

## บทที่ 3

### วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่องการพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุ  
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการเรียนรู้  
แบบร่วมมือ ผู้วิจัยดำเนินการ ดังนี้

1. การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ
4. การเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การวิเคราะห์ข้อมูล
6. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

รายละเอียดแต่ละขั้นตอนมี ดังนี้

#### การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากร คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมัธยมวาริชภูมิ  
สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 23 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562  
จำนวน 3 ห้องเรียน ซึ่งทุกห้องเรียนจัดนักเรียนแบบคละความสามารถเหมือน ๆ กัน  
รวมนักเรียนทั้งหมด 97 คน

2. กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/2 โรงเรียนมัธยมวาริชภูมิ  
สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 23 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562  
จำนวน 1 ห้องเรียน รวมนักเรียน 36 คน ซึ่งได้มาโดยวิธีการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster  
Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม

## เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
3. แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
4. แบบวัดจิตวิทยาศาสตร์

## การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือวิจัย

1. การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ

มีขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพ ดังนี้

1.1 ศึกษาโครงสร้างหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) และหลักสูตรสถานศึกษากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี เล่ม 1 เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 คู่มือครู ตำราและเอกสารทางวิชาการต่าง ๆ

1.2 ศึกษาวิธีการ หลักการ ทฤษฎีและเทคนิคการสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้จากเอกสารต่าง ๆ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1.3 แบ่งเนื้อหาสาระการเรียนรู้ออกเป็นชุดกิจกรรมการเรียนรู้ จำนวน 10 ชุด เพื่อให้สอดคล้องกับแผนการจัดการเรียนรู้ เวลาที่ใช้ทดลอง 30 ชั่วโมง ดังตาราง 4

ตาราง 4 ชุดกิจกรรมการเรียนรู้/เรื่อง/เวลาที่ดำเนินการทดลอง

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้	เรื่อง	ชั่วโมง
ชุดที่ 1	แบบจำลองอะตอมของดอลตันและทอมสัน	3
ชุดที่ 2	แบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ด	3
ชุดที่ 3	แบบจำลองอะตอมของโบร์และแบบกลุ่มหมอก	3
ชุดที่ 4	การจัดเรียงอิเล็กตรอนในอะตอม	3
ชุดที่ 5	วิวัฒนาการของการสร้างตารางธาตุ	3

ตาราง 4 (ต่อ)

ชุดกิจกรรม การเรียนรู้	เรื่อง	ชั่วโมง
ชุดที่ 6	สมบัติของธาตุตามหมู่และตามคาบ (ขนาดอะตอม, รัศมีไอออน, พลังงานไอออไนเซชัน)	3
ชุดที่ 7	สมบัติของธาตุตามหมู่และตามคาบ (อิเล็กโทรเนกาติวิตี, สัมพรรคภาพอิเล็กตรอน, จุดหลอมเหลวจุดเดือด, เลขออกซิเดชัน)	3
ชุดที่ 8	ธาตุแทรนซิชัน	3
ชุดที่ 9	ธาตุกัมมันตรังสี	3
ชุดที่ 10	การนำธาตุไปใช้ประโยชน์และผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิต	3
รวม		30

1.4 กำหนดรูปแบบ ออกแบบกิจกรรม และสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้  
ในรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง ให้นักเรียนสืบเสาะหาความรู้  
ร่วมกับการเรียนรู้ร่วมมือกันในกลุ่ม โดยชุดกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละชุดจะมีองค์ประกอบ  
ดังนี้

1.4.1 คำนำ

1.4.2 สารบัญ

1.4.3 องค์ประกอบของชุดกิจกรรมการเรียนรู้

1.4.4 บัตรชี้แจงการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้

1.4.5 บัตรเนื้อหา

1.4.6 บัตรกิจกรรม

1.4.7 แบบทดสอบหลังเรียน

1.4.8 บรรณานุกรม

1.5 ออกแบบหน่วยการเรียนรู้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง อะตอมและ  
สมบัติของธาตุ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E)  
ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ จำนวน 10 ชุด ดังตาราง 5

ตาราง 5 การออกแบบหน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุ

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	ชิ้นงาน/ภาระงาน	วิธีการวัด/เครื่องมือ	กิจกรรมการเรียนรู้	เวลา
1. แบบจำลองอะตอมของดอลตันและทอมสัน	สืบค้นข้อมูล สมมติฐานการทดลองหรือผลการทดลองที่เป็นประจักษ์พยานในการเสนอแบบจำลองอะตอมของนักวิทยาศาสตร์ และอธิบายวิวัฒนาการของแบบจำลองอะตอม	1. โครงสร้างของอะตอม 2. แบบจำลองอะตอมของดอลตัน 3. แบบจำลองอะตอมของทอมสัน 4. การค้นพบโปรตอน	1. ทักษะการสังเกต 2. ทักษะการคำนวณ 3. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล 4. ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล	1. บัตรกิจกรรมที่ 1.1 เรื่อง สังเกตอะไรได้บ้าง 2. บัตรกิจกรรมที่ 1.2 เรื่อง แบบจำลองอะตอมของดอลตันและทอมสัน 3. บัตรกิจกรรมที่ 1.3 เรื่อง การคำนวณหามวลของอิเล็กตรอน	1. การประเมินบัตรกิจกรรมที่ 1.1-1.3 2. การประเมินผลการทำทดสอบหลังเรียน 3. การประเมินพฤติกรรมรายบุคคล 4. การประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม 5. การประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 6. การประเมินพฤติกรรมด้านจิตวิทยาศาสตร์	- นักเรียนศึกษาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง แบบจำลองอะตอมของดอลตันและทอมสัน - ทำกิจกรรมและตอบคำถามในชุดกิจกรรมการเรียนรู้ - แต่ละกลุ่มนำข้อมูลที่รวบรวมมาวิเคราะห์ อภิปรายร่วมกันเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้อง - ตัวแทนกลุ่มนำเสนอผลงานหน้าชั้นเรียน - นักเรียนในชั้นร่วมกันอภิปรายและสรุปเกี่ยวกับ แบบจำลองอะตอมของดอลตันและทอมสัน	3

ตาราง 5 (ต่อ)

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	ชิ้นงาน/ภาระงาน	วิธีการวัด/เครื่องมือ	กิจกรรมการเรียนรู้	เวลา
2. แบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ด	1. สืบค้นข้อมูล สมมติฐานการทดลองหรือผลการทดลองที่เป็นประจักษ์พยานในการเสนอแบบจำลองอะตอมของนักวิทยาศาสตร์ และอธิบายวิวัฒนาการของแบบจำลองอะตอม 2. เขียนสัญลักษณ์นิวเคลียร์ของธาตุ และระบุจำนวนโปรตอน นิวตรอน และอิเล็กตรอนของอะตอมจากสัญลักษณ์นิวเคลียร์ รวมทั้งบอกความหมายของไอโซโทป	1. การทดลองของรัทเทอร์ฟอร์ด 2. อนุภาคมูลฐานของอะตอม 3. เลขอะตอม 4. มวลอะตอม 5. ไอโซโทป 6. ไอโซโทน 7. ไอโซบาร์	1. ทักษะการจำแนกประเภท 2. ทักษะการคำนวณ 3. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล 4. ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล	1. บัตรกิจกรรมที่ 2.1 เรื่องแบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ด 2. บัตรกิจกรรมที่ 2.2 เรื่องอนุภาคมูลฐานของอะตอม 3. บัตรกิจกรรมที่ 2.3 เรื่องเลขอะตอม เลขมวล และไอโซโทป	1. การประเมินบัตรกิจกรรมที่ 2.1-2.3 2. การประเมินผลการทำทดสอบหลังเรียน 3. การประเมินพฤติกรรมรายบุคคล 4. การประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม 5. การประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 6. การประเมินพฤติกรรมด้านจิตวิทยาศาสตร์	- นักเรียนศึกษาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง แบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ด - ทำกิจกรรมและตอบคำถามในชุดกิจกรรมการเรียนรู้ - แต่ละกลุ่มนำข้อมูลที่รวบรวมมาวิเคราะห์ อภิปรายร่วมกันเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้อง - ตัวแทนกลุ่มนำเสนอผลงานหน้าชั้นเรียน - นักเรียนในชั้นร่วมกันอภิปรายและสรุปเกี่ยวกับ แบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ด	3

ตาราง 5 (ต่อ)

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	ชิ้นงาน/ภาระงาน	วิธีการวัด/เครื่องมือ	กิจกรรมการเรียนรู้	เวลา
3. แบบจำลองอะตอมของโบร์และแบบกลุ่มหมอก	สืบค้นข้อมูล สมมติฐาน การทดลอง หรือผลการทดลองที่เป็นประจักษ์พยานในการเสนอแบบจำลองอะตอมของนักวิทยาศาสตร์ และอธิบายวิวัฒนาการของแบบจำลองอะตอม	1. แนวคิดของโบร์ใช้อธิบายแบบจำลองอะตอมของคลีน 2. คลื่นและสมบัติของคลื่น 3. สเปกตรัม 4. เส้นสเปกตรัมของธาตุและการแปรความหมาย 5. แบบจำลองอะตอมของโบร์ 6. แบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอก	1. ทักษะการสังเกต 2. ทักษะการวัด 3. ทักษะการคำนวณ 4. ทักษะการจำแนกประเภท 5. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมาย 6. ทักษะการลงความคิดเห็น 7. ทักษะการพยากรณ์ 8. ทักษะการตั้งสมมติฐาน	1. บัตรกิจกรรมที่ 3.1 เรื่อง การศึกษาสีของเปลวไฟจากสารประกอบและเส้นสเปกตรัมของธาตุบางชนิด 2. บัตรกิจกรรมที่ 3.2 เรื่อง แบบจำลองอะตอมของนีลส์โบร์ 3. บัตรกิจกรรมที่ 3.3 เรื่อง แบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอก	1. การประเมินบัตรกิจกรรมที่ 3.1-3.3 2. การประเมินผลการทำทดสอบหลังเรียน 3. การประเมินพฤติกรรมรายบุคคล 4. การประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม 5. การประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 6. การประเมินพฤติกรรมด้านจิตวิทยาศาสตร์	- นักเรียนศึกษาชุดกิจกรรมแบบจำลองอะตอมของโบร์และแบบกลุ่มหมอก - ทำกิจกรรมการทดลองการศึกษาสีของเปลวไฟจากสารประกอบและเส้นสเปกตรัมของธาตุบางชนิด - ทำกิจกรรมและตอบคำถามในชุดกิจกรรมการเรียนรู้ - แต่ละกลุ่มนำข้อมูลที่รวบรวมมาวิเคราะห์ อภิปรายร่วมกันเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้อง - ตัวแทนกลุ่มนำเสนอผลงานหน้าชั้นเรียน - นักเรียนในชั้นร่วมกันอภิปรายและสรุปเกี่ยวกับแบบจำลองอะตอมของโบร์และกลุ่มหมอก	3

ตาราง 5 (ต่อ)

ชุดกิจกรรม การเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์	ชั้นงาน/ ภาระงาน	วิธีการวัด/เครื่องมือ	กิจกรรมการเรียนรู้	เวลา
			9. ทักษะการ กำหนดนิยามเชิง ปฏิบัติการ 10. ทักษะการ กำหนดและควบคุม ตัวแปร 11. ทักษะการ ทดลอง 12. ทักษะการ ตีความหมายข้อมูล และลงข้อสรุป				

ตาราง 5 (ต่อ)

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	ชิ้นงาน/ภาระงาน	วิธีการวัด/เครื่องมือ	กิจกรรมการเรียนรู้	เวลา
4. การจัดเรียงอิเล็กทรอนิกส์ในอะตอม	อธิบายและเขียนการจัดเรียงอิเล็กตรอนในระดับพลังงานหลักและระดับพลังงานย่อยเมื่อทราบเลขอะตอมของธาตุ	1. การจัดเรียงอิเล็กตรอนในอะตอม 2. วิธีการจัดเรียงอิเล็กตรอนในอะตอม 3. หลักการจัดเรียงอิเล็กตรอน 4. การจัดเรียงอิเล็กตรอนในระดับพลังงานย่อย	1. ทักษะการสังเกต 2. ทักษะการคำนวณ 3. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา 4. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมาย 5. ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล 6. ทักษะการพยากรณ์	1. บัตรกิจกรรมที่ 4.1 เรื่อง ลักษณะและรูปร่างออร์บิทัล 2. บัตรกิจกรรมที่ 4.2 เรื่อง หลักการและวิธีการจัดเรียงอิเล็กตรอน 3. บัตรกิจกรรมที่ 4.3 เรื่อง การจัดเรียงอิเล็กตรอนในระดับพลังงานย่อย	1. การประเมินบัตรกิจกรรมที่ 4.1-4.3 2. การประเมินผลการทำงานทดสอบหลังเรียน 3. การประเมินพฤติกรรมรายบุคคล 4. การประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม 5. การประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 6. การประเมินพฤติกรรมการด้านจิตวิทยาศาสตร์	- นักเรียนศึกษาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ การจัดเรียงอิเล็กตรอนในอะตอม - ทำกิจกรรมและตอบคำถามในชุดกิจกรรมการเรียนรู้ - แต่ละกลุ่มนำข้อมูลที่รวบรวมมาวิเคราะห์ อภิปรายร่วมกันเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้อง - ตัวแทนกลุ่มนำเสนอผลงานหน้าชั้นเรียน - นักเรียนในชั้นร่วมกันอภิปรายและสรุปเกี่ยวกับ การจัดเรียงอิเล็กตรอนในอะตอม	3



ตาราง 5 (ต่อ)

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	ชิ้นงาน/ภาระงาน	วิธีการวัด/เครื่องมือ	กิจกรรมการเรียนรู้	เวลา
5. วิวัฒนาการของการสร้างตารางธาตุ	ระบุหมู่ คาบ ความเป็นโลหะ อโลหะ และกึ่งโลหะ ของกลุ่มธาตุเรพรีเซนเททีฟ และธาตุแทรนซิชันในตารางธาตุ	1. การจัดธาตุเป็นหมวดหมู่ของนักเคมียุคต่าง ๆ 2. ตารางธาตุในปัจจุบัน 3. การจัดเรียงอิเล็กตรอนกับหมู่และคาบของธาตุ 4. การทำนายและการตั้งชื่อธาตุที่ค้นพบใหม่	1. ทักษะการสังเกต 2. ทักษะการจำแนก 3. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมาย 4. ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล	1. บัตรกิจกรรมที่ 5.1 เรื่อง ตารางธาตุในปัจจุบัน 2. บัตรกิจกรรมที่ 5.2 เรื่อง วิวัฒนาการของการสร้างตารางธาตุ	1. การประเมินบัตรกิจกรรมที่ 5.1-5.2 2. การประเมินผลการทำทดสอบหลังเรียน 3. การประเมินพฤติกรรมรายบุคคล 4. การประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม 5. การประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 6. การประเมินพฤติกรรมด้านจิตวิทยาศาสตร์	- นักเรียนศึกษาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ วิวัฒนาการของการสร้างตารางธาตุ - ทำกิจกรรมและตอบคำถามในชุดกิจกรรมการเรียนรู้ - แต่ละกลุ่มนำข้อมูลที่รวบรวมมาวิเคราะห์ อภิปรายร่วมกันเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้อง - ตัวแทนกลุ่มนำเสนอผลงานหน้าชั้นเรียน - นักเรียนในชั้นร่วมกันอภิปรายและสรุปเกี่ยวกับ วิวัฒนาการของการสร้างตารางธาตุ	3

ตาราง 5 (ต่อ)

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	ชิ้นงาน/ภาระงาน	วิธีการวัด/เครื่องมือ	กิจกรรมการเรียนรู้	เวลา
6. สมบัติบางประการของธาตุตามตารางธาตุ (ขนาดอะตอม, รัศมีไอออน, พลังงานไอออไนเซชัน)	วิเคราะห์และบอกแนวโน้มสมบัติของกลุ่มธาตุเรพรีเซนเททีฟตามหมู่และตามคาบ	1. ขนาดอะตอม 2. ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดอะตอมกับตารางธาตุ 3. รัศมีไอออน 4. พลังงานไอออไนเซชัน	1. ทักษะการสังเกต 2. ทักษะการคำนวณ 3. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา 4. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมาย 5. ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล 6. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป	1. บัตรกิจกรรมที่ 6.1 เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดอะตอมกับตารางธาตุ 2. บัตรกิจกรรมที่ 6.2 เรื่อง รัศมีไอออน 3. บัตรกิจกรรมที่ 6.3 เรื่อง พลังงานไอออไนเซชัน	1. การประเมินบัตรกิจกรรมที่ 6.1-6.3 2. การประเมินผลการทำงานทดสอบหลังเรียน 3. การประเมินพฤติกรรมรายบุคคล 4. การประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม 5. การประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 6. การประเมินพฤติกรรมด้านจิตวิทยาศาสตร์	- นักเรียนศึกษาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ สมบัติบางประการของธาตุตามตารางธาตุ - ทำกิจกรรมและตอบคำถามในชุดกิจกรรมการเรียนรู้ - แต่ละกลุ่มนำข้อมูลที่รวบรวมมาวิเคราะห์ อภิปรายร่วมกันเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้อง - ตัวแทนกลุ่มนำเสนอผลงานหน้าชั้นเรียน - นักเรียนในชั้นร่วมกันอภิปรายและสรุปเกี่ยวกับ สมบัติบางประการของธาตุตามตารางธาตุ	3

ตาราง 5 (ต่อ)

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	ชิ้นงาน/ภาระงาน	วิธีการวัด/เครื่องมือ	กิจกรรมการเรียนรู้	เวลา
7. สมบัติบางประการของธาตุตามตารางธาตุ (อิเล็กโทรเนกาติวิตี, สัมพรรคภาพอิเล็กตรอน, จุดหลอมเหลว จุดเดือด, เลขออกซิเดชัน)	วิเคราะห์และบอกแนวโน้มสมบัติของกลุ่มธาตุเรฟรีเซนทีฟตามหมู่และตามคาบ	1. ค่าอิเล็กโทรเนกาติวิตี 2. สัมพรรคภาพอิเล็กตรอน 3. จุดเดือดจุดหลอมเหลว 4. เลขออกซิเดชัน	1. ทักษะการสังเกต 2. ทักษะการวัด 3. ทักษะการคำนวณ 4. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมาย 5. ทักษะการลงความคิดเห็น 6. ทักษะการตั้งสมมติฐาน 7. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ 8. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร	1. บัตรกิจกรรมที่ 7.1 เรื่อง อิเล็กโทรเนกาติวิตีและสัมพรรคภาพอิเล็กตรอน 2. บัตรกิจกรรมที่ 7.2 เรื่อง การหาจุดเดือดและจุดหลอมเหลวของสารบริสุทธิ์ 3. บัตรกิจกรรมที่ 7.3 เรื่อง เลขออกซิเดชัน	1. การประเมินบัตรกิจกรรมที่ 7.1-7.3 2. การประเมินผลการทำงานทดสอบหลังเรียน 3. การประเมินพฤติกรรมรายบุคคล 4. การประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม 5. การประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 6. การประเมินพฤติกรรมด้านจิตวิทยาศาสตร์	- นักเรียนศึกษาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ สมบัติบางประการของธาตุตามตารางธาตุ - ทำกิจกรรมการทดลองการหาจุดเดือดและจุดหลอมเหลวของสารบริสุทธิ์ - ทำกิจกรรมและตอบคำถามในชุดกิจกรรมการเรียนรู้ - แต่ละกลุ่มนำข้อมูลที่รวบรวมมาวิเคราะห์ อภิปรายร่วมกันเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้อง - ตัวแทนกลุ่มนำเสนอผลงานหน้าชั้นเรียน - นักเรียนในชั้นร่วมกันอภิปรายและสรุปเกี่ยวกับ สมบัติบางประการของธาตุตามตารางธาตุ	3

ตาราง 5 (ต่อ)

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	ชิ้นงาน/ภาระงาน	วิธีการวัด/เครื่องมือ	กิจกรรมการเรียนรู้	เวลา
			9. ทักษะการทดลอง 10. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป				
8. ธาตุแตรอนซิชั่น	บอกสมบัติของโลหะแตรอนซิชั่น และเปรียบเทียบสมบัติกับธาตุโลหะในกลุ่มธาตุเรพรีเซนเททีฟ	1. สมบัติของธาตุแตรอนซิชั่น 2. สารประกอบแตรอนซิชั่น	1. ทักษะการสังเกต 2. ทักษะการตั้งสมมติฐาน 3. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ 4. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร 5. ทักษะการทดลอง 6. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมาย	1. บัตรกิจกรรมที่ 8.1 เรื่อง ธาตุแตรอนซิชั่น 2. บัตรกิจกรรมที่ 8.2 เรื่อง สีของสารประกอบ 3. บัตรกิจกรรมที่ 8.3 เรื่อง การทดลองการเกิดปฏิกิริยาเคมีกับน้ำ	1. การประเมินบัตรกิจกรรมที่ 8.1-8.3 2. การประเมินผลการทำงานทดสอบหลังเรียน 3. การประเมินพฤติกรรมรายบุคคล 4. การประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม 5. การประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	- นักเรียนศึกษาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ธาตุแตรอนซิชั่น - ทำกิจกรรมการทดลอง เรื่อง สีของสารประกอบ และเรื่อง การทดลองการเกิดปฏิกิริยาเคมีกับน้ำ - ทำกิจกรรมและตอบคำถามในชุดกิจกรรมการเรียนรู้ - แต่ละกลุ่มนำข้อมูลที่รวบรวมมาวิเคราะห์ อภิปรายร่วมกันเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้อง - ตัวแทนกลุ่มนำเสนอผลงานหน้าชั้นเรียน	3

ตาราง 5 (ต่อ)

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	ชั้นงาน/ภาระงาน	วิธีการวัด/เครื่องมือ	กิจกรรมการเรียนรู้	เวลา
			7. ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล 8. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป		6. การประเมินพฤติกรรมด้านจิตวิทยาศาสตร์	- นักเรียนในชั้นร่วมกันอภิปรายและสรุปเกี่ยวกับธาตุทรานซิชัน	
9. ธาตุกัมมันตรังสี	อธิบายสมบัติและคำนวณครึ่งชีวิตของไอโซโทปกัมมันตรังสี	1. ธาตุกัมมันตรังสี (Radioactive element) 2. ครึ่งชีวิตของธาตุ (half-life) 3. ปฏิกิริยานิวเคลียร์	1. ทักษะการคำนวณ 2. ทักษะการจำแนกประเภท 3. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล 4. ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล	บัตรกิจกรรมที่ 9 เรื่อง ธาตุกัมมันตรังสี	1. การประเมินบัตรกิจกรรมที่ 9 2. การประเมินผลการทำทดสอบหลังเรียน 3. การประเมินพฤติกรรมรายบุคคล 4. การประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	- นักเรียนศึกษาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ธาตุกัมมันตรังสี - ทำกิจกรรมและตอบคำถามในชุดกิจกรรมการเรียนรู้ - แต่ละกลุ่มนำข้อมูลที่รวบรวมมาวิเคราะห์ อภิปรายร่วมกันเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้อง - ตัวแทนกลุ่มนำเสนอผลงานหน้าชั้นเรียน - นักเรียนในชั้นร่วมกันอภิปรายและสรุปเกี่ยวกับธาตุกัมมันตรังสี	3

ตาราง 5 (ต่อ)

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	ชิ้นงาน/ภาระงาน	วิธีการวัด/เครื่องมือ	กิจกรรมการเรียนรู้	เวลา
					5. การประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 6. การประเมินพฤติกรรมด้านจิตวิทยาศาสตร์		
10. การนำธาตุไปใช้ประโยชน์และผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิต	สืบค้นข้อมูลและยกตัวอย่างการนำธาตุมาใช้ประโยชน์ รวมทั้งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม	การนำธาตุไปใช้ประโยชน์และผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิต	1. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมาย 2. ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล	บัตรกิจกรรมที่ 10 เรื่อง การนำธาตุไปใช้ประโยชน์และผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิต	1. การประเมินบัตรกิจกรรมที่ 10 2. การประเมินผลการทำทดสอบหลังเรียน 3. การประเมินพฤติกรรมรายบุคคล 4. การประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	- นักเรียนศึกษาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ การนำธาตุไปใช้ประโยชน์และผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิต - ทำกิจกรรมและตอบคำถามในชุดกิจกรรมการเรียนรู้ - แต่ละกลุ่มนำข้อมูลที่รวบรวมมาวิเคราะห์ อภิปรายร่วมกันเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้อง - ตัวแทนกลุ่มนำเสนอผลงานหน้าชั้นเรียน	3

ตาราง 5 (ต่อ)

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	ชั้นงาน/ภาระงาน	วิธีการวัด/เครื่องมือ	กิจกรรมการเรียนรู้	เวลา
					5. การประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 6. การประเมินพฤติกรรมด้านจิตวิทยาศาสตร์	- นักเรียนในชั้นร่วมกันอภิปรายและสรุปเกี่ยวกับ การนำธาตุไปใช้ประโยชน์และผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิต	

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

1.6 สร้างคู่มือการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ในรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง ให้นักเรียนสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้ร่วมมือกันในกลุ่ม โดยคู่มือชุดกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละชุดจะมีองค์ประกอบ ดังนี้

1.6.1 คำนำ

1.6.2 สารบัญ

1.6.3 คำแนะนำและแนวทางปฏิบัติในการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้

สำหรับครูผู้สอน

1.6.4 แผนการจัดการเรียนรู้

1.6.5 บัตรเนื้อหา

1.6.6 บัตรกิจกรรม

1.6.7 แบบทดสอบหลังเรียน

1.6.8 เฉลยบัตรกิจกรรม

1.6.9 เฉลยแบบทดสอบหลังเรียน

1.6.10 บรรณานุกรม

1.6.11 ภาคผนวก

1.7 นำคู่มือและชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ เสนอต่อคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง ความสอดคล้องของสาระการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ กระบวนการเรียนรู้ สื่อและแหล่งเรียนรู้อการวัดและประเมินผล เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะในส่วนที่ยังบกพร่อง

1.8 นำคู่มือและชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ เพื่อประเมินและให้ข้อเสนอแนะในส่วนที่ยังบกพร่อง จำนวน 5 ท่าน ประกอบด้วย

1.8.1 รองศาสตราจารย์ ดร.สำราญ กำจัดภัย ประธานคณะกรรมการบริหารหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาวิจัยหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร



1.8.2 รองศาสตราจารย์ ดร.ชนานันต์ กุลโพบุตร กรรมการบริหาร  
หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาวิจัยหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยราชภัฏ  
สกลนคร

1.8.3 ดร.วิษณุพล โถสายคำ อาจารย์ประจำสาขาวิชาเคมี  
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

1.8.4 นางสาวลักษณีย์ เหมะธูลิน ตำแหน่งครู วิทยฐานะ  
ชำนาญการพิเศษ โรงเรียนมัธยมวาริชภูมิ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา  
เขต 23 ด้านการสอนวิทยาศาสตร์

1.8.5 นางสรินทิพย์ วงษ์สำราญ ตำแหน่งครู วิทยฐานะ  
ชำนาญการพิเศษ โรงเรียนมัธยมวาริชภูมิ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา  
เขต 23 ด้านการสอนวิทยาศาสตร์ (เคมี)

1.9 ผู้เชี่ยวชาญประเมินคู่มือและชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง อะตอม  
และสมบัติของธาตุ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้รูปแบบวิจัยการสืบเสาะหาความรู้ (5E)  
ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ นำผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญมาหาค่าเฉลี่ย โดยใช้  
เครื่องมือที่มีลักษณะเป็นมาตราส่วนประมาณค่าตามวิธีของ ลิเคอร์ท (Likert) ซึ่งมี 5 ระดับ  
โดยกำหนดเกณฑ์ ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2553, หน้า 121)

5 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

4 หมายถึง เหมาะสมมาก

3 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

2 หมายถึง เหมาะสมน้อย

1 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

เกณฑ์การแปลผลในการแปลความหมายของผลจากการประเมิน  
คุณภาพชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4  
โดยใช้รูปแบบวิจัยการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ

เหมาะสมมากที่สุด มีค่าเท่ากับ 4.51–5.00 คะแนน

เหมาะสมมาก มีค่าเท่ากับ 3.51–4.50 คะแนน

เหมาะสมปานกลาง มีค่าเท่ากับ 2.51–3.50 คะแนน

เหมาะสมน้อย มีค่าเท่ากับ 1.51–2.50 คะแนน

เหมาะสมน้อยที่สุด มีค่าเท่ากับ 1.00–1.50 คะแนน

ผลการประเมินความเหมาะสมของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ โดยผู้เชี่ยวชาญมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.66 แปลความหมายว่าชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีความเหมาะสมมากที่สุด

1.10 นำชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ ที่ปรับปรุง แก้ไขแล้วไปทดลองใช้ (Try-out) กับนักเรียน ดังนี้

1.10.1 ทดลองแบบหนึ่งต่อหนึ่ง (one to one testing) โดยทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมัธยมวาริชภูมิ อำเภовาริชภูมิ จังหวัดสกลนคร สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 23 จำนวน 3 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง โดยเลือกนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง ปานกลาง และต่ำ อย่างละ 1 คน พบว่าบัตรเนื้อหาและบัตรกิจกรรมมีมากเกินไปไม่เหมาะสมกับเวลาทำให้ผู้เรียนไม่สามารถทำกิจกรรมได้ทันตามเวลาที่กำหนด กิจกรรมการทดลองต้องมีการมอบหมายหน้าที่เป็นกลุ่มเพื่อนำเสนอก่อนการทดลองและเมื่อทดลองเสร็จกลุ่มที่ได้รับมอบหมายต้องนำผลการทดลองนำเสนอหน้าชั้นทุกครั้งที่ทำกิจกรรม

1.10.2 ทดลองแบบกลุ่มเล็ก (small group testing) โดยทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมัธยมวาริชภูมิ อำเภовาริชภูมิ จังหวัดสกลนคร สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 23 โดยเลือกนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง ปานกลาง และต่ำ อย่างละ 3 คน รวม 9 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง พบว่าบัตรเนื้อหาและบัตรกิจกรรมมีมากเกินไปไม่เหมาะสมกับเวลาทำให้ผู้เรียนไม่สามารถทำกิจกรรมได้ทันตามเวลาที่กำหนด กิจกรรมการทดลองต้องมีการมอบหมายหน้าที่เป็นกลุ่มเพื่อนำเสนอก่อนการทดลองและเมื่อทดลองเสร็จกลุ่มที่ได้รับมอบหมายต้องนำผลการทดลองนำเสนอหน้าชั้นทุกครั้งที่ทำกิจกรรม นักเรียนส่งงานไม่ตรงตามเวลาที่กำหนดและส่งงานไม่เป็นกลุ่มทำให้คะแนนด้านความตรงต่อเวลาได้น้อย

1.11 นำชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ ที่ปรับปรุง แก้ไขและทดลองใช้ (Try-out) กับนักเรียนแล้ว ไปใช้ในการเก็บข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยจริงต่อไป

## 2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

มีขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพ ดังนี้

- 2.1 ศึกษาวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จากเอกสารตำราที่เกี่ยวข้อง
- 2.2 ศึกษาคู่มือการวัดผลประเมินผลวิทยาศาสตร์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555, หน้า 1-151)
- 2.3 ศึกษาข้อบ่งชี้เนื้อหาหลักสูตรการเรียนรู้อุทยานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รายวิชาเพิ่มเติม เคมี เล่ม 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุ ตามโครงสร้างหลักสูตรแกนกลางขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) และหลักสูตรสถานศึกษา
- 2.4 วิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้และเนื้อหา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รายวิชาเพิ่มเติม เคมี เล่ม 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุ กำหนดสัดส่วน ความสำคัญของข้อสอบในแต่ละกิจกรรมตามเนื้อหาของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยทำตารางวิเคราะห์ความสัมพันธ์แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างผลการเรียนรู้กับจำนวนชั่วโมงที่ใช้สอน หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุ จำนวน 60 ชั่วโมง
- 2.5 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รายวิชาเพิ่มเติม เคมี เล่ม 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุ ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 60 ข้อ ซึ่งสอดคล้องกับเนื้อหาและผลการเรียนรู้ ของทั้ง 10 ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ดังตาราง 6

ตาราง 6 วิเคราะห์ความสัมพันธ์แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างผลการเรียนรู้  
กับจำนวนชั่วโมงที่ใช้สอน หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุ

หน่วยการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	จำนวน ชั่วโมงที่ใช้	รวม (ข้อ)
2	1. สืบค้นข้อมูล สมบัติฐาน การทดลองหรือผลการทดลอง ที่เป็นประจักษ์พยานในการเสนอแบบจำลองอะตอม ของนักวิทยาศาสตร์ และอธิบายวิวัฒนาการ ของแบบจำลองอะตอม	3	6
	2. เขียนสัญลักษณ์นิวเคลียร์ของธาตุ และระบุจำนวน โปรตอน นิวตรอน และอิเล็กตรอนของอะตอมจาก สัญลักษณ์นิวเคลียร์ รวมทั้งบอกความหมายของไอโซโทป	3	6
	3. อธิบายและเขียนการจัดเรียงอิเล็กตรอนในระดับ พลังงานหลักและระดับพลังงานย่อยเมื่อทราบเลขอะตอม ของธาตุ	6	12
	4. ระบุหมู่ คาบ ความเป็นโลหะ อโลหะ และกึ่งโลหะ ของกลุ่มธาตุเรฟรีเซนเททีฟ และธาตุแทรนซิชัน ในตารางธาตุ	3	6
	5. วิเคราะห์และบอกแนวโน้มสมบัติของกลุ่มธาตุเรฟรีเซน เททีฟ ตามหมู่และตามคาบ	6	12
	6. บอกสมบัติของธาตุโลหะและแทรนซิชัน และ เปรียบเทียบสมบัติกับธาตุโลหะในกลุ่มธาตุเรฟรีเซนเททีฟ	3	6
	7. อธิบายสมบัติและคำนวณครึ่งชีวิตของไอโซโทป กัมมันตรังสี	3	6
	8. สืบค้นข้อมูลและยกตัวอย่างการนำธาตุมาใช้ประโยชน์ รวมทั้งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม	3	6
<b>รวม</b>		<b>30</b>	<b>60</b>

2.6 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เสนอต่อคณะกรรมการ  
ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาสาระการเรียนรู้  
ความสอดคล้องกับผลการเรียนรู้ ความเหมาะสมของตัวเลือก และภาษาที่ใช้ แล้วนำมา  
ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะในส่วนที่ยังบกพร่อง

2.7 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 60 ข้อ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญชุดเดิมเพื่อประเมินความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) และความสอดคล้องกับผลการเรียนรู้โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

ให้ +1 ถ้าแน่ใจว่าแบบทดสอบวัดตรงกับผลการเรียนรู้

ให้ 0 ถ้าไม่แน่ใจว่าแบบทดสอบวัดตรงกับผลการเรียนรู้

ให้ -1 ถ้าแน่ใจว่าแบบทดสอบวัดไม่ตรงกับผลการเรียนรู้

2.8 วิเคราะห์ข้อมูล หาค่าดัชนีความสอดคล้อง ระหว่างข้อคำถามกับผลการเรียนรู้ ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้สูตรหาค่า IOC (Index of Item Objective Congruence) (บุญชม ศรีสะอาด, 2553, หน้า 63) เพื่อหาผลรวมคะแนนของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ยเพื่อพิจารณาดัชนีค่าความสอดคล้อง ซึ่งมีค่าดัชนีความสอดคล้องเฉลี่ยเท่ากับ 0.95 และพิจารณาคัดเลือกข้อสอบที่มีค่า IOC ตั้งแต่ .50-1.00 เป็นแบบทดสอบที่อยู่ในเกณฑ์ความเที่ยงตรงที่ใช้ได้

2.9 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ไปปรับปรุงแก้ไขแล้วนำไปใช้ (Try-out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนมัธยมวาริชภูมิ อำเภวาริชภูมิ จังหวัดสกลนคร สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 23 ที่เคยเรียน เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุ ผ่านมาแล้ว จำนวน 36 คน ใช้เวลาในการทดสอบ 60 นาที นำกระดาษคำตอบที่นักเรียนตอบแล้วมาตรวจให้คะแนน โดยข้อที่ตอบถูกให้ 1 คะแนน ข้อที่ตอบผิดให้ 0 คะแนน เมื่อตรวจให้คะแนนแล้วนำมาวิเคราะห์ผล ดังนี้

2.9.1 วิเคราะห์หาค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2543) โดยคัดเลือกข้อสอบ จำนวน 40 ข้อ ซึ่งมีค่าความยาก ( $p$ ) อยู่ระหว่าง 0.33-0.75 และค่าอำนาจจำแนก ( $r$ ) อยู่ระหว่าง 0.22-0.42

2.9.2 วิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่น ( $r_{tt}$ ) ของแบบทดสอบทั้งฉบับ โดยใช้วิธีการของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน ( $KR_{20}$ ) (บุญชม ศรีสะอาด, 2553, หน้า 96) และใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป ผลการวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่น ( $r_{tt}$ ) ทั้งฉบับ โดยวิธีการของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน ( $KR_{20}$ ) มีค่าเท่ากับ 0.96

2.10 นำแบบทดสอบที่วิเคราะห์หาคุณภาพแล้ว จำนวน 40 ข้อ ไปใช้ในการเก็บข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยจริงต่อไป

### 3. แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีขั้นตอน

การสร้างและหาคุณภาพ ดังนี้

3.1 ศึกษาความหมายและองค์ประกอบของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

3.2 ศึกษาวิธีการสร้างแบบทดสอบ และศึกษาลักษณะการใช้คำถามที่นำไปสู่ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

3.3 สร้างแบบทดสอบเป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ให้มีเนื้อหาครอบคลุมจุดมุ่งหมายของแต่ละทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 13 ทักษะ ได้แก่

1) ทักษะการสังเกต 2) ทักษะการวัด 3) ทักษะการคำนวณ 4) ทักษะการจำแนกประเภท 5) ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปส และสเปกกับเวลา 6) ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล 7) ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล 8) ทักษะการพยากรณ์ 9) ทักษะการตั้งสมมติฐาน 10) ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ 11) ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร 12) ทักษะการทดลอง และ 13) ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป จำนวน 57 ข้อ

3.4 นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้น เสนอต่อคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหา ความสอดคล้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

3.5 นำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญชุดเดิม เพื่อประเมินความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ในด้านความสัมพันธ์ของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กับเนื้อหาความเหมาะสมของตัวเลือก และภาษาที่ใช้ โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

ให้ +1 ถ้าแน่ใจว่าแบบทดสอบนั้นวัดทักษะกระบวนการที่ระบุไว้ได้จริง

ให้ 0 ถ้าไม่แน่ใจว่าแบบทดสอบนั้นวัดทักษะกระบวนการที่ระบุไว้ได้จริง

ให้ -1 ถ้าแน่ใจว่าแบบทดสอบนั้นไม่ได้วัดทักษะกระบวนการที่ระบุไว้

ได้จริง

3.6 วิเคราะห์ข้อมูล หาค่าดัชนีความสอดคล้อง ในด้านความสัมพันธ์ของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับเนื้อหา ความเหมาะสมของตัวเลือก และภาษาที่ใช้ โดยใช้สูตรหาค่า IOC (Index of Item Objective Congruence) (บุญชม ศรีสะอาด, 2553, หน้า 63) เพื่อหาผลรวมคะแนนของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ยคู่ดัชนี

ค่าความสอดคล้อง ซึ่งมีค่าดัชนีความสอดคล้องเฉลี่ยเท่ากับ 0.95 และพิจารณาคัดเลือกแบบทดสอบที่มีค่า IOC ตั้งแต่ .50-1.00 เป็นแบบทดสอบที่อยู่ในเกณฑ์ความเที่ยงตรงที่ใช้ได้

3.7 นำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วนำไปใช้ (Try-out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนมัธยมวาริชภูมิ อำเภовาริชภูมิ จังหวัดสกลนคร สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 23 จำนวน 36 คน ซึ่งเคยเรียนเนื้อหาเรื่องนี้มาแล้ว ใช้เวลาในการทดสอบ 60 นาที นำกระดาษคำตอบที่นักเรียนตอบแล้วมาตรวจให้คะแนน โดยข้อที่ตอบถูกให้ 1 คะแนน ข้อที่ตอบผิดให้ 0 คะแนน เมื่อตรวจให้คะแนนแล้วนำมาวิเคราะห์ผล ดังนี้

3.7.1 วิเคราะห์หาค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2543, หน้า 123) โดยคัดเลือกข้อสอบ จำนวน 40 ข้อ ซึ่งมีค่าความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง 0.33-0.75 และค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.22-0.39

3.7.2 วิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่น ( $r_{tt}$ ) ของแบบทดสอบทั้งฉบับ โดยใช้วิธีการของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน ( $KR_{20}$ ) (บุญชม ศรีสะอาด, 2553, หน้า 96) และใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป ผลการวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่น ( $r_{tt}$ ) ทั้งฉบับโดยวิธีการของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน ( $KR_{20}$ ) มีค่าเท่ากับ 0.97

3.7.3 นำแบบทดสอบที่วิเคราะห์หาคุณภาพแล้ว จำนวน 40 ข้อ ไปใช้ในการเก็บข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยจริงต่อไป

#### 4. แบบวัดจิตวิทยาศาสตร์มีขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพ ดังนี้

4.1 ศึกษาคู่มือการวัดผลประเมินผลวิทยาศาสตร์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555, หน้า 131-142)

4.2 ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์

4.3 สร้างแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ เป็นมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับของลิเคิร์ต (Likert's Rating Scale) โดยผู้วิจัยเน้นการประเมินพฤติกรรมหรือความคิดเห็นของผู้เรียนใน 5 ด้าน คือ 1) ความสนใจใฝ่รู้ 2) ความมีเหตุผล 3) ความอดทนมุ่งมั่น 4) ความซื่อสัตย์ และ 5) ความประหยัด (ศศิลักษณ์ ดาวังปา, 2556, หน้า 14-15) เนื้อหาคำถามมีทั้งเชิงบวกและเชิงลบ โดยจัดทำแบบสอบถามด้านละ 6 ข้อ รวม 34 ข้อ ดังนี้

4.3.1 ข้อคำถามเชิงบวก หมายถึง ข้อความที่แสดงความคิดเห็นต่อ  
สิ่งหนึ่งสิ่งใดในทางที่ดี มีเกณฑ์ในการให้คะแนน ดังนี้

มากที่สุด	ให้	5	คะแนน
มาก	ให้	4	คะแนน
ปานกลาง	ให้	3	คะแนน
น้อย	ให้	2	คะแนน
น้อยที่สุด	ให้	1	คะแนน

4.3.2 ข้อคำถามเชิงลบ หมายถึง ข้อความที่แสดงความคิดเห็นต่อสิ่งหนึ่ง  
สิ่งใดในทางไม่ดี มีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

มากที่สุด	ให้	1	คะแนน
มาก	ให้	2	คะแนน
ปานกลาง	ให้	3	คะแนน
น้อย	ให้	4	คะแนน
น้อยที่สุด	ให้	5	คะแนน

4.4 นำแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นเสนอต่อคณะกรรมการที่ปรึกษา  
วิทยานิพนธ์ เพื่อพิจารณาความเหมาะสม ความชัดเจนของภาษา และความสอดคล้อง  
แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

4.5 นำแบบทดสอบวัดจิตวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ  
ชุดเดิม เพื่อประเมินความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) พิจารณาความเหมาะสม  
ความชัดเจนของภาษา และความสอดคล้อง โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

ให้ +1 ถ้าแน่ใจว่าข้อความนั้นเป็นตัวแทนลักษณะเฉพาะกลุ่มพฤติกรรมนั้น  
พฤติกรรมนั้น

ให้ 0 ถ้าไม่แน่ใจว่าข้อความนั้นเป็นตัวแทนลักษณะเฉพาะกลุ่ม  
พฤติกรรมนั้น

4.6 วิเคราะห์ข้อมูล หาค่าดัชนีความสอดคล้อง เพื่อพิจารณาความเหมาะสม  
ความชัดเจนของภาษา และความสอดคล้องระหว่างข้อความกับเนื้อหา โดยใช้สูตรหาค่า  
IOC (Index of Item Objective Congruence) (บุญชม ศรีสะอาด, 2553, หน้า 63) เพื่อหา  
ผลรวมคะแนนของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ยดัชนีความสอดคล้อง



ซึ่งมีค่าดัชนีความสอดคล้องเฉลี่ยเท่ากับ 0.84 และพิจารณาคัดเลือกแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ที่มีค่า IOC ตั้งแต่ .50 ขึ้นไป เป็นแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ที่อยู่ในเกณฑ์ความเที่ยงตรงที่ใช้ได้คัดเลือก จำนวน 30 ข้อ

4.7 นำแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ จำนวน 30 ข้อ ที่แก้ไขแล้วนำไปใช้ (Try-out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนมัธยมวาริชภูมิ อำเภовาริชภูมิ จังหวัดสกลนคร สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 23 จำนวน 36 คน นำกระดาษคำตอบที่นักเรียนตอบแล้วมาตรวจให้คะแนน ตามเกณฑ์ที่กำหนดแล้วนำคะแนนมาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่น โดยใช้วิธีการหาสัมประสิทธิ์แอลฟาของ ครอนบาค (Cronbach) (บุญชม ศรีสะอาด, 2553, หน้า 117) ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ทั้งฉบับโดยใช้วิธีการหาสัมประสิทธิ์แอลฟา มีค่าเท่ากับ 0.79

4.8 นำแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ที่วิเคราะห์หาคุณภาพแล้ว ไปใช้ในการเก็บข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยจริงต่อไป

## การเก็บรวบรวมข้อมูล

### 1. แบบแผนการทดลอง

แบบแผนการทดลองใช้รูปแบบการทดลองกลุ่มเดียว และมีการวัดก่อนการทดลอง 1 ครั้ง และหลังการทดลอง 1 ครั้ง (One Group Pretest Posttest Design) เขียนเป็นรูปแบบการทดลอง ดังนี้

รูปแบบการทดลอง

$O_1$	X	$O_2$
-------	---	-------

$O_1$  หมายถึง การทดสอบวัดผลสมรรถนะทางการเรียน วัดทักษะ

กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และการวัดจิตวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ

X หมายถึง การทดลองการจัดการเรียนการสอนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ

O<sub>2</sub> หมายถึง การทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และการวัดจิตวิทยาศาสตร์ หลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ

## 2. ขั้นตอนดำเนินการทดลอง

ผู้วิจัยจัดกิจกรรมการเรียนการสอนกับกลุ่มตัวอย่างโดยดำเนินการ ดังนี้

2.1 ชี้แจงและทำความเข้าใจกับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง ในการทดลอง เพื่อให้เกิดความเข้าใจ ความร่วมมือและดำเนินการทดลองเป็นไปได้อย่างดี

2.2 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 40 ข้อ แบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ และแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ จำนวน 30 ข้อ ที่สร้างขึ้นให้กลุ่มตัวอย่างได้ทำการทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) โดยทำการตรวจแบบทดสอบเป็นรายข้อ

2.3 ดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้โดยสอนตามเรื่องในแผนการจัดการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ ซึ่งประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้และชุดกิจกรรมการเรียนรู้ จำนวน 10 ชุด ใช้เวลาทำกิจกรรม จำนวน 30 ชั่วโมง ซึ่งในการสอนแต่ละเรื่องจะมีการทดสอบหลังเรียนด้วยแบบทดสอบหลังเรียนในแต่ละชุดกิจกรรมทั้ง 10 ชุด

2.4 หลังจากการทดลองสิ้นสุดลง จึงทำการทดสอบหลังเรียน (Post-test) โดยนำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 40 ข้อ แบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ และแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ จำนวน 30 ข้อ มาทำการทดสอบนักเรียน ซึ่งเป็นแบบทดสอบชุดเดียวกับก่อนเรียน

## การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. วิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ ได้แก่
  - 1.1 วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง อะตอม และสมบัติของธาตุ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ ตามเกณฑ์ 75/75
  - 1.2 วิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ระหว่างก่อนเรียน และหลังเรียน โดยใช้สถิติ t-test ชนิด Dependent Samples
  - 1.3 วิเคราะห์เปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้สถิติ t-test ชนิด Dependent Samples
  - 1.4 วิเคราะห์จิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้สถิติ t-test ชนิด Dependent Samples
2. วิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ โดยผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลจากการสังเกต สัมภาษณ์ แล้วนำมาเขียนเป็นความเรียง

## สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

### 1. สถิติพื้นฐาน

1.1 ร้อยละ (Percentage) เป็นการเทียบความถี่หรือจำนวนที่ต้องการ กับความถี่หรือจำนวนทั้งหมดที่เทียบเป็น 100 จากสูตรต่อไปนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2553, หน้า 122)

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

เมื่อ	p	แทน	ร้อยละ
	f	แทน	ความถี่ของคะแนนที่ต้องการแปลงให้เป็นร้อยละ
	n	แทน	จำนวนความถี่ทั้งหมด

1.2 ค่าเฉลี่ย (Mean) คำนวณจากสูตรต่อไปนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2553, หน้า 124)

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

เมื่อ  $\bar{X}$  แทน ค่าคะแนนเฉลี่ย  
 $\sum X$  แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด  
 N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มทดลอง

1.3 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) เป็นสูตรที่ใช้เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานก่อนสอนและหลังสอน โดยคำนวณได้จากสูตร (บุญชม ศรีสะอาด, 2553, หน้า 106-108)

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

เมื่อ S.D. แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน  
 $\sum X$  แทน ผลรวมของคะแนนในกลุ่ม  
 $\sum X^2$  แทน ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง  
 N แทน จำนวนข้อมูลหรือคะแนนทั้งหมด

## 2. สถิติตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัย

2.1 ค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC พิจารณาจากค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์กับเนื้อหา หรือระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ (Index of item objective congruence) ของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ โดยวิธีของ โรวีนลลี (Rovinelli) และอาร์เค แฮมเบิลตัน (R.K. Hambleton) (บุญชม ศรีสะอาด, 2553, หน้า 63)

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

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่าง จุดประสงค์กับเนื้อหาหรือระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์  
 $\sum X$  แทน ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ  
 N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

2.2 หาคความยากของแบบทดสอบ คำนวณจากสูตรต่อไปนี้ (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2543, หน้า 123)

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

เมื่อ	P	แทน	ค่าความยากของแบบทดสอบ
	B	แทน	จำนวนคนที่ทำข้อสอบข้อนั้นถูก
	N	แทน	จำนวนคนทั้งหมด

2.3 ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบโดยใช้สูตร (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2543, หน้า 123)

$$r = \frac{B_H - B_L}{N}$$

เมื่อ	r	แทน	ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ
	B <sub>H</sub>	แทน	จำนวนคนที่ตอบถูกในกลุ่มสูง
	B <sub>L</sub>	แทน	จำนวนคนที่ตอบถูกในกลุ่มต่ำ
	N	แทน	จำนวนคนทั้งหมด

2.4 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ( $r_{tt}$ ) ทั้งฉบับของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ตามวิธีของ คูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson) โดยใช้สูตร KR<sub>20</sub> ของ Kuder Richardson 20 (บุญชม ศรีสะอาด, 2553, หน้า 96)

$$r_{tt} = \frac{n}{n-1} \left\{ 1 - \frac{\sum pq}{s_1^2} \right\}$$

เมื่อ	$r_{tt}$	แทน	ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
	n	แทน	จำนวนข้อสอบ
	p	แทน	สัดส่วนของคนที่ทำถูกในแต่ละข้อ
	q	แทน	สัดส่วนของคนที่ทำผิดในแต่ละข้อ คือ 1-p
	$s_1^2$	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนทั้งฉบับ

2.5 ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ทั้งฉบับ แบบมาตราส่วนประมาณค่าตามวิธีของ ครอนบาค (Cronbach) โดยใช้วิธีการหาสัมประสิทธิ์แอลฟา ( $\alpha$ -Coefficient) (บุญชม ศรีสะอาด, 2553, หน้า 117) ดังนี้

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

เมื่อ $\alpha$	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาในที่นี้คือค่าความเชื่อมั่น
$k$	แทน	จำนวนข้อของแบบทดสอบ
$\sum s_i^2$	แทน	ผลรวมของความแปรปรวนของแบบทดสอบรายข้อ
$s_t^2$	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนแบบทดสอบทั้งฉบับ

### 3. สถิติตรวจสอบประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้

การวิเคราะห์เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง อดทน และสมบัติของธาตุ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ โดยใช้สูตร  $E_1/E_2$  ซึ่ง  $E_1$  เป็นประสิทธิภาพของกระบวนการ และ  $E_2$  เป็นประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (เฟซิณู กิจระการ, 2544, หน้า 44-51) ดังนี้

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

เมื่อ $E_1$	แทน	ประสิทธิภาพของกระบวนการของชุดกิจกรรมการเรียนรู้
$\sum X$	แทน	คะแนนรวมของแบบฝึกหัด หรือของแบบทดสอบย่อยทุกชุดของผู้เรียนทั้งหมด
$A$	แทน	คะแนนเต็มของแบบฝึกหัดทุกชุดรวมกัน
$N$	แทน	จำนวนผู้เรียนทั้งหมด

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

เมื่อ $E_2$	แทน	ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ของชุดกิจกรรมการเรียนรู้
$\sum X$	แทน	คะแนนรวมของแบบทดสอบหลังเรียนของผู้เรียนทั้งหมด
$B$	แทน	คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน
$N$	แทน	จำนวนผู้เรียนทั้งหมด

#### 4. สถิติตรวจสอบสมมติฐาน

สมมติฐานข้อที่ 2, 3 และ 4 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน โดยใช้ t-test แบบไม่อิสระ (Dependent Sample) คำนวณจากสูตร (บุญชม ศรีสะอาด, 2553, หน้า 113)

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

$$df = n-1$$

เมื่อ t แทน ค่าสถิติที่จะใช้เปรียบเทียบกับค่าวิกฤต จากตารางการแจกแจงปกติ เพื่อทราบความมีนัยสำคัญ

D แทน ค่าผลต่างระหว่างคะแนนแต่ละคู่

n แทน จำนวนกลุ่มตัวอย่างหรือจำนวนคู่คะแนน