

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

เพื่อให้การวิจัยบรรลุผลตามจุดมุ่งหมายที่กำหนด ผู้วิจัยได้ดำเนินการค้นคว้าวิธีการดำเนินการวิจัย ตามหัวข้อ ดังต่อไปนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาวิจัย
3. การเก็บรวบรวมข้อมูล
4. การจัดกระทำและวิเคราะห์ข้อมูล

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากร เป็น นักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2555 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ปทุมวัน จำนวน 3 ห้องเรียน ซึ่งจัดชั้นเรียนแบบความสามารถ

1.2 กลุ่มตัวอย่าง เป็น นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ปทุมวัน จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 32 คน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม

1.3 เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นเนื้อหาจากหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร เรื่องพันธะเคมี

1.4 ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง

ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง คือ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2555 โดยใช้เวลา 8 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 คาบ คาบละ 50 นาที จำนวน 19 แผนการจัดเรียนรู้ รวม 29 คาบ

1.5 การกำหนดแบบแผนการวิจัย

ประกอบด้วยการดำเนินการ 2 ช่วง คือ

1.5.1 การวิจัยกึ่งทดลอง ใช้แบบแผนการทดลองเฉพาะกรณี โดยการทดลองหนึ่งครั้ง (One Group Posttest Design) แบบกลุ่มเดียววัดผลหลังการทดลองสำหรับการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถทางเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร

กลุ่มตัวอย่าง	การทดลอง	สอบหลัง
E	X	T2

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการทดลอง

E	แทน	กลุ่มประชากรเป้าหมาย
X	แทน	บทเรียนอิเล็กทรอนิกส์
T2	แทน	แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนด้วยบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์และแบบวัดความสามารถทางเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร

1.5.2 การวิจัยกึ่งทดลองวัดก่อน-หลังการทดลอง (One Group Pretest Posttest Design) ในการศึกษาเปรียบเทียบเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

กลุ่มตัวอย่าง	สอบก่อน	การทดลอง	สอบหลัง
E	T1	X	T2

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการทดลอง

E	แทน	กลุ่มประชากรเป้าหมาย
X	แทน	บทเรียนอิเล็กทรอนิกส์
T1	แทน	แบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ วัดผลก่อนเรียน
T2	แทน	แบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ วัดผลหลังเรียน

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย

1. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ บทเรียนอิเล็กทรอนิกส์เรื่องพันธุเคมี
2. แผนการจัดการเรียนรู้เรื่องพันธุเคมี
3. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่
 - 3.1 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์เรื่องพันธุเคมี
 - 3.2 แบบประเมินทักษะทางเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร
 - 3.3 แบบสอบวัดความสามารถทางเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร

3.4 แบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ก่อนและหลังเรียนด้วยบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง

2.1 กำหนดองค์ประกอบและขั้นตอนสำคัญของวิธีสอนเพื่อใช้เป็นแนวทางในการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้และการตรวจคุณภาพด้านความตรงของแผนการจัดการเรียนรู้

ผู้วิจัยสร้างเนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาตามโครงสร้างการ จัดสาระ การเรียนรู้กลุ่ม วิทยาศาสตร์ของโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ปทุมวัน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2555 หน่วยการเรียนรู้เรื่องพันธะเคมี ดำเนินการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างเนื้อหาตามหลักสูตรและ โครงสร้างเนื้อหาของบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง กำหนดชื่อเรื่อง จุดประสงค์การเรียนรู้ วิเคราะห์แนวคิดสำคัญ และจำนวนคาบที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (รายละเอียดดังภาคผนวก)

2.1.1 ขั้นตอนในการสร้างบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง

ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

- 1) ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มัธยมศึกษาของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ และหลักสูตรสถานศึกษา
- 2) ศึกษาสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สาระที่ 3 สารและสมบัติของสารประเด็นเรื่องพันธะเคมี
- 3) ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับหลักการ ขั้นตอนวิธีการสร้างและพัฒนาบทเรียนอีเลิร์นนิ่งเพื่อเป็นแนวทางในการสร้างบทเรียนอีเลิร์นนิ่งเรื่องพันธะเคมีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
- 4) วิเคราะห์เนื้อหาบทเรียน ผู้วิจัยได้คัดเลือกบทเรียนเรื่องพันธะเคมี
- 5) นำเนื้อหาบทเรียนเรื่องพันธะเคมีไปเสนอและให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิทยาศาสตร์เคมีจำนวน 3 ท่าน (รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ ในภาคผนวก) เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง และปรับปรุงแก้ไข
- 6) ออกแบบสร้างบทเรียนอีเลิร์นนิ่งเรื่องเรื่องพันธะเคมีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยเขียนบทเรียน ในแต่ละ กรอบลงใน กระดาษรวมเป็นแผ่นเรื่องราว (Storyboard)
- 7) การตรวจสอบและแก้ไขบทเรียนอีเลิร์นนิ่งเรื่องเรื่องพันธะเคมีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยนำแผ่นเรื่องราว (Storyboard) ไปเสนอผู้เชี่ยวชาญด้านคอมพิวเตอร์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของบทเรียน จากนั้นนำมาปรับปรุงแก้ไขบทเรียน

8) สร้างบทเรียนอีเลิร์นนิ่งเรื่อง พันธะเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามแผ่นเรื่องราว (Storyboard) โดยใช้โปรแกรมต่าง ๆ พร้อมทั้งสร้างคู่มือการใช้บทเรียนอีเลิร์นนิ่งและแบบประเมินบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง โดยผู้เชี่ยวชาญ (รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในภาคผนวก)

9) ตรวจสอบแก้ไขบทเรียนอีเลิร์นนิ่งเรื่องเรื่องพันธะเคมีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการนำบทเรียนอีเลิร์นนิ่งเรื่องเรื่องพันธะเคมีที่สร้างเสร็จแล้วให้ผู้เชี่ยวชาญด้านคอมพิวเตอร์ตรวจสอบอีกครั้ง และปรับปรุงแก้ไขในส่วนที่บกพร่อง

10) นำบทเรียนอีเลิร์นนิ่งเรื่องพันธะเคมีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้ในกิจกรรมการเรียนการสอนกับกลุ่มตัวอย่าง

หลังจากที่ดำเนินการตามขั้น ตอนข้างต้น แล้วผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาขั้นตอนบทบาทและกิจกรรมของผู้เรียนและตัวบ่งชี้ความสำเร็จของผู้เรียนโดยใช้แนวคิดการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ตารางแสดงขั้นตอนการสร้างบทเรียน บทบาทและกิจกรรมของผู้เรียน และตัวบ่งชี้ความสำเร็จของผู้เรียน โดยใช้แนวทางตามกรอบความคิดตามแนว การออกแบบการสอนแบบการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง

ขั้นตอนสำคัญ/องค์ประกอบที่สำคัญ	บทบาทและกิจกรรมของผู้เรียน	ตัวบ่งชี้ความสำเร็จของผู้เรียน
1. ใช้กิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นภาระการทำงานหรือปัญหา	ใช้กระบวนการสืบค้นและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแสวงหาความรู้	นักเรียนและเพื่อนร่วมกันสืบค้นข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ทางอินเทอร์เน็ต
2. สนับสนุนให้ผู้เรียนพัฒนาการแก้ปัญหาต่างๆ ตามแนวทางของตนเอง	นักเรียนนำเสนอข้อมูลที่ตนเองได้สืบค้นและการตัดสินใจ นำเชื่อถือของแหล่งข้อมูล	นักเรียนค้นหาคำตอบจากแหล่งเรียนรู้ที่หลากหลาย
3. กำหนดให้งานนั้นเป็นงานที่มีความหมายในชีวิตจริง	นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันวางแผนเพื่อแก้ปัญหาในการทำงาน	นักเรียนวางแผนในการสร้างสรรค์ชิ้นงานของตนเองหรือกลุ่มของตนเอง
4. ออกแบบงานและสิ่งแวดล้อมในการเรียนรู้ให้สะท้อนกับความซับซ้อนเหมาะสมที่ผู้เรียนจะสามารถทำได้ในระหว่างการเรียนรู้	นักเรียนสามารถตอบคำถามโดยอาศัยความรู้ทางวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถทางเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร	นักเรียนแก้ปัญหาโดยอาศัยความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์และมีความสามารถในการสร้างชิ้นงานโดยอาศัย โปรแกรมคอมพิวเตอร์พื้นฐาน

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

ขั้นตอนสำคัญ/องค์ประกอบที่สำคัญ	บทบาทและกิจกรรมของผู้เรียน	ตัวบ่งชี้ความสำเร็จของผู้เรียน
5. ให้ผู้เรียน ใช้กระบวนการของตนเองที่คิดขึ้นมาเองเพื่อแก้ปัญหาต่างๆ	นักเรียนกำหนดกระบวนการในการแก้ปัญหาด้วยตนเอง	นักเรียนใช้คำสั่งใน โปรแกรมคอมพิวเตอร์สร้างผลงานหรือตอบ โจทย์ที่กำหนดให้
6. ออกแบบสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้ให้สนับสนุน แต่ท้าทายความคิดของผู้เรียน	นักเรียนเรียนรู้ด้วยการแก้ปัญหา เป็นหลัก	นักเรียนแสดงการแก้ปัญหา โจทย์ที่กำหนด ทบทวนปรับปรุงงาน ชิ้นงานอยู่ในระดับที่ดีขึ้น
7. สนับสนุนการทดลองการแก้ไขต่างๆ ด้วยมุมมองหรือวิธีการอย่างหลากหลายในบริบทต่างๆ	นักเรียนทำความเข้าใจและเปิดให้มีการอภิปราย ทั้งนี้ผู้เรียนมีโอกาสเปรียบเทียบคำตอบของตนเอง	นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกัน อภิปรายวิธีการแก้ปัญหาหรือสร้าง ผลงาน โดยใช้คำสั่งจาก โปรแกรมคอมพิวเตอร์
8. ให้โอกาสและสนับสนุนการสะท้อนผลลัพธ์ จากทั้งเนื้อหาที่เรียนและจากตัวของ กระบวนการเอง	นักเรียนได้รับการสะท้อน ความก้าวหน้าในการเรียนรู้ตนเอง ทั้งเนื้อหาที่เรียนและจากตัวของ กระบวนการเอง	นักเรียนร่วมกันแลกเปลี่ยนเรียนรู้ จุดเด่นและสิ่งที่ควรปรับแก้จาก ข้อเสนอแนะเพื่อพัฒนาผลงานที่ สร้างขึ้น

2.2 การดำเนินการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้เรื่องพันธะเคมี ดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

2.2.1 ขั้นเตรียม

- 1) ศึกษาหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544
- 2) ศึกษาคู่มือการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
- 3) ศึกษามาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น ที่ 4 (ม.4 - ม.6) และผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง
- 4) วิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้ และผลการเรียนรู้ที่คาดหวังรายปี / รายภาคแล้วจัดสาระการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับมาตรฐานที่กำหนดไว้
- 5) ศึกษาหนังสือเรียนและคู่มือครู สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เคมี ระดับชั้นมัธยม ศึกษาปีที่ 4
- 6) ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องพันธะเคมีและการใช้บทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ประกอบการเรียนการสอน

2.2.2 ขั้นตอนการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้

1) สร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้อิเล็กทรอนิกส์ ประกอบการเรียนการสอน เรื่อง พันธะเคมี โดยทำการพิจารณาเลือกวิธีการสอนที่เหมาะสมกับเนื้อหาและกำหนดเวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ดังนี้

ตารางที่ 3.2 แผนการจัดการเรียนรู้ ชื่อเรื่อง วิธีการสอน และจำนวนคาบที่ใช้

แผนการจัด การเรียนรู้ที่	เรื่อง	วิธีการสอน	เวลา (คาบ)
1	การเกิดพันธะไอออนิก	การบรรยาย การนิรนัย	1
2	ลักษณะเฉพาะของพันธะไอออนิก	การบรรยาย การนิรนัย	1
3	โครงสร้างของสารประกอบไอออนิก	การบรรยาย การนิรนัย	1
4	การเขียนสูตรและเรียกชื่อสารประกอบไอออนิก	การบรรยาย การนิรนัย	1
5	พลังงานกับการเกิดสารประกอบไอออนิก	การบรรยาย การนิรนัย	2
6	สมบัติของสารประกอบไอออนิก	การบรรยาย การทดลองเสมือน	2
7	ปฏิกิริยาของสารประกอบไอออนิก	การบรรยาย การทดลองเสมือน	1
8	การเกิดพันธะโคเวเลนต์	การบรรยาย การนิรนัย	1
9	ลักษณะเฉพาะของพันธะโคเวเลนต์	การบรรยาย การนิรนัย	1
10	ชนิดของพันธะโคเวเลนต์	การบรรยาย การอุปนัย	2
11	โมเลกุลที่ไม่เป็นไปตามกฎออกเตต	การบรรยาย การอุปนัย	1
12	การเขียนสูตรและเรียกชื่อสารโคเวเลนต์	การบรรยาย การอุปนัย	2
13	ความยาวพันธะและพลังงานพันธะ	การบรรยาย การอุปนัย	2
14	แนวคิดเกี่ยวกับเรโซแนนซ์	การบรรยาย การอุปนัย	1
15	รูปร่างโมเลกุล	การบรรยาย การอุปนัย	2
16	สภาพขั้วของโมเลกุลโคเวเลนต์	การบรรยาย การอุปนัย	2
17	แรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลโคเวเลนต์	การบรรยาย การอุปนัย	2
18	สารโคเวเลนต์โครงสร้างตาข่าย	การบรรยาย การอุปนัย	1
19	พันธะโลหะ	การบรรยาย การอุปนัย	1

2) การดำเนินการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้เรื่องพันธะเคมี ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วย

(1) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่องพันธะเคมี

(2) รายวิชา วิทยาศาสตร์เคมี พื้นฐาน รหัสวิชา ว 30101 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนที่ 1

- (3) หัวข้อเรื่อง
- (4) จำนวนคาบ (นาทีก)
- (5) สารระเหย
- (6) มาตรฐาน
- (7) ตัวชี้วัดที่
- (8) สารระเหยสำคัญ (Concept)
- (9) จุดประสงค์การเรียนรู้
- (10) สารการเรียนรู้
- (11) กิจกรรมการเรียนรู้ (ขั้นนำ ขั้นสอน เทคนิคการสอน ฝึกทักษะ นำไปใช้ ขั้นสรุป)

(12) สื่อการเรียนรู้ หรือแหล่งการเรียนรู้

(13) การวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้

ก. สิ่งที่ต้องการวัดและประเมินผล

ข. วิธีวัด

ค. เครื่องมือวัด

ง. เกณฑ์การวัดและประเมินผล

3) ขั้นตอนการหาคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้

(1) นำแผนการจัดการเรียนรู้ให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบความถูกต้องทางด้านรูปแบบ วิธีการเรียนบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขในส่วนที่บกพร่อง

(2) นำแผนการจัดการเรียนรู้ให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่านตรวจสอบความถูกต้องทางด้านรูปแบบ และตรวจสอบความตรงโดยการพิจารณาความสอดคล้อง (IOC) วิธีการเรียนบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขในส่วนที่บกพร่อง

(3) นำแผนการจัดการเรียนรู้จากข้อ (2) ไปทดลองเบื้องต้นกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ปทุมวัน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ทดลองจริง และยังไม่เคยเรียนเนื้อหาวิชานี้ จำนวน 10 คน แล้วสังเกตดูว่ามีส่วนใดที่มีข้อบกพร่อง นำข้อบกพร่องเหล่านั้นมาปรับปรุงแก้ไขต่อไป

(4) นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่แก้ไขแล้วไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบความถูกต้องแล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขในส่วนที่บกพร่อง

(5) นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่แก้ไขแล้วไปใช้ในการทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง

2.2.3 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องพันธะเคมีเป็นแบบทดสอบปรนัย จำนวน 50 ข้อ มีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

1) ขั้นเตรียม

(1) ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดและการประเมินผลกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และการสร้างแบบทดสอบ

(2) วิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังรายภาค สาระการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้

(3) สร้างตารางวิเคราะห์ข้อสอบ (ดังภาคผนวก)

2) ขั้นสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เขียนแบบทดสอบชนิด 4 ตัวเลือกตามตารางวิเคราะห์ข้อสอบที่จัดทำไว้ จำนวน 50 ข้อ

3) ขั้นการหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

(1) นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สร้างขึ้น ไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบความถูกต้อง และแก้ไขตามคำแนะนำ

(2) นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่แก้ไขแล้วไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน พิจารณาตรวจสอบลักษณะของคำถาม ว่าสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัดตามจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ตั้งไว้และความเที่ยงตรงด้านเนื้อหา โดยพิจารณาคัดเลือกข้อคำถามที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับลักษณะของพฤติกรรม (IOC) ที่มีค่าตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไปจำนวน 50 ข้อ ซึ่งค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับลักษณะของพฤติกรรม (IOC) ที่ได้มีค่าเท่ากับ 1

(3) ปรับปรุงแก้ไขแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

(4) นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่ปรับปรุงแล้วไปทดสอบนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง แต่เป็นกลุ่มที่ใช้ทดสอบ จำนวน 10 คน แล้วตรวจให้คะแนน โดยกำหนดให้ข้อสอบถูกได้ค่าเป็น 1 คะแนน และข้อที่ผิดและไม่ตอบได้ค่าเป็น 0 คะแนน

(5) ตรวจให้คะแนนและวิเคราะห์ข้อสอบเพื่อหาความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) โดยวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อ

(6) คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากของข้อสอบ (p) ระหว่าง 0.2 - 0.8 และค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ (r) ตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป 50 ข้อ ซึ่งข้อสอบที่ได้มีค่าความยากของข้อสอบ (p) ระหว่าง 0.20 - 0.90 และค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ (r) ระหว่าง 0.2 - 0.6

(7) ปรับปรุงแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์และนำไปทดลองใช้ครั้งที่ 2 กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน เพื่อหาความเชื่อมั่น (reliability) ของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยสูตรสูตร KR - 20 ของ Kuder Richardson (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ 2536: 168 - 170) ซึ่งแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทั้งฉบับมีความเชื่อมั่น $r_{tt} = 0.8537$

(8) ปรับปรุงแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์เพื่อนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

2.3.4 ขั้นตอนในการสร้างแบบประเมินทักษะทางเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มีดังนี้

1) ศึกษาสมรรถภาพด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารสำหรับนักเรียน ได้แก่ความสามารถในการสร้างชิ้นงานด้วยโปรแกรมประมวลผลคำ โปรแกรมตารางคำนวณ โปรแกรมการนำเสนอ และการสร้างผังความคิดโดยใช้โปรแกรมมายด์มิสเตอร์ (mindmeister)

2) กำหนดตัวชี้วัดความสามารถทางเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร โดยพิจารณาจากตัวชี้วัดรายวิชาการงานพื้นฐานอาชีพ จากนั้นกำหนดการวัดและการประเมินผล ดังตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 ตัวชี้วัด การวัดและการประเมินผลความสามารถทางเทคโนโลยีสารสนเทศ
และการสื่อสารสำหรับนักเรียน

ตัวชี้วัด	การวัด	การประเมินผล
1. ใช้คอมพิวเตอร์ช่วย สร้าง ชิ้นงานจากจินตนาการหรือ งานที่ทำในชีวิตประจำวัน ตามหลักการทำโครงการ อย่างมีจิตสำนึกและความ รับผิดชอบ	การใช้งานโปรแกรม ประมวลผลคำ	ความสามารถในการใช้โปรแกรม ประมวลผลคำในการสร้างผลงาน ตามที่กำหนด
	การใช้งานโปรแกรม ตารางคำนวณ	ความสามารถในการใช้โปรแกรม ตารางคำนวณในการสร้างผลงาน ตามที่กำหนด
	การใช้งานโปรแกรม การนำเสนอ	ความสามารถในการใช้โปรแกรมการ นำเสนอในการสร้างผลงาน
	การใช้งานโปรแกรม มายค์มีสเตอร์	ความสามารถในการใช้โปรแกรม มายค์มีสเตอร์ในการสร้างผลงาน ตามที่กำหนด

3) การสร้างแบบประเมินทักษะทางเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร
เป็นแบบประเมินผู้เรียนโดยการวัดและการประเมินผลจากสภาพจริง ใช้การประเมินแบบรูบริค
บรรยายคุณภาพของงานที่แสดงความสามารถของผู้เรียนออกมาเป็นมาตรวัด

4) นำแบบประเมินที่สร้างขึ้น ไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบ
ความถูกต้อง และแก้ไขตามคำแนะนำพิจารณาความถูกต้องและความเหมาะสมของภาษา (IOC)
เพื่อแก้ไขปรับปรุง

5) นำแบบประเมินที่สร้างขึ้น ไปให้ผู้เชี่ยวชาญทางการสอนคอมพิวเตอร์ 3
ท่าน พิจารณาความถูกต้องและความเหมาะสมของภาษา เพื่อแก้ไขปรับปรุง และตรวจสอบคุณภาพ
ความตรงโดยพิจารณาความสอดคล้อง (IOC)

6) นำแบบประเมินไปหาค่าความเชื่อมั่น โดยนำไปทดลองใช้กับนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 5 คน โดยวิธีการหาสัมประสิทธิ์แอลฟา

7) นำแบบประเมินทักษะทางเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารไป
ทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 10 คน โดยผู้วิจัยเป็นผู้ให้คะแนนและครูผู้สอน
วิทยาศาสตร์ จำนวน 2 ท่าน เป็นผู้ให้คะแนน แล้วนำค่าที่ได้มาหาค่าดัชนีความสอดคล้องของ
ผู้ให้คะแนน RAI (Rater Agreement Indexes)

2.3.5 การสร้างแบบวัดความสามารถทางเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารมี ขั้นตอนในการสร้าง ดังนี้

1) ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวัดความสามารถทางเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อนำมากำหนดเป็นแนวทางในการวัดความสามารถทางเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร

2) กำหนดจุดประสงค์เนื้อหาในวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานเคมีและความสามารถทางเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารที่ต้องการวัดโดยการกำหนดให้ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์

3) กำหนดการประเมินเป็น 2 ส่วนคือ 1. การประเมินทักษะในการปฏิบัติ โดยคำนึงถึงความคล่องแคล่ว แม่นยำ และรวดเร็ว 2. ความถูกต้องของงานโดยพิจารณาจากความถูกต้องของการสร้างผลงาน โดยความรู้ทางวิชาเคมี เรื่องพันธะเคมีซึ่งผู้เรียน ต้องแสดงความสามารถในเวลาที่กำหนดโดยโจทย์กำหนดการแก้ปัญหาในรายวิชาเคมี และความสามารถทางเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ดังตารางที่ 3.4 ตามที่ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ความสอดคล้อง

ตารางที่ 3.4 ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหาวิชาเคมีและความสามารถทางเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารที่ต้องการวัด ลำดับข้อและเวลาที่ใช้ในการสอบ

ข้อที่	เวลาที่ใช้ (นาที)	เนื้อหาวิทยาศาสตร์เคมี ที่ต้องการวัด	ความสามารถทางเทคโนโลยีสารสนเทศ และการสื่อสารที่กำหนดเป็นตัวชี้วัด
1	30	สมบัติของสารประเภทต่างๆ (พันธะไอออนิก พันธะโคเวเลนต์ พันธะโลหะ)	การสืบค้นข้อมูลการใช้โปรแกรมประมวลผลคำการบันทึกข้อมูลเป็น pdf
2	30	การคำนวณพลังงานในปฏิกิริยาเคมีโดยใช้ค่าพลังงานพันธะ	การสืบค้นข้อมูลการใช้สูตรคำนวณ โดยใช้โปรแกรมตารางทำงาน
3	45	รูปร่างโมเลกุลสารโคเวเลนต์	การเขียนผังจำแนกโดยใช้โปรแกรมมายมิสเตอร์
4	45	พลังงานกับการละลายน้ำของสารประกอบไอออนิก	การใช้โปรแกรมนำเสนอ
5	45	แรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลโคเวเลนต์	การใช้โปรแกรมพาวเวอร์พอยต์

4) สร้างแบบวัดความสามารถทางเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร
นำเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์พิจารณา

5) นำแบบวัดความสามารถทางเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารที่
แก้ไขแล้วไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน พิจารณาตรวจสอบลักษณะของคำถาม ว่าสอดคล้องกับ
พฤติกรรมที่ต้องการวัดตามจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ตั้งไว้และความเที่ยงตรงด้านเนื้อหา โดย
พิจารณาคัดเลือกข้อคำถามที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับลักษณะของพฤติกรรม
(IOC) ที่มีค่าตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป จำนวน 5 ข้อ ซึ่งค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับ
ลักษณะของพฤติกรรม (IOC) ที่ได้มีค่าเท่ากับ 1

6) ปรับปรุงแก้ไขแบบวัดความสามารถทางเทคโนโลยีสารสนเทศและการ
สื่อสาร

7) นำแบบประเมินไปหาค่าความเชื่อมั่น โดยนำไปทดลองใช้กับนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 10 คน โดยวิธีการหาสัมประสิทธิ์แอลฟา (α -Coefficient) (พวงรัตน์
ทวีรัตน์.2540: 125-126) มีค่า 0.52

2.3.6 การสร้างแบบสอบถามเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

1) ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือวัดเจตคติแบบลิเกิต (Likert's Method)

(1) เลือกชื่อเป้าหมายเจตคติ (attitude object)

(2) เขียนข้อความแสดงความรู้สึกดต่อเป้าหมายเจตคติ โดยวิเคราะห์แยกแยะให้

ครอบคลุม

(3) การตรวจสอบข้อความ

(4) การให้น้ำหนัก

(5) การทดลองคุณภาพเบื้องต้น

(6) การจัดแบบทดสอบ

(7) การตรวจให้คะแนน

2) ผู้วิจัยได้สร้างแบบสอบถามเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ มีลำดับการ

สร้างดังนี้

(1) ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวัดเจตคติของนักเรียนที่

มีต่อวิทยาศาสตร์

(2) กำหนดลักษณะของผู้ที่มีเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์เพื่อกำหนดเป็น

เกณฑ์ในการพิจารณาความสอดคล้อง (IOC) ทั้งนี้กำหนดตามตัวบ่งชี้ของ สสวท. ว่า เจตคติต่อ

วิทยาศาสตร์ เป็นความรู้สึกที่ผู้เรียนมีต่อการทำกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยกิจกรรมที่หลากหลาย คุณลักษณะของเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย

- ก. พอใจในประสบการณ์การเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์
- ข. ศรัทธาและซาบซึ้งในผลงานทางวิทยาศาสตร์
- ค. เห็นคุณค่าและประโยชน์ของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
- ง. ตระหนักในคุณและโทษของการใช้เทคโนโลยี
- จ. เรียนหรือเข้าร่วมกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์อย่างสนุกสนาน
- ฉ. เลือกใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการคิดและปฏิบัติ
- ช. ตั้งใจเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
- ซ. ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างมีคุณธรรม
- ณ. ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีโดยใคร่ครวญ

ไตร่ตรองถึงผลดีและผลเสีย

(3) ศึกษาวิธีสร้างเครื่องมือ

(4) ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับการสร้างแบบสอบถามเจตคติตามวิธีของลิเคิร์ท (ลิวัน สายยศ; และ อังคณา สายยศ 2536: 156 - 157) ชนิด 5 ตัวเลือก คือ เห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วย ไม่แน่ใจ ไม่เห็นด้วย ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

5 หมายถึง เห็นด้วยอย่างยิ่ง

4 หมายถึง เห็นด้วย

3 หมายถึง ไม่แน่ใจ

2 หมายถึง ไม่เห็นด้วย

1 หมายถึง ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

3) ข้อความในแบบสอบถามเป็นเรื่องเกี่ยวกับความรู้สึกเกี่ยวกับการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ผู้ตอบแบบสอบถามจะต้องอ่านข้อความในแบบสอบถามทีละข้อ และพิจารณาว่าข้อความในแต่ละข้อตรงกับความรู้สึกและความคิดเห็นมากน้อยเพียงใด หากเห็นด้วยมากที่สุด ให้ทำเครื่องหมายช่อง “เห็น ด้วยอย่างยิ่ง” ถ้าหากเห็นด้วย ให้ทำเครื่องหมายในช่อง “เห็น ด้วย” ตามลำดับ

4) นำแบบสอบถามที่ผู้วิจัยปรับปรุงแล้วจำนวน 18 ข้อ เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญเพื่อพิจารณาและตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้าง โดยใช้ดัชนีความสอดคล้อง (Index of Congruence: IOC) (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540: 117) ระหว่างข้อคำถามกับพฤติกรรม ผู้วิจัยได้กำหนดเกณฑ์ในการยอมรับเมื่อค่าความสอดคล้องในแต่ละรายข้อมีค่ามากกว่า 0.5 ขึ้นไป ในงานวิจัยนี้

ความสอดคล้องในแต่ละข้อมีค่าเท่ากับ 1 จึงใช้แบบสอบถามชุดนี้ในการเก็บข้อมูล ดังรายละเอียดในภาคผนวก

5) นำแบบสอบถามที่มีคุณภาพ ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 32 คน

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลตามลำดับ ดังนี้

3.1 เลื่อนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เป็นกลุ่มทดลองดังกล่าวมาแล้วในเรื่องพันธะเคมีสังเกตจากพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนที่เรียนเรื่องพันธะเคมี

3.2 แนะนำขั้นตอนการทำกิจกรรมและบทบาทของนักเรียนในกิจกรรมการเรียนรู้

3.3 ทดสอบก่อนเรียนกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ด้วยแบบประเมินเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

3.4 ดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้กับกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้บทเรียนอิเล็กทรอนิกส์เรื่องพันธะเคมี

3.5 บันทึกคะแนนการเข้าร่วมกิจกรรมในชั้นเรียนของผู้เรียน การทำแบบฝึกหัดและการสร้างชิ้นงาน โดยใช้โปรแกรมที่มอบหมายในแต่ละแผนการทดลอง โดยใช้แบบประเมินความสามารถทางเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารสำหรับนักเรียน

3.6 เมื่อเสร็จสิ้นการใช้บทเรียนอิเล็กทรอนิกส์เรื่องพันธะเคมีทำการทดสอบหลังเรียน โดยใช้แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีเรื่องพันธะเคมี แบบวัดทักษะทางเทคโนโลยีสารสนเทศ และการสื่อสาร และแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยใช้บทเรียนอิเล็กทรอนิกส์เรื่องพันธะเคมี

3.7 ตรวจสอบให้คะแนนแบบสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เคมีแบบวัดความสามารถทางเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร และแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียน โดยใช้บทเรียนอิเล็กทรอนิกส์เรื่องพันธะเคมีแล้วนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์โดยวิธีการทางสถิติเพื่อตรวจสอบสมมติฐานต่อไป

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 การจัดทำและการวิเคราะห์ข้อมูล

4.1.1 ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอน โดยใช้บทเรียน อีเลิร์นนิ่งหลังเรียนเทียบกับเกณฑ์โดยการวิเคราะห์ t-test One Sample

4.1.2 ศึกษาความสามารถทางเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารของนักเรียน ภายหลังเรียนเทียบกับเกณฑ์ โดยการวิเคราะห์ t-test One Sample

4.1.3 เปรียบเทียบเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียน ด้วยบทเรียนอีเลิร์นนิ่งเรื่องพันธะเคมีระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน

4.2 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

4.2.1 สถิติพื้นฐาน

1) ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) จากสูตร

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

เมื่อ \bar{X} แทน ค่ากลางเลขคณิตหรือค่าเฉลี่ย

$\sum X$ แทน ผลรวมทั้งหมดของคะแนน

N แทน จำนวนคนทั้งหมด

2) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) โดยใช้สูตรดังนี้

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

เมื่อ S.D. แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง

$\sum X$ แทน ผลรวมทั้งหมดของคะแนนในแต่ละคน

$\sum X^2$ แทน ผลรวมทั้งหมดของคะแนนในแต่ละคนยกกำลังสอง

N แทน จำนวนคนเข้าสอบ

(ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ 2536 : 64)

4.2.2 สถิติวิเคราะห์เครื่องมือ

1) หาค่าดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ดังสูตร

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

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับลักษณะ
พฤติกรรม

$\sum R$ แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2) การหาค่าความยากง่าย (p) และอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผล
สัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์แบบปรนัย ใช้การคำนวณโดยโปรแกรมสำเร็จรูปเอสพีเอสเอส

3) หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบแบบปรนัย โดยคำนวณจากสูตร KR
20 คูเดอร์ - ริชาร์ดสัน (Kuder Richardson) (ถ้วน สายยศ และอังคณา สายยศ 2538: 197-199)

$$r_{tt} = \frac{n}{n-1} \left\{ 1 - \frac{\sum pq}{s_t^2} \right\}$$

เมื่อ r_{tt} แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

n แทน จำนวนข้อสอบ

p แทน สัดส่วนของผู้ที่ทำได้ในข้อหนึ่ง ๆ หรือจำนวนคน
ทั้งหมด

q แทน สัดส่วนของผู้ที่ทำได้ในข้อหนึ่ง ๆ คือ $1 - p$

s_t^2 แทน คะแนนความแปรปรวนของเครื่องมือฉบับนั้น

$$s_t^2 = \frac{n \sum X^2 + (\sum X)^2}{n(n-1)}$$

4) หากค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบแบบอัตโนมัติ คำนวณจากสูตรการหาสัมประสิทธิ์แอลฟา (Alpha Coefficient) ของครอนบัก (Cronbach) (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ.2538 : 200)

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

- เมื่อ α แทน ค่าสัมประสิทธิ์ของความเชื่อมั่น
 n แทน จำนวนข้อสอบในแบบทดสอบ
 S_i^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนเป็นรายข้อ
 S_t^2 แทน ความแปรปรวนของเครื่องมือทั้งฉบับ

4.2.3 สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

1) สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบสมมติฐาน เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และทักษะทางเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารของนักเรียนหลังเรียนเทียบเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้สถิติที (t-test แบบ Dependent sample) (ล้วน สายยศ และ อังคณาสายยศ. 2538:248)

ใช้วิธีการของการแจกแจงที (t-test) ดังสูตร

$$t = \frac{X - \mu_0}{\frac{s}{\sqrt{n}}} ; df = n-1$$

- เมื่อ X แทน ค่าคะแนนสอบที่นักเรียนทำได้
 μ_0 แทน ค่าเฉลี่ยที่ตั้งไว้คือร้อยละ 70
 S แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง
 N แทน จำนวนผู้เรียนที่เข้าสอบ

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลทั้งหมดในการวิจัยนี้ใช้วิธีคำนวณด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป

4.3 สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบสมมติฐานเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์เรื่องพันธะเคมีหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน Paired Sample T test ดังสูตร

$$t = \frac{D}{S_D}$$

เมื่อ t แทน ค่าที่ใช้พิจารณา t - test Dependent Sample

D แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนนผลต่างที่เข้าคู่กัน

S_D แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนผลต่างที่เข้าคู่กัน

