

บทที่ 3

วิธีดำเนินการ

ในการวิจัย เรื่อง การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง กรด-เบส โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามรายละเอียด ดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. แบบแผนการวิจัย
5. การเก็บรวบรวมข้อมูล
6. การจัดกระทำข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล
7. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนนาฏพิทยาคม อำเภอขามเฒ่า จังหวัดมหาสารคาม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 26 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556 จำนวน 2 ห้องเรียน ซึ่งมีการจัดห้องเรียนแบบคละความสามารถทั้ง 2 ห้อง นักเรียน 60 คน

1.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 จำนวน 30 คน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556 โรงเรียนนาฏพิทยาคม ได้จากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยการสุ่มและจับสลากเลือกห้องเรียนมา 1 ห้อง

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น จำนวน 12 แผน

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง กรด-เบส แบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ

3. แบบสอบถามคุณลักษณะด้านจิตวิทยาศาสตร์ รูปแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Rating Scale)

การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือตามขั้นตอนดังนี้

1.1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนนาฏพิทยาคม พุทธศักราช 2555 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

1.2 วิเคราะห์คำอธิบายรายวิชาเพิ่มเติมเคมี 3 เรื่อง กรด-เบส สารละลาย และผลการเรียนรู้จากหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนนาฏพิทยาคมคู่มือครูและหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมเคมี 3

1.3 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหาจุดประสงค์การเรียนรู้ และเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ เพื่อสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหาจุดประสงค์การเรียนรู้และเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่	เนื้อหา	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
1	สารละลายอิเล็กโทรไลต์และนอนอิเล็กโทรไลต์	บอกสมบัติของสารละลายอิเล็กโทรไลต์ สารละลายนอนอิเล็กโทรไลต์ และระบุประเภทของสารละลายอิเล็กโทรไลต์ได้	2
2	สารละลายกรดและสารละลายเบส	อธิบายการเปลี่ยนแปลงเมื่อกรดหรือเบสละลายในน้ำ พร้อมทั้งระบุชนิดของไอออนที่ทำให้สารละลายแสดงสมบัติเป็นกรดหรือเบสได้	1

แผนการจัด การเรียนรู้ที่	เนื้อหา	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
3	ทฤษฎีกรด-เบส	อธิบายความหมายของกรดและเบสตามทฤษฎีกรด-เบสอาร์เรเนียสเบรินสเตด-ลาวรีและลิวอิส พร้อมทั้งอธิบายสมบัติของกรดหรือเบสตามทฤษฎีกรด-เบสเหล่านี้ได้	1
4	คู่กรด-เบส	ระบุโมเลกุลหรือไอออนที่เป็นคู่กรด-เบสในปฏิกิริยาตามทฤษฎีกรด-เบสเบรินสเตด-ลาวรีได้	1
5	การแตกตัวของกรดเบส	1. อธิบายความสามารถในการแตกตัวของกรดแก่ เบสแก่ กรดอ่อน เบสอ่อน รวมทั้งคำนวณหาร้อยละของการแตกตัว และค่าคงที่การแตกตัวของกรดอ่อนหรือเบสอ่อนได้ 2. เปรียบเทียบปริมาณการแตกตัวของกรดหรือเบส และคำนวณหาความเข้มข้นของ H_3O^+ และ OH^- โดยใช้ค่าคงที่การแตกตัวของกรดหรือเบสได้	3
6	การแตกตัวเป็นไอออนของน้ำ	อธิบายการเปลี่ยนแปลงภาวะสมดุลของน้ำเมื่อเติมกรดหรือเบส พร้อมทั้งคำนวณหาความเข้มข้นของ H_3O^+ และ OH^- ในสารละลายได้	1
7	pH ของสารละลาย	คำนวณหา pH ของสารละลาย เมื่อทราบความเข้มข้นของ H_3O^+ หรือ OH^- และบอกความเป็นกรด-เบสของสารละลายจากค่า pH ได้	2
8	อินดิเคเตอร์สำหรับกรด-เบส	อธิบายเหตุผลที่ทำให้อินดิเคเตอร์เปลี่ยนสี และใช้ช่วงของการเปลี่ยนสีของอินดิเคเตอร์บอกค่า pH หรือความเป็นกรด-เบสของ	1

แผนการจัด การเรียนรู้ที่	เนื้อหา	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
		สารละลายได้	
9	ปฏิกิริยาของกรดและเบส	1. อธิบายการเกิดเกลือจากปฏิกิริยาระหว่างกรดกับเบส และกรดหรือเบสกับสารบางชนิด พร้อมทั้งเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาและบอกสมบัติของ เกลือที่เกิดขึ้นได้ 2. อธิบายความหมายของปฏิกิริยาการสะเทิน พร้อมทั้งเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาได้	2
10	ปฏิกิริยาไฮโดรลิซิส	อธิบายการเกิดปฏิกิริยาไฮโดรลิซิสของเกลือในน้ำ พร้อมทั้งเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาได้	1
11	การไทเทรตกรด-เบส	1. อธิบายวิธีการไทเทรตการเลือกใช้อินดิเคเตอร์ที่เหมาะสมในการไทเทรตกรด-เบส ตลอดจนคำนวณหาความเข้มข้นของสารละลายจากการไทเทรตได้ 2. เขียนกราฟของการไทเทรต และหาจุดสมมูลจากกราฟ พร้อมทั้งบอกค่า pH ของสารละลาย ณ จุดสมมูลได้	3
12	สารละลายบัฟเฟอร์	อธิบายการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นเมื่อเติมกรดหรือเบสลงในระบบบัฟเฟอร์ เขียนสมการแสดงปฏิกิริยาการควบคุม pH ของสารละลายบัฟเฟอร์ได้	2
รวมเวลาเรียน			20

1.4 ศึกษาทฤษฎีการเรียนรู้และการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นตอน เพื่อวางแผนออกแบบการเรียนรู้ และจัดการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ และจุดประสงค์การเรียนรู้

1.5 ศึกษาวิธีการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้จากคู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ของกรมวิชาการและสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

1.6 เขียนแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นตอน จำนวน 12 แผนซึ่งมีองค์ประกอบดังนี้

1.6.1 สาระการเรียนรู้/มาตรฐานการเรียนรู้

1.6.2 ผลการเรียนรู้

1.6.3 จุดประสงค์การเรียนรู้

1.6.4 สาระ/เนื้อหา

1.6.5 กรอบแนวความคิดหลัก

1.6.6 กระบวนการจัดการเรียนรู้

1.6.7 สื่อการเรียนรู้/แหล่งเรียนรู้

1.6.8 การวัดผลประเมินผล

1.6.9 กิจกรรมเสนอแนะ

1.6.10 ความคิดเห็นของผู้บังคับบัญชา

1.6.11 บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

1.7 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง ความสอดคล้องของสาระการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ กระบวนการจัดการเรียนรู้ และการวัดผลประเมินผล จากนั้นนำแผนการจัดการเรียนรู้มาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

1.8 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วพร้อมแบบประเมินเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญเพื่อประเมินความเหมาะสม และความสอดคล้องของเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง โดยรายนามผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน มีดังนี้

1.8.1 อาจารย์ ดร.ปนัดดา แทนสุโพธิ์ ปร.ค. เคมี อาจารย์ประจำ สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

1.8.2 อาจารย์อัมรินทร์ พูลพุกษา กศ.ม. การวิจัยการศึกษา อาจารย์ประจำ สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

1.8.3 นายรุ่งระวีศิริ บุญนาม วท.บ.เคมี, กศ.ม. การวิจัยการศึกษา
 ครูชำนาญการพิเศษ สาขาวิชาเคมี โรงเรียนพัคคณภูมิวิทยาการ อำเภอพยัคฆภูมิพิสัย
 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 26

1.8.4 นางศรีไพร อุ่นใจ กศ.ม. วิทยาศาสตร์ (เน้นเคมี) ครูชำนาญการพิเศษ สาขาวิชาเคมี โรงเรียนพัคฆภูมิวิทยาคาร อำเภอพัคฆภูมิพิสัย สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่ การศึกษามัธยมศึกษา เขต 26

1.8.5 นางรัชณี เปาะสิริ กศ.ม. หลักสูตรและการสอน ครูชำนาญการพิเศษ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ โรงเรียนนาเชือกพิทยาสรรค์ อำเภอนาเชือก สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่ การศึกษามัธยมศึกษา เขต 26

การประเมินความเหมาะสมแผนการจัดการเรียนรู้โดยผู้เชี่ยวชาญผู้วิจัยใช้แบบ ประเมินชนิดมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ โดยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนน ของบุญชม ศรีสะอาด (2554 : 121-122) ดังนี้

เหมาะสมมากที่สุด	ตรวจให้	5	คะแนน
เหมาะสมมาก	ตรวจให้	4	คะแนน
เหมาะสมปานกลาง	ตรวจให้	3	คะแนน
เหมาะสมน้อย	ตรวจให้	2	คะแนน
เหมาะสมน้อยที่สุด	ตรวจให้	1	คะแนน

1.9 นำคะแนนที่ได้จากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่านมาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย แล้วเปรียบเทียบกับเกณฑ์การแปลความหมายค่าเฉลี่ยของบุญชม ศรีสะอาด (2554 : 121-122) ดังนี้

ค่าเฉลี่ย	4.51 – 5.00	แปลความว่า	เหมาะสมมากที่สุด
ค่าเฉลี่ย	3.51 – 4.50	แปลความว่า	เหมาะสมมาก
ค่าเฉลี่ย	2.51 – 3.50	แปลความว่า	เหมาะสมปานกลาง
ค่าเฉลี่ย	1.51 – 2.50	แปลความว่า	เหมาะสมน้อย
ค่าเฉลี่ย	1.00 – 1.50	แปลความว่า	เหมาะสมน้อยที่สุด

โดยแผนการจัดการเรียนรู้ที่มีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้จัดการเรียนการสอนต้องมีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 3.51 ขึ้นไป

1.10 จากการวิเคราะห์ข้อมูลและหาค่าเฉลี่ยแผนการจัดการจัดการเรียนรู้ปรากฏว่า แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.54 เทียบกับเกณฑ์ การแปลความหมายค่าเฉลี่ยพบว่า มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด (ภาคผนวก ข ตารางที่

1.11 จัดพิมพ์แผนการจัดการเรียนรู้เป็นฉบับจริง เพื่อนำไปใช้จัดการเรียนรู้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.1 การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบอิงเกณฑ์ (Criteria Reference Test) วิชาเคมี เรื่อง กรด-เบสชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีลำดับขั้นตอนดังนี้

2.1.1 ศึกษาเอกสารประกอบหลักสูตร ได้แก่ แนวปฏิบัติการวัดผลประเมินผล การเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 คู่มือครู การวัดผล การศึกษา การวัดผลประเมินผลกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

2.1.2 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหา สาระการเรียนรู้ และจุดประสงค์ การเรียนรู้ เรื่อง กรด-เบส

2.1.3 ศึกษาวิธีการสร้างข้อสอบจากตำราและเอกสารการวัดผลการศึกษา และจากหนังสือการวัดผลประเมินผลวิทยาศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555 : 4-42)

2.1.4 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง กรด-เบส ให้ครอบคลุมเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ เป็นแบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ (Multiple Choice) ชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 60 ข้อ ต้องการจริง 40 ข้อ ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ตารางวิเคราะห์เนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้เพื่อสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เนื้อหา	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบ	
		ที่ออกทั้งหมด	ที่ต้องการจริง
1. สารละลายอิเล็กโทรไลต์และนอนอิเล็กโทรไลต์	1. บอกสมบัติของสารละลายอิเล็กโทรไลต์ สารละลายนอนอิเล็กโทรไลต์ และระบุประเภทของสารละลายอิเล็กโทรไลต์ได้	6	4
2. สารละลายกรดและสารละลายเบส	2. อธิบายการเปลี่ยนแปลงเมื่อกรดหรือเบสละลายในน้ำ พร้อมทั้งระบุชนิดของไอออนที่ทำให้สารละลายแสดงสมบัติเป็นกรดหรือเบสได้	4	2

เนื้อหา	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบ	
		ที่ออกทั้งหมด	ที่ต้องการจริง
3. ทฤษฎีกรด-เบส	3. อธิบายความหมายของกรดและเบสตามทฤษฎีกรด-เบสอาร์เรเนียสเบรินสเตด-ลาวรี และ ลิวอิส พร้อมทั้งอธิบายสมบัติของกรดหรือเบสตามทฤษฎีกรด-เบสเหล่านี้ได้	4	3
4. คู่กรด-เบส	4. ระบุนิโมเลกุลหรือไอออนที่เป็นคู่กรด-เบส ในปฏิกิริยา ตามทฤษฎีกรด-เบสเบรินสเตด-ลาวรีได้	4	2
5. การแตกตัวของกรดเบส	5. อธิบายความสามารถในการแตกตัวของกรดแก่ เบสแก่ กรดอ่อน เบสอ่อน รวมทั้งคำนวณหาค่าร้อยละของการแตกตัวและค่าคงที่การแตกตัวของกรดอ่อนหรือเบสอ่อนได้	6	5
	6. เปรียบเทียบปริมาณการแตกตัวของกรดหรือเบส และคำนวณหาความเข้มข้นของ H_3O^+ และ OH^- โดยใช้ค่าคงที่การแตกตัวของกรดและเบสได้	4	3
6. การแตกตัวเป็นไอออนของน้ำ	7. อธิบายการเปลี่ยนแปลงภาวะสมดุลของน้ำเมื่อเติมกรดหรือเบส พร้อมทั้งคำนวณหาความเข้มข้นของ H_3O^+ และ OH^- ในสารละลายได้	3	2
7. pH ของสารละลาย	8. คำนวณหา pH ของสารละลายเมื่อทราบค่าความเข้มข้นของ H_3O^+ และ OH^- และบอกความเป็นกรด-เบสของสารละลายจากค่า pH ได้	6	4
8. อินดิเคเตอร์สำหรับกรด-เบส	9. อธิบายเหตุผลที่ทำให้อินดิเคเตอร์เปลี่ยนสี และใช้ช่วงของการเปลี่ยนสีของอินดิเคเตอร์บอกค่า pH หรือความเป็นกรด-เบสของสารละลายได้	4	3

เนื้อหา	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบ	
		ที่ออกทั้งหมด	ที่ต้องการจริง
9. ปฏิกริยาของกรดและเบส	10. อธิบายการเกิดเกลือจากปฏิกริยาระหว่างกรดกับเบสและกรดหรือเบสกับสารบางชนิด พร้อมทั้งเขียนสมการแสดงปฏิกริยาและบอกสมบัติของเกลือที่เกิดขึ้นได้	3	2
	11. อธิบายความหมายของปฏิกริยาการสะเทิน พร้อมทั้งเขียนสมการแสดงปฏิกริยา	2	1
10. ปฏิกริยาไฮโดรไลซิส	12. อธิบายการเกิดปฏิกริยาไฮโดรไลซิสของเกลือในน้ำ พร้อมทั้งเขียนสมการแสดงปฏิกริยาได้	3	2
11. การไทเทรตกรด-เบส	13. อธิบายวิธีการไทเทรตการเลือกใช้อินดิเคเตอร์ที่เหมาะสมในการไทเทรตกรด-เบส ตลอดจนคำนวณหาความเข้มข้นของสารละลายจากการไทเทรตได้	5	4
	14. เขียนกราฟของการไทเทรตและหาจุดสมมูลจากกราฟ พร้อมทั้งบอกค่า pH ของสารละลาย ณ จุดสมมูลได้	2	1
12. สารละลายบัฟเฟอร์	15. อธิบายการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นเมื่อเติมกรดหรือเบสลงในสารละลายบัฟเฟอร์ และเขียนสมการแสดงปฏิกริยาการควบคุม pH ของสารละลายบัฟเฟอร์ได้	4	2
รวม		60	40

2.1.5 นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อพิจารณาความตรงเชิงเนื้อหา ความเหมาะสมของแบบทดสอบ แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องตามข้อเสนอแนะ

2.1.6 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ปรับปรุงแล้ว เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญชุดเดิม เพื่อพิจารณาความตรงเชิงเนื้อหา และความสอดคล้องของข้อสอบแต่ละข้อ กับจุดประสงค์การเรียนรู้

2.2 การหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีลำดับขั้นตอน ดังนี้

2.2.1 หาความเที่ยงตรงตามเนื้อหา (Content Validity) โดยอาศัยดุลยพินิจของผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความสอดคล้องของข้อสอบแต่ละข้อกับจุดประสงค์การเรียนรู้ตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ (Congruence) โดยค่าที่ได้จะมีค่าตั้งแต่ (-1) ถึง (+1) ผู้วิจัยเลือกข้อที่มีค่า IOC ตั้งแต่ .60 ขึ้นไปจึงถือว่าเป็นข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์ความเที่ยงตรงตามเนื้อหาที่ใช้ได้ ผลปรากฏว่า ข้อสอบอยู่ในเกณฑ์ทั้ง 60 ข้อ (ภาคผนวก ค ตารางที่ 12)

2.2.2 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผ่านการพิจารณาความสอดคล้อง เหมาะสม จากผู้เชี่ยวชาญแล้ว มาจัดพิมพ์เป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฉบับทดลอง

2.2.3 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฉบับทดลองไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/2 โรงเรียนนาฏพิทยาคมภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556 จำนวน 30 คน ซึ่งได้เรียนรู้เนื้อหาเรื่อง กรด-เบส มาแล้ว และมีการจัดชั้นเรียนแบบคละความสามารถ คือ เป็นนักเรียนเก่ง ปานกลาง และอ่อนคละกันจากนั้นนำผลการทดสอบมาวิเคราะห์หาระดับความยากและอำนาจจำแนกของข้อสอบรายข้อดังนี้

1) ความยาก (Difficulty) นำผลการทดสอบมาวิเคราะห์หาค่าความยาก (P) แล้วคัดเลือกข้อสอบที่มีระดับความยากอยู่ระหว่าง 0.20-0.80

2) อำนาจจำแนก (Discriminating Power) นำผลการทดสอบมาวิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนก (B) โดยวิธีที่เรียกว่า ดัชนี B (B-Index หรือ Brennan Index) แล้วคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .20 ขึ้นไป (สมนึก กัททิษธน. 2556 : 204)

2.2.4 ผลการวิเคราะห์หาค่าความยาก (p) และอำนาจจำแนก (B) ของข้อสอบ จำนวน 60 ข้อ (ภาคผนวก ง ตาราง ที่ 13) ปรากฏว่า ข้อสอบที่ใช้ได้มีค่าความยาก ตั้งแต่ 0.57-0.80 และค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ 0.25-0.60 จำนวน 43 ข้อ ผู้วิจัยคัดเลือกข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์ไว้ 40 ข้อ (ภาคผนวก ง ตารางที่ 14)

2.2.5 นำแบบทดสอบที่คัดเลือกแล้วจำนวน 40 ข้อ มาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ตามวิธีของของ โลเวท (Lovett) (สมนึก กัททิษธน. 2556 : 229) ได้ค่า

ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ เท่ากับ 0.92 (ภาคผนวก ง ตารางที่ 15)

2.2.6 พิมพ์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฉบับจริง เพื่อนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

3. แบบสอบถามคุณลักษณะด้านจิตวิทยาศาสตร์

3.1 ศึกษาเอกสารการวัดผลประเมินผลวิทยาศาสตร์ ที่เกี่ยวกับการประเมินจิตวิทยาศาสตร์ ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555 : 146-177) และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเจตคติทางวิทยาศาสตร์หรือจิตวิทยาศาสตร์

3.2 ศึกษาการสร้างแบบสอบถามคุณลักษณะด้านจิตวิทยาศาสตร์ตามแนว สสวท. (2555 : 146-177)

3.3 เขียนแบบสอบถามคุณลักษณะด้านจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้เรื่อง กรด-เบส ให้สอดคล้องกับคุณลักษณะด้านจิตวิทยาศาสตร์ทั้ง 8 คุณลักษณะที่ต้องการวัดดังนี้

3.1.1 ความสนใจใฝ่รู้หรือความอยากรู้อยากเห็น

3.1.2 ความซื่อสัตย์

3.1.3 ความใจกว้างและรับฟังความคิดของผู้อื่น

3.1.3 ความมีระเบียบ รอบคอบ

3.1.5 ความพยายามมุ่งมั่น

3.1.6 ความมีเหตุผล

3.1.7 ความรับผิดชอบ

3.1.8 ความร่วมมือช่วยเหลือ

ใช้หลักการสร้างแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ ตามวิธีของลิเคิร์ต (Likert's Scale) กำหนดคุณลักษณะที่นักเรียนแสดงออก เป็น 5 ระดับ คือ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด

3.4 นำแบบสอบถามคุณลักษณะด้านจิตวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อพิจารณาความเหมาะสมและให้ข้อเสนอแนะ

3.5 นำแบบสอบถามที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วพร้อมแบบประเมินให้ผู้เชี่ยวชาญชุดเดิมพิจารณาความเหมาะสมความสอดคล้องของแบบสอบถามรายการพฤติกรรมการแสดงออกกับคุณลักษณะด้านจิตวิทยาศาสตร์ที่ต้องการวัด และพิจารณาความเหมาะสมเป็นรายชื่อ โดยมีเกณฑ์กำหนดการให้คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่านดังนี้

+1 หมายถึง ผู้เชี่ยวชาญเห็นว่า แบบสอบถามรายการพฤติกรรมการแสดงออก มีความสอดคล้องกับคุณลักษณะด้านจิตวิทยาศาสตร์นั้น

0 หมายถึง ผู้เชี่ยวชาญไม่แน่ใจว่าแบบสอบถามรายการพฤติกรรมการแสดงออก มีความสอดคล้องกับคุณลักษณะด้านจิตวิทยาศาสตร์นั้น

-1 หมายถึง ผู้เชี่ยวชาญเห็นว่า แบบสอบถามรายการพฤติกรรมการแสดงออก ไม่มีความสอดคล้องกับคุณลักษณะด้านจิตวิทยาศาสตร์นั้น

3.6 นำคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่านมาหาค่าความสอดคล้องของแบบสอบถามระหว่างรายการพฤติกรรมการแสดงออกกับคุณลักษณะด้านจิตวิทยาศาสตร์ ในการหาค่า IOC ผู้วิจัยคัดเลือกข้อที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.6 ขึ้นไป (สมบัติ ท้ายเรือคำ, 2555 : 111) (ภาคผนวก จ ตารางที่ 16)

3.7 นำแบบสอบถามคุณลักษณะด้านจิตวิทยาศาสตร์ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/2 จำนวน 30 คน ซึ่งนักเรียนห้องนี้ได้เรียนรู้เนื้อหาเรื่อง กรด-เบส มาแล้ว จากนั้นตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์โดยน้ำหนักของตัวเลือกดังนี้

ระดับพฤติกรรมการแสดงออก	มากที่สุด	ตรวจให้ 5 คะแนน
ระดับพฤติกรรมการแสดงออก	มาก	ตรวจให้ 4 คะแนน
ระดับพฤติกรรมการแสดงออก	ปานกลาง	ตรวจให้ 3 คะแนน
ระดับพฤติกรรมการแสดงออก	น้อย	ตรวจให้ 2 คะแนน
ระดับพฤติกรรมการแสดงออก	น้อยที่สุด	ตรวจให้ 1 คะแนน

3.8 นำผลการตอบแบบสอบถามคุณลักษณะด้านจิตวิทยาศาสตร์มาวิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนกเป็นรายข้อ โดยวิธี Item Total Correlation (สมบัติ ท้ายเรือคำ, 2555 : 115-116) โดยใช้สูตรสหสัมพันธ์อย่างง่ายของเพียร์สัน (r_{xy}) (เปิดตาราง r ที่ $\alpha = .05$ และ $df = n-2$ มีค่าเท่ากับ .355) เมื่อเทียบ r_{xy} จำนวนกับ r_{xy} ตาราง พบว่า r_{xy} จำนวนมากกว่า r_{xy} ตารางทุกข้อ แสดงว่าแบบสอบถามคุณลักษณะด้านจิตวิทยาศาสตร์ใช้ได้ทุกข้อ (ภาคผนวก จ ตารางที่ 17)

3.9 นำคะแนนจากการตอบแบบสอบถามคุณลักษณะด้านจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมาวิเคราะห์หาความเที่ยง (Reliability) ตามวิธีของครอนบาค (Cronbach) ซึ่งเรียกว่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (Alpha Coefficient) (สมบัติ ท้ายเรือคำ, 2555 : 118) ผลการวิเคราะห์หาค่าความเที่ยงพบว่ามีค่าเท่ากับ 0.96

3.10 พินิจแบบสอบถามคุณลักษณะด้านจิตวิทยาศาสตร์ฉบับจริงเพื่อนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

แบบแผนการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) กลุ่มเดี่ยวทดสอบก่อน-หลัง (Randomize One Group Pretest Posttest Design) (สมบัติ ท้ายเรือคำ. 2555 : 257) ดังแสดงในตารางที่ 6

ตารางที่ 6 แสดงแบบแผนการทดลองแบบ Randomize One Group Pretest Posttest Design

R	Gr	O ₁	T	O ₂
---	----	----------------	---	----------------

- โดยที่ R แทน การสุ่มกลุ่มตัวอย่างเพื่อให้ได้รับการใช้นวัตกรรม
 Gr แทน กลุ่มตัวอย่าง
 O₁ แทน ทดสอบหรือสอบวัดก่อนใช้ผลิตภัณฑ์หรือนวัตกรรมทางการศึกษา
 T แทน ผลิตภัณฑ์ทางการศึกษาหรือนวัตกรรม
 O₂ แทน ทดสอบหรือสอบวัดหลังใช้ผลิตภัณฑ์หรือนวัตกรรมทางการศึกษา

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเตรียมการทดลอง

1. ขอนหนังสือแต่งตั้งผู้เชี่ยวชาญเพื่อตรวจสอบเครื่องมือในการวิจัย และหนังสือขอความอนุเคราะห์ในการทดลองเครื่องมือจากมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
2. นำหนังสือขอความอนุเคราะห์ในการทดลองเครื่องมือและเก็บรวบรวมข้อมูลเสนอต่อผู้บริหารสถานศึกษา โรงเรียนนาภูพิทยาคม อำเภอขามศรีสุข ราชภัฏมหาสารคาม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 26
3. กำหนดระยะเวลาทำการทดลอง โดยใช้เวลาทำการทดลองในระหว่างเดือนมกราคมถึงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2557
4. ผู้วิจัยชี้แจงวัตถุประสงค์และรายละเอียดต่าง ๆ เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น เรื่อง กรด-เบส ให้นักเรียนทราบ

การดำเนินการวิจัย

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัย และเก็บรวบรวมข้อมูลในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556 มีลำดับขั้นตอนในการทดลอง ดังนี้

1. ทำการทดสอบก่อนเรียน โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส จำนวน 40 ข้อ ใช้เวลา 60 นาทีแล้วเก็บรวบรวมข้อมูลไว้
2. ผู้วิจัยดำเนินการทดลองด้วยตนเองกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น เรื่อง กรด-เบสตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จำนวน 12 แผนเมื่อเรียนจบแต่ละเรื่องจะมีการเก็บคะแนนจากการทำใบงาน 10 คะแนน และจากการทำแบบทดสอบย่อยหลังเรียน 10 คะแนนแล้วเก็บรวบรวมข้อมูลไว้
3. เมื่อดำเนินการทดลองครบตามที่กำหนดแล้ว ผู้วิจัยทำการทดสอบหลังเรียนกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ฉบับเดียวกับการทดสอบก่อนเรียน โดยใช้เวลา 60 นาที แล้วเก็บรวบรวมข้อมูลไว้
4. ศึกษาจิตวิทยาาสตร์ของนักเรียนโดยใช้แบบสอบถามคุณลักษณะด้านจิตวิทยาาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น เรื่อง กรด-เบส
5. นำคะแนนจากการทำใบงาน และการทดสอบย่อยหลังเรียน มาวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติ โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อสรุปผลการทดลองต่อไป

การจัดการกระทำและวิเคราะห์ข้อมูล

เมื่อการวิจัยดำเนินการตามระยะเวลาที่กำหนดแล้ว ผู้วิจัยนำข้อมูลที่เก็บรวบรวมมาวิเคราะห์ ดังนี้

1. หาประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้เรื่อง กรด-เบส โดยนำคะแนนที่ได้จากการตรวจผลงานของนักเรียนและการทดสอบย่อยหลังเรียนเรียนจบแต่ละเรื่องมาคำนวณหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์ E_1/E_2 ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ตั้งเกณฑ์ประสิทธิภาพไว้ที่ 80/80 และยอมรับข้อผิดพลาดได้ไม่เกินร้อยละ 2.5
2. หาค่าดัชนีประสิทธิผลการเรียนรู้ของนักเรียน โดยใช้วิธีของ Goodman, Fletcher and Schneider (1980 : 30 – 34) (อนุวัติ คุณแก้ว, 2556 : 153)
3. วิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียนโดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น เรื่องกรด-เบส โดยใช้สถิติ t-test แบบ Dependent Sample

4. วิเคราะห์คุณลักษณะด้านจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง กรด-เบส โดยใช้สถิติค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน แล้วเปรียบเทียบกับเกณฑ์การแปลความหมายค่าเฉลี่ยของบุญชม ศรีสะอาด (2554 : 121-122) ดังนี้

ค่าเฉลี่ย	4.51 – 5.00	แปลความว่า	เหมาะสมมากที่สุด
ค่าเฉลี่ย	3.51 – 4.50	แปลความว่า	เหมาะสมมาก
ค่าเฉลี่ย	2.51 – 3.50	แปลความว่า	เหมาะสมปานกลาง
ค่าเฉลี่ย	1.51 – 2.50	แปลความว่า	เหมาะสมน้อย
ค่าเฉลี่ย	1.00 – 1.50	แปลความว่า	เหมาะสมน้อยที่สุด

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติพื้นฐาน

1.1 ค่าเฉลี่ย (Arithmetic Mean) คำนวณจากสูตร (บุญชม ศรีสะอาด. 2554 : 124)

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

เมื่อ \bar{X} = ค่าเฉลี่ย

$\sum X$ = ผลรวมของคะแนนทั้งหมดในกลุ่ม

N = จำนวนคะแนนในกลุ่ม

1.2 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) คำนวณจากสูตร (บุญชม ศรีสะอาด. 2554 : 126)

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

S = ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

X = คะแนนแต่ละตัว

N = จำนวนคะแนนในกลุ่ม

Σ = ผลรวม

1.3 ค่าร้อยละ (Percentage) คำนวณจากสูตร (บุญชม ศรีสะอาด. 2554 : 122)

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

$$p = \text{ร้อยละ}$$

$$f = \text{ความถี่ที่ต้องการแปลงให้เป็นร้อยละ}$$

$$N = \text{จำนวนความถี่ทั้งหมด}$$

2. สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพของเครื่องมือ

2.1 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.1.1 หาความเที่ยงตรงตามเนื้อหา (Content Validity) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (สมนึก กัททิษณี. 2556 : 220) โดยใช้สูตรดังต่อไปนี้

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

เมื่อ IOC แทน คำนีความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์กับเนื้อหาหรือระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์

$\sum R$ แทน ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

2.1.2 หาค่าความยากของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (สมนึก กัททิษณี. 2556 : 212) โดยใช้สูตรดังต่อไปนี้

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

เมื่อ p คือ ค่าความยากของข้อสอบ

R คือ จำนวนคนตอบถูก

N คือ จำนวนคนทั้งหมด

2.1.3 หาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้ดัชนีบี (B-Index หรือ Brennan Index) (สมนึก กัททิษฐี. 2556 : 214) ใช้สูตรดังต่อไปนี้

$$B = \frac{U}{N_1} - \frac{L}{N_2}$$

เมื่อ B	คือ	ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ
N_1	คือ	จำนวนคนรอบรู้ (หรือสอบผ่านเกณฑ์)
N_2	คือ	จำนวนคนไม่รอบรู้ (หรือสอบไม่ผ่านเกณฑ์)
U	คือ	จำนวนคนรอบรู้ (หรือสอบผ่านเกณฑ์) ตอบถูก
L	คือ	จำนวนคนไม่รอบรู้ (หรือสอบไม่ผ่านเกณฑ์) ตอบถูก

2.1.4 หาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามวิธีการของโลเวทท์ (Lovett Method) (สมนึก กัททิษฐี. 2556 : 229) โดยใช้สูตรดังต่อไปนี้

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

เมื่อ r_{cc}	คือ	ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอิงเกณฑ์
K	คือ	จำนวนข้อของแบบทดสอบทั้งฉบับ
X_i	คือ	คะแนนสอบของนักเรียนแต่ละคน
C	คือ	คะแนนจุดตัด

2.2 แบบสอบถามคุณลักษณะด้านจิตวิทยาาสตร์

2.2.1 หาความตรง (Validity) ของแบบสอบถามคุณลักษณะด้านจิตวิทยาาสตร์ (สมบัติ ท้ายเรือคำ. 2555 : 111) โดยใช้สูตรดังต่อไปนี้

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

เมื่อ $\sum R$	แทน	ผลรวมความถี่เห็นของผู้เชี่ยวชาญ
N	แทน	จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2.2.2 หาค่าอำนาจจำแนก (Discriminating Power) ของแบบแบบสอบถาม
คุณลักษณะด้านจิตวิทยาาสตร์ (สมบัติ ท้ายเรือคำ. 2555 : 116) โดยใช้สูตรดังต่อไปนี้

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

เมื่อ r แทน สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อย่างง่ายระหว่าง X กับ Y

$\sum X$ แทน ผลรวมทั้งหมดของคะแนนชุด X

$\sum Y$ แทน ผลรวมทั้งหมดของคะแนนชุด Y

$\sum X^2$ แทน ผลรวมทั้งหมดของกำลังสองของคะแนนชุด X

$\sum Y^2$ แทน ผลรวมทั้งหมดของกำลังสองของคะแนนชุด Y

$\sum XY$ แทน ผลรวมทั้งหมดของผลคูณระหว่าง X กับ Y แต่ละคู่

n แทน จำนวนคนตอบแบบสอบถาม

2.2.3 การหาค่าความเที่ยงของเครื่องมือที่เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ตามวิธีของครอนบาค (Cronbach's alpha coefficient) (สมบัติ ท้ายเรือคำ. 2555 : 118) โดยใช้สูตรดังต่อไปนี้

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

เมื่อ α แทน ค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยง

k แทน จำนวนข้อของเครื่องมือวัด

$\sum S_i^2$ แทน ผลรวมของความแปรปรวนของแต่ละข้อ

S^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนรวม

2.3 ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้

หาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง กรด-เบส ตามเกณฑ์ประสิทธิภาพ 80/80 (อนูวัติ ถูณแก้ว. 2556 : 151) โดยใช้สูตรดังต่อไปนี้

$$E_1 = \frac{\frac{\sum X}{N}}{A} \times 100$$

เมื่อ E_1 แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนนระหว่างเรียนที่คิดเป็นร้อยละ

$\sum X$ แทน คะแนนรวมของนักเรียนระหว่างเรียน

A แทน คะแนนเต็มของคะแนนระหว่างเรียน

N แทน จำนวนนักเรียน

$$E_2 = \frac{\frac{\sum F}{N}}{B} \times 100$$

เมื่อ E_2 แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบหลังเรียนที่คิดเป็นร้อยละ

$\sum F$ แทน คะแนนรวมของนักเรียนจากการทำแบบทดสอบหลังเรียน

B แทน คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน

N แทน จำนวนนักเรียน

2.4 ดัชนีประสิทธิผล

สถิติที่ใช้ในการหาดัชนีประสิทธิผล (อนูวัติ คุณแก้ว, 2556 : 153) ใช้สูตรดังต่อไปนี้

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

เมื่อ E.I. แทน ดัชนีประสิทธิผล

P_1 แทน ผลรวมของคะแนนก่อนเรียน

P_2 แทน ผลรวมของคะแนนหลังเรียน

Total แทน ผลคูณของจำนวนนักเรียนกับคะแนนเต็ม

2.5 สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐานใช้สถิติ t-test (Dependent Sample)
(อนูวัติ คุณแก้ว, 2556 : 210) โดยใช้สูตรดังต่อไปนี้

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

- เมื่อ t แทน ค่าสถิติที่จะใช้เปรียบเทียบกับค่าวิกฤต เพื่อทราบความมีนัยสำคัญ
- D แทน ความแตกต่างระหว่างคะแนนหลังเรียนกับก่อนเรียน
- ΣD แทน ผลรวมของความแตกต่างระหว่างคะแนนหลังเรียนกับก่อนเรียน
- ΣD^2 แทน ผลรวมของกำลังสองของความแตกต่างระหว่างคะแนนหลังเรียนกับก่อนเรียน
- n แทน จำนวนกลุ่มตัวอย่าง
- df เท่ากับ $n - 1$



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY