	IOC	แทน	ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับลักษณะพฤติกรรม
	$\sum x$	แทน	ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญแต่ละคน
	N	แทน	จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2.2 การหาค่าความยากง่ายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2538: 210-211)

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

เมื่อ	P	แทน	ค่าความยาก
	R	แทน	จำนวนนักเรียนตอบถูกในแต่ละข้อ
	N	แทน	จำนวนนักเรียนทั้งหมด

2.3 หาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบเป็นรายข้อ (ลิ่วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2538: 211-212)

สูตรที่ใช้ คือ 
$$r = \frac{R_u - R_e}{n/2}$$

เมื่อ	$r$	แทน	ค่าอำนาจจำแนกเป็นรายข้อ
	$R_u$	แทน	จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในข้อนั้นในกลุ่มเก่ง
	$R_e$	แทน	จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในข้อนั้นในกลุ่มอ่อน
	$n$	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด

2.4 หาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบโดยใช้สูตร KR-20 ของ คูเดอร์ ริชาร์ดสัน (พิชิต ฤทธิจรูญ, 2545: 157) ดังนี้

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

เมื่อ	$r_{tt}$	แทน	สัมประสิทธิ์ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
	$n$	แทน	จำนวนข้อสอบในแบบทดสอบ
	$p$	แทน	สัดส่วนของนักเรียนที่ตอบถูกในแต่ละข้อ
	$q$	แทน	สัดส่วนของนักเรียนที่ตอบผิดในแต่ละข้อ
			หรือ $q = 1-p$
	$S_t^2$	แทน	ค่าความแปรปรวนของคะแนนรวมทั้งฉบับ

2.5 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้วยสัมประสิทธิ์ของแอลฟา ( $\alpha$  - coefficient) ของครอนบัก (Cronbach) (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2540: 125-126)

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

เมื่อ	$\alpha$	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น
	$n$	แทน	จำนวนข้อคำถามทั้งหมด
	$S_i^2$	แทน	คะแนนความแปรปรวนแต่ละข้อ
	$S_t^2$	แทน	คะแนนความแปรปรวนทั้งหมด

2.6 หาค่าความยากง่ายของแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดยคำนวณจากสูตร วิทนีย์และซาเบอร์ (D.R. Whitney and D.L. Sabers) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2538: 199-200)

$$P_e = \frac{S_u + S_L - (2NX \min)}{2N(X_{\max} - X_{\min})}$$

เมื่อ	$P_e$	แทน	ความยากง่าย
	$S_u$	แทน	ผลรวมของคะแนนกลุ่มเก่ง
	$S_L$	แทน	ผลรวมของคะแนนกลุ่มอ่อน
	$X_{\max}$	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้สูงสุด
	$X_{\min}$	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้ต่ำสุด
	$N$	แทน	จำนวนผู้เข้าสอบกลุ่มเก่งหรือกลุ่มอ่อน

2.7 หาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดยคำนวณจากสูตร วิทนีย์และซาเบอร์ (D.R. Whitney and D.L. Sabers) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2538: 199-200)

$$D = \frac{S_U - S_L}{N(X_{\max} - X_{\min})}$$

เมื่อ	$D$	แทน	ค่าอำนาจจำแนก
	$S_u$	แทน	ผลรวมของคะแนนกลุ่มเก่ง
	$S_L$	แทน	ผลรวมของคะแนนกลุ่มอ่อน
	$X_{\max}$	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้สูงสุด

$X_{\min}$	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้ต่ำสุด
$N$	แทน	จำนวนผู้เข้าสอบกลุ่มเก่งหรือกลุ่มอ่อน

### 3. สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

3.1 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ที่ได้รับการสอนแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT จากการทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียน โดยใช้สูตร t-test for dependent sample ดังนี้ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2538: 104)

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

เมื่อ	$t$	แทน	ค่าสถิติที่จะใช้เปรียบเทียบกับค่าวิกฤต เพื่อทราบความมีนัยสำคัญ
	$D$	แทน	ผลต่างระหว่างคู่คะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน
	$\sum D$	แทน	ผลรวมของผลต่างของคะแนนแต่ละคู่
	$N$	แทน	จำนวนกลุ่มตัวอย่างหรือจำนวนคู่ขนาน