

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการสอนโดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือเทคนิค STAD

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย
2. รูปแบบการวิจัย
3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. การสร้างและการหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
5. วิธีดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล
6. การวิเคราะห์ข้อมูล
7. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนชลกันยานุกูลแสนสุข ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2555 จำนวน 3 ห้องเรียน จำนวน 131 คน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนชลกันยานุกูลแสนสุข ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2555 ที่ได้มาจากการสุ่มอย่างง่าย 1 ห้องเรียน จำนวน 45 คน โดยวิธีการจับสลากจากจำนวน 3 ห้องเรียน

รูปแบบการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีและเจตคติต่อวิชาเคมี ดำเนินการทดลองตามแบบแผนการวิจัยแบบ One Group Pretest-Posttest Design (สุทธิ ชัตติยะ และวิไลลักษณ์ สุวจิตานนท์, 2553, หน้า 322) ซึ่งมีแบบแผนการทดลองดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 แบบแผนการทดลองแบบ One Group Pretest-Posttest Design

กลุ่ม	สอบก่อน	ทดลอง	สอบหลัง
E	T_1	X	T_2

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการทดลอง

E แทน กลุ่มตัวอย่าง

T_1 แทน การทดสอบก่อนเรียนของกลุ่มตัวอย่าง

T_2 แทน การทดสอบหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่าง

X แทน การสอนโดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือเทคนิค STAD

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย

1. แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือเทคนิค STAD
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้วิชาเคมี
3. แบบวัดเจตคติต่อวิชาเคมี

การสร้างและการหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือเทคนิค STAD มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

1.1 ศึกษาสาระและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551

1.2 ศึกษาวิธีการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) และแผนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและนำข้อมูลที่ได้วิเคราะห์เพื่อกำหนดขั้นตอนการจัดกิจกรรม ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 แสดงการกำหนดขั้นตอนการจัดกิจกรรมโดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือเทคนิค STAD

กิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E)	กิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบการเรียนแบบร่วมมือเทคนิค STAD	กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือเทคนิค STAD	ลักษณะของกิจกรรมหรือสถานการณ์
1. ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน (Engagement) ครูสร้างความสนใจ ความอยากรู้อยากเห็น ตั้งคำถามกระตุ้นให้นักเรียนคิดถึงเป้าหมายที่ยังไม่ครอบคลุมสิ่งที่นักเรียนรู้ หรือแนวคิดหรือเนื้อหาสาระ	1. ขั้นนำเสนอบทเรียนต่อทั้งชั้น (Class Presentation) ครูนำเสนองานของบทเรียนต่อให้นักเรียนฟัง โดยที่ใช้เทคนิคการสอนที่เหมาะสมตามลักษณะของเนื้อหาบทเรียน	1. ขั้นสร้างความสนใจเพื่อเข้าสู่บทเรียน และนำเสนอบทเรียนต่อทั้งชั้น (Engagement and Class Presentation) ครูจัดกิจกรรมหรือสร้างสถานการณ์กระตุ้น หรือท้าทาย ทำให้นักเรียนสนใจสงสัย ใคร่รู้ อยากรู้ อยากเห็น จากนั้นครูดำเนินการสอนเนื้อหาหรือวิธีการเกี่ยวกับบทเรียนนั้น ๆ	- ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้และจัดกิจกรรมที่หลากหลาย - เชื่อมโยงกับความรู้หรือประสบการณ์เดิม - ใช้กิจกรรมการสอนและสื่อการสอนที่เหมาะสมกับเนื้อหาในแต่ละชั่วโมง
2. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) ครูกระตุ้นให้นักเรียนทำงานร่วมกัน สังเกต และฟังเพื่อนนักเรียน ปฏิสัมพันธ์กัน ถามนำเพื่อให้	2. ขั้นการศึกษากลุ่มย่อย (Teams) แต่ละกลุ่มประกอบด้วยนักเรียน 4-5 คน ซึ่งสมาชิกกลุ่มจะมีความแตกต่างกันในเรื่องเพศและระดับสติปัญญา ทุกคนต้องช่วยกันศึกษาหาข้อสงสัยร่วมกัน	2. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) แต่ละกลุ่มประกอบด้วยนักเรียน 4-5 คน ซึ่งสมาชิกกลุ่มจะมีความแตกต่างกันในเรื่องเพศและระดับสติปัญญา ทุกคนต้องช่วยกันศึกษาหาข้อสงสัยร่วมกัน	- นักเรียนแต่ละกลุ่มจะประกอบด้วยสมาชิก 4-5 คน ซึ่งสมาชิกกลุ่มจะมีความแตกต่างกันในเรื่องเพศและระดับสติปัญญา และปฏิบัติตามกิจกรรมที่กำหนดไว้ โดยนักเรียนแบ่งปันความรู้ อ่อน ต้องร่วมมือกัน

ตารางที่ 6 (ต่อ)

กิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E)	กิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบการเรียนแบบร่วมมือเทคนิค STAD	กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือเทคนิค STAD	ลักษณะของกิจกรรมหรือสถานการณ์
นักเรียนสืบค้นประเด็นจำเป็น และให้คำปรึกษา	ภายในกลุ่มทำกิจกรรมต่างๆ และต้องศึกษาให้ทุกคนในกลุ่มเข้าใจ	- ครูกระตุ้นให้นักเรียนทำงานร่วมกัน สังเกตและฟังเมื่อนักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กัน ถามนำเพื่อให้ให้นักเรียนสืบค้นประเด็นจำเป็น และให้คำปรึกษา	ปฏิบัติงานกลุ่ม - ส่งเสริมให้นักเรียนทำงานร่วมกันในการสำรวจตรวจสอบ - สังเกตและฟังการโต้ตอบกันระหว่างนักเรียนกับนักเรียน - ชักถามเพื่อนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบของนักเรียน
3. ชื่นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) ครูผู้สอนควรกระตุ้นนักเรียนให้อธิบายความคิดรวบยอด โดยใช้คำพูดของตนเองถามเพื่อให้ทราบถึงเหตุการณ์และการ		3. ชื่นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) ครูผู้สอนควรกระตุ้นนักเรียนให้อธิบายความคิดรวบยอด โดยใช้คำพูดของตนเองถามเพื่อให้ทราบถึงเหตุการณ์และการอธิบายความเข้าใจของนักเรียน	- ส่งเสริมให้นักเรียนอธิบายแนวคิดหรือให้คำจำกัดความด้วยคำพูดของตนเอง - ให้นักเรียนแสดงหลักฐาน ให้เหตุผลและอธิบายให้กระจ่าง

ตารางที่ 6 (ต่อ)

กิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E)	กิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบการเรียนแบบร่วมมือเทคนิค STAD	กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือเทคนิค STAD	ลักษณะของกิจกรรมหรือสถานการณ์
อธิบายความเข้าใจของนักเรียน 4. ขยายความรู้ (Elaboration) ส่งเสริมให้นักเรียนนำสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้ไปประยุกต์ใช้ หรือขยายความรู้และทักษะในสถานการณ์ใหม่		4. ขยายความรู้ (Elaboration) ส่งเสริมให้นักเรียนนำสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้ไปประยุกต์ใช้หรือขยายความรู้และทักษะในสถานการณ์ใหม่	เน้นให้นักเรียนได้มีความรู้หรือข้อมูลจากงานที่ผ่านมาแล้วมา ใช้กิจกรรมส่วนใหญ่อาจเป็นการอภิปรายภายในกลุ่มของตนเองเพื่อลงข้อสรุป
5. ประเมินผล (Evaluation) ครูผู้สอนควรประเมินความรู้หรือทักษะ การประยุกต์ ความคิดรวบยอดและการเปลี่ยนแปลงทางความคิดของนักเรียน จากประสิทธิภาพการ	3. การทดสอบย่อย (Quizzes) ทดสอบนักเรียนเป็นรายบุคคลถึงเนื้อหาบทเรียนที่นักเรียนได้รับจากการสอนของครูและการเรียนร่วมกันกับเพื่อนสมาชิกในกลุ่ม	5. ประเมินผล (Evaluation) ครูประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนซึ่งทั้งการประเมินการปฏิบัติการในแต่ละขั้นตอนและการประเมินการเรียนรู้ ซึ่งจะทดสอบนักเรียนเป็นรายบุคคล จากนั้นหาคะแนนพัฒนาจากการเปรียบเทียบ	- นักเรียนทำแบบทดสอบย่อย หลังจากนักเรียนเรียนและทบทวนเป็นกลุ่มเกี่ยวกับเรื่องที่กำหนดนักเรียนทำแบบทดสอบคนเดียวไม่มีการช่วยเหลือกัน - นักเรียนจะทำหรือไม่ขึ้นอยู่กับ

ตารางที่ 6 (ต่อ)

กิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E)	กิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบการเรียนแบบร่วมมือเทคนิค STAD	กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือเทคนิค STAD	ลักษณะของกิจกรรมหรือสถานการณ์
เรียนรู้ทั้งหมดของนักเรียน	4. ขั้นการให้คะแนนพัฒนารายบุคคล (Individual Improvement Scores) ได้มาจากการเปรียบเทียบคะแนนที่สอบ ได้กับคะแนนฐาน โดยคะแนนที่ได้จะเป็นคะแนนพัฒนาการของผู้เรียนแต่ละบุคคลและของกลุ่ม ครูจะตัดสินด้วยคะแนนที่ได้มาจากการทำแบบทดสอบของสมาชิกแต่ละคนในกลุ่ม แล้วคิดเป็นคะแนนพัฒนานำมาเฉลี่ยเป็นคะแนนของกลุ่ม	5. ขั้นตระหนักถึงความสำคัญของกลุ่ม (Team Recognition) กลุ่มจะได้รับรางวัลเมื่อคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มเกินเกณฑ์ที่ตั้งไว้ จัดอันดับกลุ่ม ยอดเยี่ยม เก่งมาก และเก่ง	กับความขยันที่เพิ่มขึ้นมากว่าบทเรียนก่อนหรือไม่นักเรียนมีโอกาสได้คะแนนสูงสุดเพื่อช่วยเหลือกลุ่ม - กลุ่มที่มีคะแนนถึงเกณฑ์ที่กำหนดจะได้รับรางวัล (Rewards) หรือมีการประกาศผลในที่สาธารณะ เช่นบอร์ดของโรงเรียน - จัดอันดับกลุ่ม ยอดเยี่ยม เก่งมาก และเก่ง

1.3 วิเคราะห์เนื้อหา และจุดประสงค์การเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์จากหลักสูตร
สถานศึกษากลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พุทธศักราช 2552 โรงเรียนชลกันยานุกูล
แสนสุข โดยกำหนดเนื้อหาในสาระที่ 3 เรื่อง พอลิเมอร์ ซึ่งได้เนื้อหา 5 เรื่อง ใช้เวลาทั้งสิ้น 10
ชั่วโมง ดังรายละเอียดในตารางที่ 7

ตารางที่ 7 การวิเคราะห์ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้ สาระที่ 3 เรื่อง
พอลิเมอร์

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา เรียน (ชั่วโมง)
ทดลองและอธิบายการเกิดพอลิเมอร์ สมบัติของพอลิเมอร์	การเกิดพอลิเมอร์	1. นักเรียนสามารถอธิบายความหมายของมอนอเมอร์และพอลิเมอร์ได้ 2. นักเรียนสามารถยกตัวอย่างพอลิเมอร์ธรรมชาติและพอลิเมอร์สังเคราะห์ได้	2
ทดลองและอธิบายการเกิดพอลิเมอร์ สมบัติของพอลิเมอร์	การสังเคราะห์พอลิเมอร์	3. นักเรียนสามารถอธิบายการเกิดพอลิเมอร์ไรเซชันแบบเติมและแบบควบแน่นได้	2
ทดลองและอธิบายการเกิดพอลิเมอร์ สมบัติของพอลิเมอร์	โครงสร้างและสมบัติของพอลิเมอร์	4. นักเรียนสามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างกับสมบัติของพอลิเมอร์ได้	2
อธิบายการนำพอลิเมอร์ไปใช้ประโยชน์ รวมทั้งผลที่เกิดจากการผลิตและใช้พอลิเมอร์ต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม	ผลิตภัณฑ์จากพอลิเมอร์ (พลาสติก)	5. นักเรียนสามารถเปรียบเทียบสมบัติของเทอร์โมพลาสติกและพลาสติกเทอร์มอเซตได้ 6. นักเรียนสามารถเลือกใช้ประโยชน์ของเทอร์โมพลาสติกและพลาสติกเทอร์มอเซตได้ 7. นักเรียนสามารถบอกความหมายและการใช้ประโยชน์ของพลาสติกได้	2

ตารางที่ 7 (ต่อ)

ตัวชี้วัด	สาระการ เรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา เรียน (ชั่วโมง)
อภิปรายการนำพอลิ เมอร์ไปใช้ประโยชน์ รวมทั้งผลที่เกิดจาก การผลิตและใช้พอลิ เมอร์ต่อสิ่งมีชีวิตและ สิ่งแวดล้อม	ผลิตภัณฑ์จาก พอลิเมอร์ (ยางและเส้น ใย)	8. นักเรียนสามารถบอกลักษณะ โครงสร้าง สมบัติ และประโยชน์ของยาง ธรรมชาติและยางสังเคราะห์ได้ 9. สามารถบอกสมบัติ และประโยชน์ของ เส้นใยธรรมชาติและเส้นใยสังเคราะห์ได้	2
รวม			10

1.4 ดำเนินการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้วิชาเคมีพื้นฐาน โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการ
สืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือเทคนิค STAD สำหรับนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยให้ครูมอบจุดประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง จำนวน 5
แผน ซึ่งโครงสร้างของแผนการจัดการเรียนรู้แต่ละแผน ประกอบด้วย

1.4.1 สาระสำคัญ

1.4.2 จุดประสงค์การเรียนรู้

1.4.3 สาระการเรียนรู้ (เนื้อหา)

1.4.4 กระบวนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งเป็นไปตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

- 1) ขั้นสร้างความสนใจเพื่อนำเข้าสู่บทเรียนและนำเสนอบทเรียนต่อทั้งชั้น
- 2) ขั้นสำรวจและค้นหา
- 3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป
- 4) ขั้นขยายความรู้
- 5) ขั้นประเมินผล

1.4.5 สื่อ / แหล่งการเรียนรู้

1.4.6 การวัดและประเมินผล

1.5 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่เขียนเสร็จแล้ว เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อพิจารณา
ตรวจสอบส่วนประกอบต่าง ๆ ของแผน ความสัมพันธ์ระหว่างสาระการเรียนรู้ สาระสำคัญ

จุดประสงค์การเรียนรู้ และเวลาเรียน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้และแบบสังเกตพฤติกรรมการเรียน และพฤติกรรมการทำงานของกลุ่ม

1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่านประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญด้าน หลักสูตรและการสอน ด้านการสอนวิทยาศาสตร์ ด้านการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้ รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) และการเรียนแบบร่วมมือเทคนิค STAD และด้านการวัดประเมินผล เพื่อประเมินค่าความเหมาะสมและความสอดคล้อง (IOC) องค์ประกอบของ แผนการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ สารสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหา กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียน และการวัดและประเมินผลของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยมีรายละเอียดและเกณฑ์ในการ ประเมินดังนี้

การประเมินความเหมาะสม ใช้เปรียบเทียบกับมาตราในแบบสอบถาม โดยนำ คำตอบของผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่านให้ค่าน้ำหนักเป็นคะแนน ดังนี้

คะแนน 5 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

คะแนน 4 หมายถึง เหมาะสมมาก

คะแนน 3 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

คะแนน 2 หมายถึง เหมาะสมน้อย

คะแนน 1 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

การแปลความหมายค่าเฉลี่ยคะแนนนำมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ซึ่งใช้แนวคิดของ พื้นที่ใต้โค้งปกติ ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.50 – 5.00 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.50 – 4.49 หมายถึง เหมาะสมมาก

ค่าเฉลี่ย 2.50 – 3.49 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.50 – 2.49 หมายถึง เหมาะสมน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.49 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

การกำหนดเกณฑ์ค่าเฉลี่ยของความเหมาะสม คือ ถ้าค่าเฉลี่ยของความคิดเห็น ผู้เชี่ยวชาญตั้งแต่ 3.50 ขึ้นไป และมีค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เกิน 1.00 (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2540 หน้า 117) จะถือว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีคุณภาพเหมาะสมในเบื้องต้น

การประเมินความสอดคล้อง (IOC) โดยการนำผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่าน นำมาแปลงเป็นคะแนนได้ดังนี้

สอดคล้อง กำหนดคะแนนเป็น 1

ไม่แน่ใจ กำหนดคะแนนเป็น 0

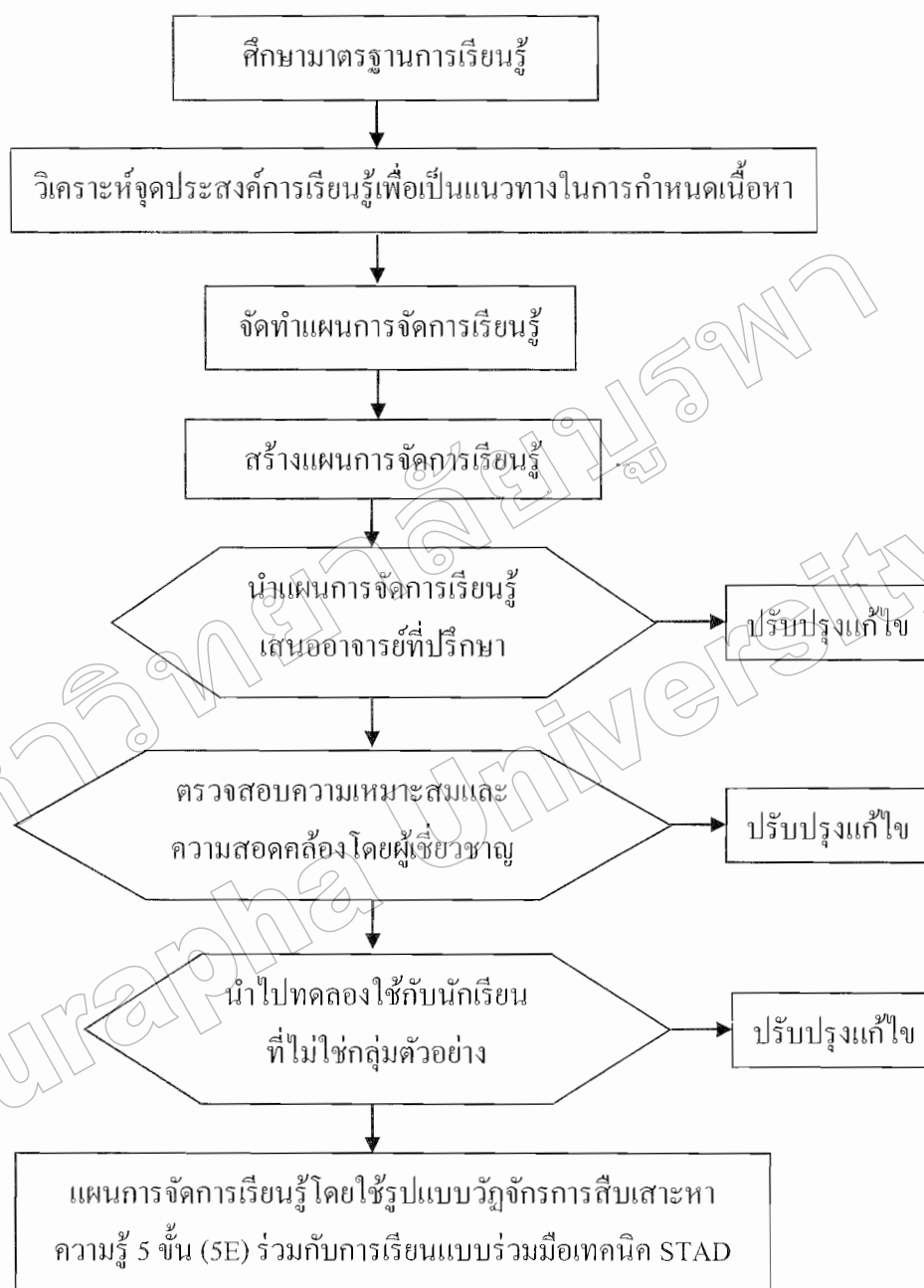
ไม่สอดคล้อง กำหนดคะแนนเป็น -1

จากนั้นนำมาแทนค่าในสูตรดัชนีหาความสอดคล้อง เพื่อหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Consistency) ถ้าดัชนีความสอดคล้องมากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 ขึ้นไป ถือว่าใช้ได้ (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2540, หน้า 117) แต่หากมีค่าต่ำกว่าผู้วิจัยจะดำเนินการปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญเพื่อให้ได้แผนการจัดการเรียนรู้ที่มีคุณภาพต่อไป

1.7 ดำเนินการปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญในด้าน จุดประสงค์การเรียนรู้ให้สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้ ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ แก้ไขคำผิด

1.8 นำแผนการจัดการเรียนรู้เรื่อง พอลิเมอร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ผ่านการประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญแล้ว นำไปทดลองใช้กับนักเรียน โรงเรียนชลกันยานุกูล แสนสุข ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2555 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ซึ่งผู้วิจัยเป็นผู้สังเกตและให้คำปรึกษา ระหว่างการทดลองอย่างใกล้ชิด เพื่อตรวจสอบความเป็นไปได้ ความถูกต้อง ความเหมาะสม และบันทึกปัญหาข้อบกพร่องซึ่งปัญหาที่พบคือ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ต้องการทดลองใช้เวลาในการจัดกิจกรรมนาน เมื่อนักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียนเสร็จ จึงไม่ได้เปลี่ยนกันตรวจ การปรับปรุงแก้ไขคือ ครุณำแบบทดสอบหลังเรียนกลับ ไปตรวจ แล้วจึงนำคะแนนมาแจ้งให้นักเรียนทราบในคาบต่อไป

1.9 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านการทดลองใช้แล้วมาปรับปรุงแก้ไข และจัดพิมพ์เป็นฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปทดลองใช้จริงกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนชลกันยานุกูล แสนสุข ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2555 ต่อไป



ภาพที่ 3 ขั้นตอนการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้วิชาเคมี มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

2.1 ศึกษาวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จากเอกสารการวัดและประเมินผล

2.2 ศึกษาจุดประสงค์การเรียนรู้ และสาระการเรียนรู้ วิชาเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง พอลิเมอร์ เพื่อสร้างตารางวิเคราะห์ข้อสอบ ซึ่งแบ่งพฤติกรรมด้านต่างๆ 4 ด้าน คือ ด้านความรู้ ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และการวิเคราะห์ ดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 การกำหนดจำนวนแบบทดสอบที่ต้องการให้สอดคล้องระหว่างสาระการเรียนรู้กับจุดประสงค์การเรียนรู้

สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบ				รวม	ต้องการจริง
		ความรู้	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์		
การเกิดของพอลิเมอร์	1. นักเรียนสามารถอธิบายความหมายของมอนอเมอร์และพอลิเมอร์ได้	(4)1	(1)			5	1
	2. นักเรียนสามารถยกตัวอย่างพอลิเมอร์ธรรมชาติและพอลิเมอร์สังเคราะห์ได้	(3)3	(1)1		(1)	5	4
การสังเคราะห์พอลิเมอร์	3. นักเรียนสามารถอธิบายการเกิดพอลิเมอร์ไรเซชันแบบเติมและแบบควบแน่นได้	(2)2	(2)1		(1)	5	3
โครงสร้างและสมบัติของพอลิเมอร์	4. นักเรียนสามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างกับสมบัติของพอลิเมอร์ได้	(5)3	(1)1		(1)1	7	5

ตารางที่ 8 (ต่อ)

สาระการ เรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบ				รวม	ต้องการจริง
		ความรู้	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์		
ผลิตภัณฑ์ จากพอลิ เมอร์ (พลาสติก)	5. นักเรียนสามารถเปรียบเทียบสมบัติของเทอร์โมพลาสติกและพลาสติกเทอร์โมเซตได้	(3)3			(2)1	5	4
	6. นักเรียนสามารถเลือกใช้ประโยชน์ของเทอร์โมพลาสติกและพลาสติกเทอร์โมเซตได้	(2)	(2)1	(1)1	(1)	6	2
	7. นักเรียนสามารถบอกความหมายและการใช้ประโยชน์ของพลาสติกได้	(5)3		(1)1	(1)1	7	5
ผลิตภัณฑ์ จากพอลิ เมอร์ (ยาง และเส้นใย)	8. นักเรียนสามารถบอกลักษณะโครงสร้าง สมบัติ และประโยชน์ของยางธรรมชาติและยางสังเคราะห์ได้	(4)4	(1)			5	4
	9. นักเรียนสามารถบอกสมบัติ และประโยชน์ของเส้นใยธรรมชาติและเส้นใยสังเคราะห์ได้	(4)1		(1)1		5	2
รวม						50	30

- ตัวเลขในวงเล็บ คือ จำนวนข้อสอบที่ออกทั้งหมด

- ตัวเลขนอกวงเล็บ คือ จำนวนข้อสอบที่ได้จริงจากการหาคุณภาพของข้อสอบ

2.3 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้วิชาเคมี แบบปรนัยชนิดเลือกตอบ (Multiple Choice) 4 ตัวเลือก จำนวน 50 ข้อ ต้องการใช้จริงจำนวน 30 ข้อ ให้ครอบคลุมเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยให้มีสัดส่วนจำนวนข้อในแต่ละจุดประสงค์การเรียนรู้ตรงตามตารางวิเคราะห์

2.4 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้วิชาเคมีที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบความเหมาะสมและความสอดคล้องของสาระการเรียนรู้กับจุดประสงค์การเรียนรู้ กับพฤติกรรมที่ต้องการวัดของข้อคำถามในแต่ละข้อ รวมทั้งความเหมาะสมของภาษาที่ใช้

2.5 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้วิชาเคมีเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน ด้านการสอนวิทยาศาสตร์ ด้านการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) และการเรียนแบบร่วมมือเทคนิค STAD และด้านการวัดประเมินผล เพื่อประเมินค่าความเหมาะสมและความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบแต่ละข้อกับจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยใช้แบบประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

+1 เมื่อแน่ใจว่าแบบทดสอบตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการวัด

0 เมื่อไม่แน่ใจว่าแบบทดสอบตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการวัด

-1 เมื่อแน่ใจว่าแบบทดสอบไม่ตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการวัด

2.6 นำผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย แล้วพิจารณาเลือกแบบทดสอบที่มี ค่าดัชนีความสอดคล้องมากกว่าหรือเท่ากับ .50 ขึ้นไป (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2540, หน้า 117) ซึ่งถือว่าเป็นแบบทดสอบที่มีความสอดคล้องและความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity)

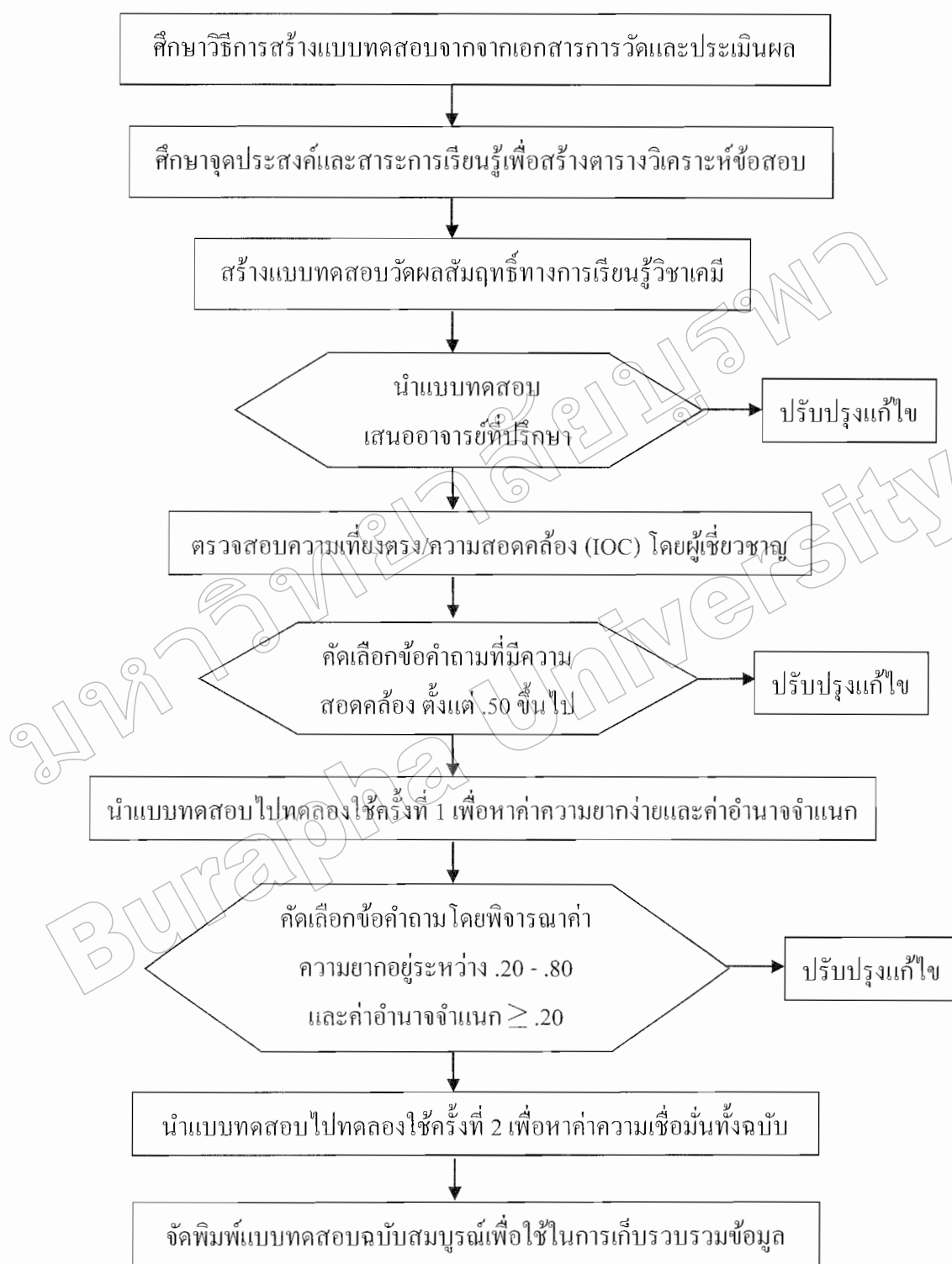
2.7 จัดพิมพ์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แล้วนำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนชลกันยานุกูล แสนสุขที่ผ่านการเรียน เรื่อง พอลิเมอร์มาแล้ว ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 43 คน

2.8 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มาตรวจสอบให้คะแนน โดยให้คะแนนสำหรับข้อที่ตอบถูก 1 คะแนน และให้ 0 คะแนน สำหรับข้อที่ตอบผิดหรือไม่ตอบหรือตอบเกิน 1 คำตอบในข้อเดียวกัน แล้ววิเคราะห์คะแนนรายข้อเพื่อหาค่าความยาก (P) (สมนึก ภักทิษณีนี, 2549, หน้า 195) และค่าอำนาจจำแนกรายข้อ (r) โดยใช้เทคนิค 27% จากตารางวิเคราะห์ข้อสอบของ จุง เตห์ ฟาน ได้ค่าความยาก (P) ตั้งแต่ .28 – .76 และค่าอำนาจจำแนกรายข้อ (r) ตั้งแต่ .25 - 1.00

2.9 ดำเนินการคัดเลือกข้อสอบจำนวน 30 ข้อ ที่มีค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกตามเกณฑ์ที่กำหนด โดยคำนึงถึงความครอบคลุมจุดมุ่งหมายการเรียนรู้และโครงสร้างข้อสอบที่กำหนด

2.10 นำแบบทดสอบที่คัดเลือกไว้ มาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับของแบบทดสอบ โดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .90

2.11 จัดพิมพ์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องพอลิเมอร์ จำนวน 30 ข้อ เพื่อนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการศึกษาค้นคว้าต่อไป



ภาพที่ 4 แสดงขั้นตอนการสร้างและตรวจสอบคุณภาพแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3. แบบวัดเจตคติต่อวิชาเคมี มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

3.1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบวัดเจตคติ

3.2 สร้างตารางวิเคราะห์เนื้อหาองค์ประกอบของเจตคติต่อวิชาเคมีและน้ำหนักในแบบวัดโดยมีเนื้อหาครอบคลุมองค์ประกอบของเจตคติต่อวิชาเคมี ดังนี้

3.2.1 ความคิดเห็นทั่วไปต่อวิชาเคมี

3.2.2 การเห็นความสำคัญของวิชาเคมี

3.2.3 ความสนใจในวิชาเคมี

3.2.4 ความนิยมชมชอบต่อวิชาเคมี

3.2.5 การแสดงออกหรือมีส่วนร่วมในกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับวิชาเคมี วิเคราะห์เนื้อหาองค์ประกอบของเจตคติต่อวิชาเคมีและน้ำหนักในแบบวัดเจตคติต่อวิชาเคมี

ตารางที่ 9 วิเคราะห์เนื้อหาองค์ประกอบของเจตคติและน้ำหนักในแบบวัดเจตคติต่อวิชาเคมี

เนื้อหาองค์ประกอบของเจตคติ ต่อวิชาเคมี	น้ำหนัก	ข้อคำถามเชิงนิมิต (Positive)	ข้อคำถามเชิงนิเสธ (Negative)	รวม
1.ความคิดเห็นทั่วไปต่อวิชาเคมี	20	3(2)	3(2)	6(4)
2. การเห็นความสำคัญของวิชาเคมี	20	3(2)	3(2)	6(4)
3. ความสนใจในวิชาเคมี	20	3(2)	3(2)	6(4)
4. ความนิยมชมชอบต่อวิชาเคมี	20	3(2)	3(2)	6(4)
5. การแสดงออกหรือมีส่วนร่วม ร่วมกับกิจกรรมเกี่ยวกับวิชาเคมี	20	3(2)	3(2)	6(4)
รวม	100	15(10)	15(10)	30(20)

3.3 สร้างแบบวัดเจตคติต่อวิชาเคมีตามวิธีการวัดของลิเกิร์ต (Likert) ซึ่งเป็นข้อคำถามที่มีลักษณะการตอบแบบมาตราส่วนประเมินค่า (Rating Scale) 5 ระดับ ประกอบด้วยข้อคำถามเชิงนิมิต (Positive) และข้อคำถามเชิงนิเสธ (Negative) จำนวน 30 ข้อ การให้คะแนนแต่ละข้อมีเกณฑ์ให้คะแนนโดยกำหนดดังนี้

ข้อคำถามเชิงนิมิต (Positive)

5 คะแนนเมื่อตอบว่า เห็นด้วยอย่างยิ่ง

4 คะแนนเมื่อตอบว่า เห็นด้วย

3 คะแนนเมื่อตอบว่า ไม่แน่ใจ

2 คะแนนเมื่อตอบว่า ไม่เห็นด้วย

1 คะแนนเมื่อตอบว่า ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

ข้อคำถามเชิงนิเสธ (Negative)

5 คะแนนเมื่อตอบว่า ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

4 คะแนนเมื่อตอบว่า ไม่เห็นด้วย

3 คะแนนเมื่อตอบว่า ไม่แน่ใจ

2 คะแนนเมื่อตอบว่า เห็นด้วย

1 คะแนนเมื่อตอบว่า เห็นด้วยอย่างยิ่ง

3.4 นำแบบวัดเจตคติต่อวิชาเคมีเสนอให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความถูกต้อง และให้ข้อเสนอแนะเพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไข ซึ่งข้อเสนอแนะคือ ควรให้ข้อคำถามเชิงนิเสธ สลับกับข้อคำถามเชิงนิเสธ

3.5 นำแบบวัดเจตคติต่อวิชาเคมีที่ได้ทำการปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่านประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน ด้านการสอน วิทยาศาสตร์ ด้านการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) และการเรียนแบบร่วมมือเทคนิค STAD และด้านการวัดประเมินผล ทำการตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาเป็นรายข้อ แล้วนำผลการตรวจสอบของผู้เชี่ยวชาญมาหาค่าดัชนีความสอดคล้อง โดยใช้เกณฑ์การพิจารณาแบบวัดเจตคติที่มีค่า IOC ตั้งแต่ .50 - 1.00

3.6 นำแบบวัดเจตคติต่อวิชาเคมี ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนชลกันยานุกูล แสนสุข จำนวน 28 คน แล้วนำผลมาวิเคราะห์เพื่อหาค่าอำนาจจำแนก (r) เป็นรายข้อโดยการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ, 2538, หน้า 215-217) ได้แบบทดสอบวัดเจตคติที่มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .27 – .81

3.7 คัดเลือกข้อสอบจำนวน 20 ข้อ ที่มีค่าอำนาจจำแนกตามเกณฑ์ที่กำหนด แล้วนำมาวิเคราะห์หาความเชื่อมั่นของแบบวัดเจตคติต่อวิชาเคมี ทั้งฉบับ โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α - Coefficient) โดยใช้สูตรของครอนบาค (Cronbach) (สมนึก ภัททิยธนี, 2549, หน้า 225-226) ได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดเจตคติเท่ากับ .89

3.8 จัดพิมพ์แบบวัดเจตคติต่อวิชาเคมี เพื่อนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการศึกษาค้นคว้าต่อไป



ภาพที่ 5 แสดงขั้นตอนการสร้างแบบวัดเจตคติต่อวิชาเคมี

วิธีดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

1. สุ่มนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มาจำนวน 1 ห้องเรียน โดยการสุ่มห้องเรียนด้วยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) จำนวน 45 คน เป็นกลุ่มทดลอง
2. แนะนำขั้นตอนการกิจกรรมและบทบาทของนักเรียนในการจัดการเรียนการสอน
3. ทดสอบก่อนเรียน (Pretest) โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี และแบบวัดเจตคติต่อวิชาเคมีที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพ ปรับปรุงและแก้ไขแล้ว
4. ดำเนินการสอน โดยผู้วิจัยเป็นผู้สอนเอง เนื้อหาคือ เรื่อง พอลิเมอร์ ใช้เวลาสอน 10 ชั่วโมง

5. เมื่อสิ้นสุดการสอนตามกำหนดแล้วจึงทำการทดสอบหลังเรียน (Posttest) กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้วิชาเคมี และแบบวัดเจตคติต่อวิชาเคมี (ฉบับเดิม)

6. นำผลคะแนนที่ได้จากการตรวจแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้วิชาเคมี และแบบวัดเจตคติต่อวิชาเคมี มาวิเคราะห์โดยวิธีการทางสถิติด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อทดสอบสมมติฐานต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

นำคะแนนที่ได้จากการตรวจผลการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี และแบบสอบถามวัดเจตคติต่อวิชาเคมี มาวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้วิชาเคมี และเจตคติต่อวิชาเคมี ก่อนเรียนและหลังเรียนที่เกิดจากการสอนโดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือเทคนิค STAD โดยใช้การทดสอบค่าที่ (t-test) แบบ Dependent Sample (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2540, หน้า 165-166)

นำคะแนนที่ได้จากการตรวจผลการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี มาวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด คือ ร้อยละ 70 และนำคะแนนที่ได้จากการตรวจแบบวัดเจตคติต่อวิชาเคมีมาวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด คือ มีเจตคติต่อวิชาเคมีหลังเรียนสูงกว่าระดับมาก (ระดับ 4) โดยใช้การทดสอบค่าที่ (t-test) แบบ One sample (สมโภชน์ อเนกสุข, 2553, หน้า 111)

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติพื้นฐาน

1.1 หาค่าเฉลี่ยของคะแนน ($\bar{X}$) โดยใช้สูตร (สมนึก ภักทิษณี, 2549, หน้า 237)

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

เมื่อ	$\bar{X}$	แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนน
	$\sum X$	แทน	ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
	n	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

1.2 หาค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S) โดยใช้สูตร (สมนึก ภัททิยธนี, 2549, หน้า 249-250) คือ

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

เมื่อ	S	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	$\sum X^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนแต่ละด้านยกกำลังสอง
	$(\sum X)^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง
	n	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

2. สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือ

2.1 หาค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี โดยใช้ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม (IOC) (สมนึก ภัททิยธนี, 2549, หน้า 220)

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

เมื่อ	IOC	แทน	ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์
	$\sum R$	แทน	ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด
	N	แทน	จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2.2 หาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ โดยใช้เทคนิค 27% จากตารางวิเคราะห์ข้อสอบของ จุง เตห์ ฟาน (สมนึก ภัททิยธนี, 2549, หน้า 200-206)

2.3 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี โดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์ – ริชาร์ดสัน (Kuder - Richardson) คำนวณได้จากสูตร (สมนึก ภัททิยธนี, 2549, หน้า 223)

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

เมื่อเรียน	r_{tt}	แทน	ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
	n	แทน	จำนวนข้อของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
	p	แทน	สัดส่วนของผู้ตอบถูกในแต่ละข้อ
	q	แทน	สัดส่วนของผู้ตอบผิดในข้อหนึ่งๆ
	S_i^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนข้อฉบับ

2.4 หาค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบสอบถามวัดเจตคติต่อวิชาเคมี โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (สมนึก ภัททิยธนี, 2549, หน้า 222)

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

เมื่อ	r_{tt}	แทน	ค่าอำนาจจำแนกของแบบสอบถามวัดเจตคติต่อวิชาเคมี
	X	แทน	คะแนนรวม
	Y	แทน	คะแนนรายข้อ
	n	แทน	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง

2.5 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามวัดเจตคติต่อวิชาเคมีโดยการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α -Coefficient) โดยใช้สูตรของครอนบัค (Cronbach) (สมนึก ภัททิยธนี, 2549, หน้า 225-226)

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

เมื่อ	α	แทน	สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น
	n	แทน	จำนวนข้อ
	S_i^2	แทน	คะแนนความแปรปรวนแต่ละข้อ
	S_t^2	แทน	คะแนนความแปรปรวนทั้งฉบับ

3. สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

3.1 ใช้สถิติ *t-test* แบบ Dependent Sample เพื่อทดสอบสมมติฐาน ข้อที่ 1 และ 3 (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2540, หน้า 165-166)

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

เมื่อ	t	แทน	ค่าที่ใช้พิจารณาแจกแจงแบบ t
	D	แทน	ความแตกต่างของคะแนนแต่ละคู่
	$\sum D$	แทน	ผลรวมของความแตกต่างระหว่างคะแนนการสอบ
ก่อน – หลังเรียน			
	$\sum D^2$	แทน	ผลรวมยกกำลังสองของความแตกต่างระหว่างคะแนน
การสอบก่อน – หลังเรียน			
	n	แทน	จำนวนกลุ่มตัวอย่างหรือจำนวนคู่คะแนน

3.2 ใช้สถิติ *t-test* แบบ One Sample เพื่อทดสอบสมมติฐาน ข้อที่ 2 และ 4 (สมโภชน์ อเนกสุข, 2553, หน้า 111)

$$t = \frac{\bar{X} - \mu}{\frac{S}{\sqrt{n}}} \quad \text{และ } df = n-1$$

เมื่อ	n	แทน	ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง
	$\bar{X}$	แทน	ค่าเฉลี่ยที่หาได้จากกลุ่มตัวอย่าง
	μ	แทน	ค่าเฉลี่ยหรือค่าคงที่ของประชากร
	S	แทน	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง