

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่องการพัฒนากระบวนการเรียนการสอนเพื่อการเรียนรู้ที่มีความหมายในวิชาเคมีประกอบด้วยขั้นตอนการวิจัยดังนี้

1. ศึกษาและวิเคราะห์แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เกี่ยวกับการพัฒนาระบบการเรียนการสอน ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมายของออสท์เบล การนำเสนอโครงสร้างความคิดล่วงหน้า (advance - organizer) แนวคิดของโนแวนด์เกี่ยวกับการใช้แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ (concept map) และแนวคิดของโกวินในการใช้แผนผังรูปตัววี (vee diagram) ในการเรียนการสอน
2. ศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับหลักสูตรและการจัดการเรียนการสอนวิชาเคมีในปัจจุบัน
3. สังเคราะห์แนวคิดของออสท์เบล โนแวนด์ และ โกวิน และข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับหลักสูตรและการเรียนการสอนวิชาเคมีเพื่อนำไปจัดองค์ประกอบของระบบการเรียนการสอน
4. กำหนดองค์ประกอบระบบการเรียนการสอนเพื่อการเรียนรู้ที่มีความหมายในวิชาเคมี จากการวิเคราะห์และสังเคราะห์ข้อมูลตามข้อ 1-3 มาประกอบ โดยใช้วิธีการเชิงระบบ (system approach)
5. นำระบบการเรียนการสอนไปทดลองใช้ โดยมีขั้นตอนดังนี้
  - 5.1 เตรียมการทดลองใช้ระบบการเรียนการสอน
  - 5.2 ดำเนินการทดลองใช้ระบบการเรียนการสอน
6. ประเมินประสิทธิภาพของระบบการเรียนการสอนที่พัฒนา
7. ปรับปรุงระบบการเรียนการสอน

การดำเนินการวิจัยทั้ง 7 ขั้นตอนมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

## 1. การศึกษาและวิเคราะห์แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยศึกษาและวิเคราะห์แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อนำมาการพัฒนาเป็นระบบการเรียนการสอนเพื่อการเรียนรู้ที่มีความหมายในวิชาวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดของออสซูเบล โนแวนด์และโกวิน จากหนังสือ บทความในวารสาร และรายงานการวิจัยต่าง ๆ ในประเด็นต่อไปนี้

1.1 แนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนาระบบการเรียนการสอน ได้แก่ องค์ประกอบของระบบการเรียนการสอนและขั้นตอนการพัฒนาระบบการเรียนการสอน

1.2 ธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์ ได้แก่ องค์ประกอบของความรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์ กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

1.3 การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ แนวคิดเบื้องต้นและลักษณะสำคัญของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

1.4 ทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมายของออสซูเบล ซึ่งเป็นพื้นฐานของการนำเสนอโครงสร้างความคิดล่วงหน้า(Advance Organizer) แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ (Concept Map) และแผนผังรูปตัววี (Vee Diagram) ได้แก่ หลักการเรียนรู้ที่มีความหมาย การวัดผลการเรียนรู้ที่มีความหมาย และแนวคิดในการประยุกต์ทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมายไปใช้ในการเรียนการสอนได้แก่

1.4.1 แนวคิดของออสซูเบลเกี่ยวกับการนำเสนอโครงสร้างความคิดล่วงหน้าในการเรียนการสอนได้แก่ ความหมายของโครงสร้างความคิดล่วงหน้า ลักษณะสำคัญของโครงสร้างความคิดล่วงหน้าประโยชน์ของโครงสร้างความคิดล่วงหน้าในการเรียนการสอน ลักษณะการนำเสนอโครงสร้างความคิดล่วงหน้าในการเรียนการสอน และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1.4.2 แนวคิดของโนแวนด์เกี่ยวกับการใช้แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ในการเรียนการสอน ได้แก่ ความหมายของแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ ทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมายกับแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ การสอนให้นักเรียนสร้างแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ การให้คะแนนแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ การนำแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ไปใช้ในการเรียนการสอน และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1.4.3 แนวคิดของโกวินเกี่ยวกับการใช้แผนผังรูปตัววีในการเรียนการสอน ได้แก่ ความหมายของแผนผังรูปตัววี ประโยชน์แผนผังรูปตัววีในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ การสร้างแผนผังรูปตัววี การสอนให้นักเรียนสร้างแผนผังรูปตัววี การให้คะแนนแผนผังรูปตัววี การนำแผนผังรูปตัววีไปใช้ในการเรียนการสอน และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

## 2. การศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับหลักสูตรและการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์

จากการที่ผู้วิจัยมีเป้าหมายที่จะพัฒนาระบบการเรียนการสอนเพื่อการเรียนรู้อย่างมีความหมายในวิชาเคมี ผู้วิจัยจึงทำการศึกษาข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับหลักสูตรและการจัดการเรียนการสอนวิชาเคมีในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายตามหลักสูตรฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533 มาประกอบด้วยเพื่อให้ระบบการเรียนการสอนที่จะพัฒนานั้นสอดคล้องกับสภาพปัจจุบัน สำหรับประเด็นที่ผู้วิจัยศึกษาได้แก่

- 2.1 ปัญหาในการเรียนการสอนวิชาเคมีระดับมัธยมศึกษาตอนปลายในปัจจุบัน
- 2.2 หลักสูตรและจุดมุ่งหมายของวิชาเคมีตามหลักสูตรฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533
- 2.3 การจัดการเรียนการสอนวิชาเคมีตามหลักสูตรฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533

โดยศึกษาจากเอกสารแนะนำการจัดการเรียนการสอน คู่มือครู หนังสือเรียน เกี่ยวกับแนวทางการจัดการเรียนการสอน จุดประสงค์ของหลักสูตรวิชาเคมีระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เนื้อหาสาระสำคัญของบทเรียน และการประเมินผลวิชาเคมี

## 3. การสังเคราะห์แนวคิดในการประยุกต์ทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมายไปใช้ในการเรียนการสอนของออสซูเบล โจนแวก และ โกวิน และข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับหลักสูตรและการสอนวิชาเคมีเพื่อนำไปกำหนดองค์ประกอบของระบบการเรียนการสอน

ในการสังเคราะห์แนวคิดของออสซูเบล โจนแวก และ โกวินในการประยุกต์ทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมายไปใช้ในการเรียนการสอน เพื่อนำไปกำหนดองค์ประกอบของระบบการเรียนการสอน ผู้วิจัยนำผลการศึกษาและวิเคราะห์ตามข้อ 1 และข้อ 2 มาสังเคราะห์และกำหนดเป็นองค์ประกอบของระบบการเรียนการสอนเพื่อการเรียนรู้อย่างมีความหมายในวิชาเคมี ตามลำดับขั้นดังนี้

3.1 จากทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมายของออสซูเบล ผู้วิจัยสังเคราะห์เพื่อระบุเป็นหลักการของระบบการเรียนการสอนโดยคำนึงถึงความสอดคล้องกับธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์ และกำหนดแนวทางในการวัดผลการเรียนรู้อย่างมีความหมาย

3.2 จากแนวคิดในการนำเสนอโครงสร้างความคิดล่วงหน้าของออสซูเบล ผู้วิจัยสังเคราะห์เพื่อนำมากำหนดลักษณะสำคัญของโครงสร้างความคิดล่วงหน้าตามแนวคิดของออสซูเบล ซึ่งเป็นวิธีการที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมายตามแนวคิดของออสซูเบล

3.3 จากแนวคิดของโจนแวกเกี่ยวกับการใช้แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ ผู้วิจัยสังเคราะห์เพื่อนำมากำหนดขั้นตอนการสอนให้นักเรียนสร้างแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์เพื่อเชื่อมโยงมโนทัศน์เดิมกับมโนทัศน์ใหม่ ซึ่งเป็นวิธีการที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมายตามแนวคิดของโจนแวก

3.4 จากแนวคิดของโกวินเกี่ยวกับการใช้แผนผังรูปตัววี ผู้วิจัยสังเคราะห์เพื่อนำมา กำหนดขั้นตอนการสอนให้นักเรียนเขียนแผนผังรูปตัววี ซึ่งเป็นวิธีการที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ อย่างมีความหมายตามแนวคิดของโกวิน

3.5 จากข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับหลักสูตรและการจัดการเรียนการสอนวิชาเคมี ผู้วิจัยศึกษา และรวบรวมข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับหลักสูตรและการจัดการเรียนการสอนวิชาเคมีมาใช้ในการพัฒนาระบบ การเรียนการสอนดังนี้

1) คำอธิบายรายวิชาเคมีและจุดประสงค์การเรียนรู้ ตามหลักสูตรฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533 ผู้วิจัยนำคำอธิบายรายวิชาและจุดประสงค์การเรียนรู้มากำหนดขอบเขตของเนื้อหาวิชาเคมี ที่จะนำมาทำการทดลองใช้ระบบการเรียนการสอนและนำมาเป็นแนวทางในการเขียนแผนการสอน

2) เนื้อหาสาระ ผู้วิจัยนำเนื้อหาสาระมากำหนดเป็นหัวข้อต่าง ๆ เพื่อจัดกระบวนการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับธรรมชาติของเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ของแต่ละหัวข้อแล้วนำมาเขียน เป็นแผนการสอน อีกทั้งนำมาเป็นแนวทางในการกำหนดขอบเขตในแบบวัดความรู้พื้นฐานในวิชาเคมี แบบวัดมโนทัศน์พื้นฐานและแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3) กระบวนการจัดการเรียนการสอน ผู้วิจัยนำกระบวนการจัดการเรียนการสอน ในวิชาเคมีซึ่งเน้นการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาเป็นแนวทางในการจัด การเรียนการสอนโดยผสมผสานกับแนวคิดของออสท์เบล โนแวนด์และโกวินเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ อย่างมีความหมายและสอดคล้องกับธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์

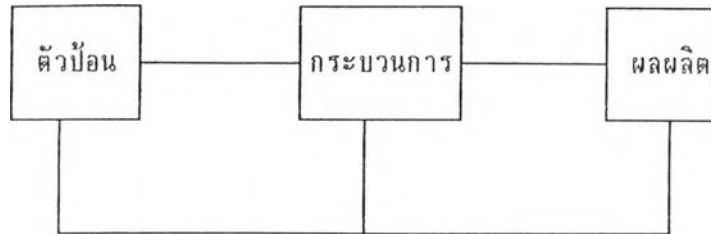
4) การวัดผล ผู้วิจัยนำแนวการวัดผลตามหลักสูตรปัจจุบันมาเป็นแนวทางในการ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยมีการวัดผลระหว่างภาคและการวัดผลปลายภาคและนำเกณฑ์การตัดสิน ผลการเรียนตามหลักสูตรปัจจุบันมาเป็นเกณฑ์ในการตัดสินว่านักเรียนผ่านการเรียนรู้อย่างมีความหมาย หรือไม่

#### 4. การกำหนดองค์ประกอบของระบบการเรียนการสอนเพื่อการเรียนรู้อย่างมีความหมายในวิชาเคมี

##### 4.1 การกำหนดหลักการของระบบการเรียนการสอนเพื่อการเรียนรู้อย่างมีความหมาย ในวิชาเคมี

ในการกำหนดองค์ประกอบของระบบการเรียนการสอน ผู้วิจัยศึกษาวรรณคดีที่ เกี่ยวข้องเกี่ยวข้องกับระบบการเรียนการสอนแล้วเลือกจัดองค์ประกอบของระบบการเรียนการสอนด้วย วิธีการเชิงระบบโดยใช้โครงสร้างของระบบตามแนวคิดของเกลเซอร์ (Glaser) มากำหนด องค์ประกอบของระบบทั้งนี้เนื่องจากโครงสร้างของระบบตามแนวคิดของเกลเซอร์มีองค์ประกอบหลัก

ของระบบที่สำคัญ 3 ส่วนคือ ตัวป้อน กระบวนการ และผลผลิต โดยในส่วนของตัวป้อนจะประกอบด้วยวัตถุประสงค์ของการเรียนการสอน และพฤติกรรมของนักเรียนก่อนเรียน (Glaser, 1962) โดยจัดลำดับความสัมพันธ์ขององค์ประกอบหลัก 3 ส่วนในลักษณะดังนี้ไว้ดังนี้



### ข้อมูลป้อนกลับ

ซึ่งเป็นที่ยอมรับและนักการศึกษาคนอื่นได้ใช้เป็นต้นแบบในการจัดระบบการเรียนการสอนและมีการพัฒนาเพิ่มเติมองค์ประกอบอื่นเช่น กลไกควบคุมเพื่อควบคุมกระบวนการ ผู้วิจัยเห็นว่าถ้านำแนวคิดจากทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมายที่มีการประยุกต์เป็นยุทธศาสตร์การเรียนการสอนอันได้แก่ การนำเสนอโครงสร้างความคิดล่วงหน้า (advance organizer) ของออสซูเบล แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ (concept map) ของโนแวก และแผนผังรูปตัววี (vee diagram) ของโกวินมากำหนดเป็นกระบวนการจัดการเรียนการสอนแล้วกำหนดตัวป้อนที่สอดคล้องกับเงื่อนไขการเรียนรู้ที่มีความหมายรวมทั้งกำหนดกลไกควบคุมสำหรับกระบวนการเรียนการสอนที่เอื้อต่อการเรียนรู้ที่มีความหมายแล้วย่อมทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่มีความได้ตามความมุ่งหมายได้

สำหรับส่วนประกอบที่เกี่ยวข้องกับระบบการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยพัฒนามีดังนี้

- (1) หลักการของระบบการเรียนการสอน
- (2) จุดมุ่งหมายของระบบการเรียนการสอน
- (3) โครงสร้างของระบบการเรียนการสอน ซึ่งจัดโดยใช้วิธีการเชิงระบบได้เป็น
  - (3.1) ตัวป้อน
  - (3.2) กระบวนการ
  - (3.3) ผลลัพธ์
  - (3.4) กลไกควบคุม

4.2 กำหนดรายละเอียดของระบบการเรียนการสอนเพื่อการเรียนรู้ที่มีความหมายในวิชาเคมี จากองค์ประกอบหลักของระบบการเรียนการสอนในข้อ 4.1 โดยผู้วิจัยใช้ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาแนวคิดของออสซูเบล โนแวกและโกวิน ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับหลักสูตรและการจัดการเรียนการสอนวิชาเคมีในปัจจุบัน ตลอดจนแนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้มาเป็นแนวทางในการกำหนดรายละเอียดเกี่ยวกับ ตัวป้อน กระบวนการ ผลผลิต และกลไกควบคุม

#### 4.3 ตรวจสอบและปรับปรุงระบบการเรียนการสอน ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

นำระบบการเรียนการสอนที่สังเคราะห์ได้ไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบคุณภาพ โดยนำระบบการเรียนการสอนเพื่อการเรียนรู้อย่างมีความหมายในวิชาเคมี ไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบและให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงในประเด็นต่อไปนี้

(1) ในด้านหลักการที่เป็นพื้นฐานในการพัฒนากระบวนการเรียนการสอนว่ามีความเหมาะสมเพียงใด ควรมีการเพิ่มเติมหลักการอื่นนอกหรือไม่

(2) ในด้านตัวป้อนกระบวนการเรียนการสอนซึ่งประกอบด้วย จุดประสงค์ การเรียนการสอน ด้านเนื้อหา ด้านตัวนักเรียน สื่อการเรียนการสอน ด้านตัวครู ด้านเครื่องมือ ประเมินผล มีความเหมาะสมที่จะเป็นตัวป้อนของกระบวนการเรียนการสอนเพียงใด และในแต่ละองค์ประกอบ ควรเพิ่มเติมหรือแก้ไขอย่างไรบ้าง

(3) ในด้านกระบวนการเรียนการสอน มีความเหมาะสมและสอดคล้องกับ หลักการทางทฤษฎี และ ทางปฏิบัติเพียงใด ควรเพิ่มเติมหรือแก้ไขปรับปรุงขั้นตอนใดบ้าง

(4) ในด้านการประเมินผลผลิตของกระบวนการเรียนการสอนเพื่อการเรียนรู้อย่างมีความหมายในเคมี มีความเหมาะสมเพียงใดควรเพิ่มเติมหรือปรับปรุงแก้ไขอย่างไรบ้าง

ข้อมูลที่ได้จากผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 5 ท่าน ผู้วิจัยรวบรวมข้อเสนอแนะต่างๆ เกี่ยวกับ หลักการของระบบ ตัวป้อน กระบวนการ การประเมินผลผลิตของระบบ ตลอดจนกลไกควบคุมนำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะเหล่านั้นจนกระทั่งได้กระบวนการเรียนการสอนเพื่อการเรียนรู้อย่างมีความหมายในวิชาเคมี ที่พร้อมจะนำไปทดลองใช้ต่อไป

#### 4.4 สรุปแผนภาพของระบบการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยพัฒนา

หลังจากที่ปรับปรุงระบบการเรียนการสอนตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิผู้วิจัยนำมาเขียนเป็นแผนภาพของระบบต่อไป

### 5. การนำระบบการเรียนการสอนไปทดลองใช้

เมื่อได้ระบบการเรียนการสอนเพื่อการเรียนรู้อย่างมีความหมายในวิชาเคมีที่ปรับปรุงแล้ว ผู้วิจัยจึงนำกระบวนการเรียนการสอนไปทดลองใช้ในสภาพจริงของการเรียนการสอน โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

#### 5.1 เลือกรายวิชาเคมีที่จะทดลองใช้ระบบการเรียนการสอน

จากการที่ผู้วิจัยมีเป้าหมายที่จะพัฒนาระบบการเรียนการสอนเพื่อการเรียนรู้อย่างมีความหมายในวิชาเคมีและจะนำไปทดลองใช้กับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย แต่เนื่องจากหลักสูตรวิชาเคมีระดับมัธยมศึกษาตอนปลายมีถึง 6 รายวิชา ผู้วิจัยเลือกวิชาเคมีระดับมัธยมศึกษาปีที่ 5 (ว 032)

เป็นวิชาสำหรับทดลองใช้ระบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นเนื่องจาก ถ้าทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 อาจมีความรู้พื้นฐานทางเคมียังน้อย และถ้าจะเลือกทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 อาจเป็นการรบกวนนักเรียนที่เตรียมตัวจะสอบคัดเลือกเข้ามหาวิทยาลัยและได้รับความร่วมมือจากทางโรงเรียนน้อย ดังนั้นผู้วิจัยจึงเห็นว่านักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีความเหมาะสมเองมีความรู้พื้นฐานทางเคมีมาแล้วและไม่ต้องกังวลกับการเตรียมตัวสอบคัดเลือกเข้ามหาวิทยาลัยมากนัก ประกอบกับเมื่อพิจารณาเนื้อหาของวิชาเคมี ว 032 แล้วพบว่า ประกอบด้วยภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติเกี่ยวโยงกัน และเนื้อหาที่เป็นทฤษฎีซึ่งมีลักษณะที่เป็นนามธรรมและเข้าใจยาก ประกอบกับผู้วิจัยมีประสบการณ์ในการสอนวิชาเคมีระดับมัธยมศึกษาปีที่ 5 มาหลายปี จึงทำให้เห็นปัญหาในการจัดการเรียนการสอนของวิชาเคมี และเห็นว่าควรจะเริ่มทดลองใช้กับวิชาที่ผู้วิจัยมีความรู้พื้นฐานและมีประสบการณ์ในการสอนเสียก่อน

5.2 เตรียมการทดลองใช้ระบบการเรียนการสอน ในการเตรียมการทดลองใช้ระบบการเรียนการสอนนั้นประกอบด้วย การเตรียมด้านตัวป้อน การเตรียมกระบวนการ และการเตรียมด้านการประเมินผลผลิต ดังรายละเอียดต่อไปนี้

5.2.1 การเตรียมการด้านตัวป้อน ตัวป้อนประกอบด้วยองค์ประกอบด้านจุดประสงค์ ด้านเนื้อหา ด้านตัวนักเรียน ด้านสื่อการเรียนการสอน และด้านตัวครู ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้เลือกวิชาเคมีระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เป็นวิชาสำหรับทดลองใช้ระบบการเรียนการสอนในการเตรียมการด้านตัวป้อนผู้วิจัยมีการเตรียมการดังนี้

1) ด้านจุดประสงค์ของการเรียนการสอน ผู้วิจัยศึกษาจุดประสงค์ของหลักสูตรวิชาเคมีระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 และคำอธิบายรายวิชาเพื่อนำมาเป็นแนวทางในการเขียนแผนการสอน

2) ด้านเนื้อหา ผู้วิจัยศึกษาคำอธิบายรายวิชาเคมี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) จุดประสงค์รายวิชา และเนื้อหาสาระที่กำหนดให้เป็นบทเรียนในวิชาเคมีตามหลักสูตรฉบับปรับปรุงใหม่เพื่อนำมาเป็นแนวทางในการเขียนแผนการสอน และพัฒนาแบบวัดความรู้พื้นฐาน แบบวัดมโนทัศน์พื้นฐานเกี่ยวกับเรื่องที่จะใช้สอน และ พัฒนาแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาเคมี

เมื่อได้เนื้อหาสาระที่จะนำมาสอนแล้ว ผู้วิจัยเตรียมการด้านเนื้อหา ดังนี้

(1) ทำความเข้าใจมโนทัศน์ต่างๆ ที่จะสอนให้ชัดเจน

(2) นำเนื้อหา มาจัดหมวดหมู่และจัดลำดับมโนทัศน์ที่มีความหมายกว้างและ

ครอบคลุมไปสู่มโนทัศน์ที่เฉพาะเจาะจง

(3) สร้างโครงสร้างความคิดล่วงหน้า แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ และแผนผังรูปตัววีแม่แบบ

(4) ทำความเข้าใจเกี่ยวกับวิธีประเมินผลการเรียนตามแนวคิดการเรียนรู้อย่างมีความหมายของออซูเบล

### 3) ด้านตัวนักเรียน ผู้วิจัยได้เตรียมการดังนี้

(1) แนะนำให้นักเรียนรู้จัก แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ และแผนผังรูปตัววี เกี่ยวกับลักษณะสำคัญ ส่วนประกอบ

(2) สอนวิธีการสร้างแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์และวิธีเขียนแผนผังรูปตัววีและฝึกให้เกิดความชำนาญ

(3) สสำรวจมโนทัศน์พื้นฐานของนักเรียนเกี่ยวกับเรื่องที่จะสอนว่านักเรียนมีมโนทัศน์พื้นฐานเพียงพอหรือไม่ โดยใช้แบบวัดมโนทัศน์พื้นฐานเกี่ยวกับเรื่องที่จะสอน แล้วนำผลที่ได้ไปวิเคราะห์และระบุมโนทัศน์พื้นฐานที่นักเรียนยังขาดอยู่ โดยพิจารณาจากจำนวนนักเรียนที่ตอบคำถามเกี่ยวกับมโนทัศน์แต่ละมโนทัศน์ ถ้ามีนักเรียนตอบถ้อยละ 80 ขึ้นไป แสดงว่านักเรียนมีมโนทัศน์พื้นฐานเกี่ยวกับเรื่องที่จะเรียนเพียงพอแล้ว ถ้านักเรียนตอบถ้อยไม่ถึงร้อยละ 80 จะต้องสอนทบทวนมโนทัศน์นั้นให้แก่เรียนก่อนที่จะสอนเรื่องต่อไป

4) ด้านสื่อการเรียนการสอน ผู้วิจัยได้เตรียมด้านสื่อการเรียนการสอนโดยจัดทำสื่อประกอบการเรียนการสอนดังนี้คือ สมุดบันทึกแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์และแผนผังรูปตัววี รวมทั้งได้จัดเตรียมอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการทดลองตามบทเรียน

### 5) ด้านตัวครู ประกอบด้วย

(5.1) เขียนแผนการสอนวิชาเคมีที่ใช้กระบวนการเรียนการสอนตามระบบการเรียนการสอนเพื่อการเรียนรู้อย่างมีความหมายในเคมี โดยผู้วิจัยดำเนินการจัดทำแผนการสอนโดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

(5.1.1) ศึกษาการเขียนแผนการสอน ซึ่งประกอบด้วย การเขียนจุดประสงค์ เชิงพฤติกรรม เนื้อหาสาระโดยย่อ กิจกรรมการเรียนการสอน สื่อประกอบการเรียนการสอน และวิธีการประเมินผล

(5.1.2) ศึกษาเอกสารแนะนำการจัดการเรียนการสอนวิชาเคมีตามหลักสูตรฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533 เพื่อประกอบในการเขียนแผนการสอน



(5.1.3) เขียนแผนการสอนวิชาเคมีของระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ตามกระบวนการเรียนการสอนในระบบการเรียนการสอนเพื่อการเรียนรู้ที่มีความหมายในวิชาเคมี ซึ่งผู้วิจัยได้เขียนแผนการสอนในรายวิชาเคมี (ว 032) ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ 2 และ อัตราการเกิดปฏิกิริยา จำนวน 32 คาบ

(5.1.4) นำแผนการสอนไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่านตรวจสอบคุณภาพในด้านความตรงของเนื้อหา (Content Validity) ของแผนการสอนและความสอดคล้องของแผนการสอนกับกระบวนการเรียนการสอนในระบบการเรียนการสอนเพื่อการเรียนรู้ที่มีความหมายในวิชาเคมี

(5.1.5) ปรับปรุงแก้ไขแผนการสอนตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิก่อนนำไปใช้

(5.2) สร้างคู่มือการจัดการเรียนการสอนตามระบบการเรียนการสอนเพื่อการเรียนรู้ที่มีความหมายในวิชาวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดของออสซูเบล โนแวก และ โกวิน ซึ่งประกอบด้วย หลักการ จุดมุ่งหมาย คำแนะนำการจัดตัวป้อน การดำเนินการสอนตามกระบวนการของระบบการเรียนการสอน และการประเมินผลผลิต

5.1.2 การเตรียมการด้านกระบวนการ การเตรียมการด้านกระบวนการประกอบด้วย การเตรียมกลุ่มตัวอย่างประชากร การเตรียมตารางเวลาทดลอง การควบคุมตัวแปรที่เกี่ยวข้องและการพัฒนาแบบวัดความรู้พื้นฐานทางเคมีและมโนทัศน์พื้นฐาน

1) การเตรียมกลุ่มตัวอย่างประชากร กลุ่มตัวอย่างประชากรที่ใช้ในการทดลองระบบการเรียนการสอนเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้านวิทยาศาสตร์ โดยผู้วิจัยได้สุ่มโรงเรียนมา 1 โรงเรียน จากโรงเรียนในกลุ่มโรงเรียนมัธยมศึกษาส่วนกลางกลุ่มที่ 4 ของกรมสามัญศึกษาในกรุงเทพมหานคร จำนวน 14 โรงเรียน โดยวิธีสุ่มอย่างง่ายได้โรงเรียนพระราชกรรพัตถ์อุปถัมภ์ เขตห้วยขวาง กรุงเทพมหานครที่เปิดสอนในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ซึ่งปรากฏว่าโรงเรียนนี้มีนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้านวิทยาศาสตร์ จำนวน 2 ห้องเรียน โดยที่ทางโรงเรียนไม่ได้มีการแยกนักเรียนออกเป็นนักเรียนเก่งหรือนักเรียนอ่อนแต่ใช้วิธีจัดละกันโดยไม่ได้นำผลการเรียนของนักเรียนมาเป็นเกณฑ์ในการจัดห้องเรียน ดังนั้นผู้วิจัยจึงสุ่มห้องเรียนของนักเรียน 1 ห้องเรียนเพื่อจัดเป็นกลุ่มทดลองส่วนอีกห้องหนึ่งใช้เป็นกลุ่มควบคุม ผลการจัดกลุ่มเป็นดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 จำนวนนักเรียนที่เป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมจำแนกตามเพศ

กลุ่ม	เพศ		รวม (คน)
	ชาย (คน)	หญิง (คน)	
กลุ่มทดลอง	17	26	43
กลุ่มควบคุม	17	26	43
รวม	34	52	86

จากตารางจะเห็นว่านักเรียนในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีจำนวนเท่ากันและมีนักเรียนชายและนักเรียนหญิงเท่ากันเช่นในช่วงเริ่มเปิดภาคเรียนนักเรียนในกลุ่มทดลองมีเพศชาย 17 คน เพศหญิง 28 คน ส่วนกลุ่มควบคุมมีเพศชาย 18 คนและมีเพศหญิง 25 คน แต่ก่อนที่ผู้วิจัยจะเริ่มเก็บข้อมูลปรากฏว่านักเรียนหญิงในกลุ่มทดลองลาออก 1 คน และไปร่วมฝึกซ้อมเพื่อไปแข่งขันกีฬาซีเกมส์อีก 1 คน จึงทำให้เหลือนักเรียนหญิงในกลุ่มทดลอง 26 คน ส่วนในนักเรียนในกลุ่มควบคุมก็มีนักเรียนชายลาออก 1 คน และนักเรียนหญิงย้ายมาเพิ่มอีก 1 คนทำให้มีนักเรียนชายมีเหลือ 17 คนและมีนักเรียนหญิงทั้งหมด 26 คนซึ่งเป็นเหตุให้จำนวนนักเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมเท่ากันและมีนักเรียนชายและนักเรียนหญิงเท่ากันดังกล่าว

2) เตรียมตารางเวลาในการทดลองสอน เนื่องจากผู้วิจัยเป็นผู้ทำการทดลองสอนด้วยตนเองทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยสอนห้องละ 3 คาบ/สัปดาห์ รวม 6 คาบ/สัปดาห์ และใช้เวลาในการทดลองห้องละ 32 คาบ รวมเวลาที่ต้องทดลองสอนประมาณ 11 สัปดาห์แต่เนื่องจากโรงเรียนมีกิจกรรมอื่น ๆ ด้วย จึงทำให้ผู้วิจัยต้องใช้เวลารวมถึง 3 เดือนและผู้วิจัยจึงขอความร่วมมือทางโรงเรียนในการจัดการตารางสอนไม่ให้ซ้อนกันเพื่อให้ผู้วิจัยสามารถสอนได้ทุกคาบตามที่วางแผนไว้

3) การควบคุมตัวแปรที่เกี่ยวข้อง ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้วิจัยควบคุมให้เหมือนกันทั้งในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ได้แก่ ตัวแปรด้านเนื้อหา ตัวแปรด้านตัวครูผู้สอน ตัวแปรด้านระยะเวลาในการสอน ตัวแปรด้านโปรแกรมการเรียนของนักเรียน ตัวแปรด้านสิ่งแวดล้อมทางการเรียน และตัวแปรด้านความรู้พื้นฐานทางเคมี

(1) ตัวแปรด้านเนื้อหา ผู้วิจัยควบคุมโดยใช้เนื้อหาเดียวกันตลอดการทดลองสอนทั้งในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

(2) ตัวแปรด้านตัวครผู้สอน ผู้วิจัยควบคุมโดยผู้วิจัยใช้ผู้สอนคนเดียวกันทั้งในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมโดยผู้วิจัยเป็นผู้สอนด้วยตนเอง

(3) ตัวแปรด้านระยะเวลาที่สอน ผู้วิจัยควบคุมโดยการใช้เวลาในการทดลองสอนในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมเท่ากัน กลุ่มละ 32 คาบ และจัดตารางสอนให้อยู่ในช่วงเวลาเช้าและบ่าย เท่า ๆ กัน

(4) ตัวแปรด้านโปรแกรมการเรียนของนักเรียน ผู้วิจัยควบคุมโดยให้นักเรียนที่เรียนในโปรแกรมวิทยาศาสตร์ที่เลือกวิชาเคมีเป็นวิชาเลือก เป็นกลุ่มตัวอย่างประชากรทั้งในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

(5) ตัวแปรด้านสิ่งแวดล้อมทางการเรียน นักเรียนในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมเป็นนักเรียนที่อยู่ในโรงเรียนเดียวกันจึงอยู่ในสิ่งแวดล้อมทางการเรียนเหมือนกัน

(6) ตัวแปรด้านความรู้พื้นฐานทางเคมี ซึ่งประกอบด้วยด้านความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยทำการทดสอบความแตกต่างของมัชฌิม เลขคณิตของคะแนนความรู้พื้นฐานทางเคมีของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างชั้นที่จะเลือกเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยผู้วิจัยได้ดำเนินการวัดความรู้พื้นฐานทางเคมีของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยนำคะแนนความรู้พื้นฐานทางเคมีของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมาเปรียบเทียบความแตกต่างของค่ามัชฌิม เลขคณิตของคะแนนความรู้พื้นฐาน โดยใช้การทดสอบค่าที (t-test) ปรากฏผลดังตารางที่ 9 ตารางที่ 9 ค่ามัชฌิม เลขคณิต ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าสถิติทดสอบที่จากการทดสอบความแตกต่างของมัชฌิม เลขคณิตของคะแนนความรู้พื้นฐานของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

ระดับชั้น	กลุ่มทดลอง		กลุ่มควบคุม		t
	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.	
มัธยมศึกษาปีที่ 5	29.32	3.20	29.74	3.74	-0.60

จากตารางที่ 9 จะเห็นว่าค่ามัชฌิม เลขคณิตของคะแนนความรู้พื้นฐานทางเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญที่ระดับนัยสำคัญ .05 แสดงว่ากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีความรู้พื้นฐานทางเคมีไม่แตกต่างกัน

4) การวัดความรู้พื้นฐานทางเคมี ผู้วิจัยดำเนินการพัฒนาแบบวัดความรู้พื้นฐานทางเคมีตามขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาหลักสูตรวิชาเคมีระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จากหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลายฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533 เพื่อนำมาเป็นแนวทางในการกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมตามเนื้อหาที่ต้องการจะทดสอบความรู้พื้นฐานทางเคมี
2. กำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ต้องการวัดเป็นความรู้พื้นฐานทางเคมี โดยดูจากเนื้อหาที่กำหนดไว้ตามหลักสูตรฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533 โดยใช้ความรู้จากวิชาเคมีชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในรายวิชา ว 431 และ ว 031 เพื่อวัดเป็นความรู้พื้นฐานสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
3. สร้างแบบวัดความรู้พื้นฐานทางเคมี เป็นข้อสอบชนิด 4 ตัวเลือก ซึ่งแต่ละข้อมีคำตอบที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียว โดยสร้างให้ครอบคลุมวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ตั้งไว้ จำนวน 74 ข้อ
4. นำแบบวัดความรู้พื้นฐานทางเคมีไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน ตรวจสอบความตรงตามเนื้อหา พร้อมทั้งให้ข้อเสนอแนะ
5. นำแบบวัดความรู้พื้นฐานทางเคมีที่ได้รับการปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิแล้วไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนจันทร์ทันน้ำเพ็ญ จำนวน 100 คน
6. นำคะแนนที่ได้จากการทดสอบมาวิเคราะห์หาค่าความเที่ยงโดยใช้สูตร KR-20 (Kuder Richardson-20) แล้วหาค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกเป็นรายชื่อ โดยใช้เทคนิคร้อยละ 33 จากการวิเคราะห์ผลปรากฏว่าแบบวัดความรู้พื้นฐานทางเคมี มีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.97 มีค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.20 - 0.80 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไปมีจำนวน 68 ข้อ จึงคัดเลือกข้อที่มีค่าความยากมากกว่า 0.80 หรือต่ำกว่า 0.20 และมีค่าอำนาจจำแนกน้อยกว่า 0.20 ออกไป 6 ข้อ ส่วนข้อที่เหลือเมื่อพิจารณาแล้วพบว่ายังครอบคลุมจุดประสงค์ที่ต้องการวัดอยู่และเมื่อนำไปทดสอบกับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างอีกจำนวน 100 คนแล้วนำมาวิเคราะห์ค่าความเที่ยง ความยากและอำนาจจำแนกใหม่พบว่ามีความเที่ยง .94 และมีค่าความยากและอำนาจจำแนกที่เหมาะสมจึงถือว่าเป็นข้อสอบที่มีคุณภาพสามารถนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างได้ต่อไป

5) การวัดมโนทัศน์พื้นฐานของนักเรียนก่อนการสอนแต่ละเรื่อง ผู้วิจัยพัฒนาแบบวัดมโนทัศน์พื้นฐานโดยมีขั้นตอนดังนี้

1. สํารวจมโนทัศน์ที่เป็นพื้นฐานของมโนทัศน์ที่อยู่ในบทเรียนที่จะนำไปทดลองแล้วนำไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน ตรวจสอบความตรงตามเนื้อหา

2. สร้างแบบวัดมโนทัศน์พื้นฐาน เป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือกโดยแต่ละข้อมีคำตอบที่ถูกต้องเพียงข้อเดียว จำนวน 40 ข้อ โดยพิจารณาให้ครอบคลุมมโนทัศน์พื้นฐานที่นักเรียนควรทราบมาก่อนตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ และนำแบบวัดมโนทัศน์พื้นฐานที่สร้างขึ้นให้ผู้ทรงคุณ 3 ท่าน ตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาอีกครั้งหนึ่ง พร้อมทั้งให้ข้อเสนอแนะ

3. นำแบบวัดมโนทัศน์พื้นฐานที่ปรับปรุงแล้วไปทดสอบกับนักเรียนโรงเรียนกุญแจราษฎร์วิทยาคม ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 100 คน

4. นำคะแนนที่ได้จากการทดสอบมาวิเคราะห์หาค่าความเที่ยงโดยใช้สูตร KR-20 (Kuder Richardson-20) ได้ค่าความเที่ยงเท่ากับ .95 จากนั้นหาค่าระดับความยากและอำนาจจำแนกเป็นรายชื่อโดยใช้เทคนิคร้อยละ 33

จากการวิเคราะห์ข้อสอบในแบบวัดมโนทัศน์พื้นฐานปรากฏว่าข้อสอบมีระดับความยากอยู่ระหว่าง 0.20 - 0.80 และมีค่าอำนาจจำแนก 0.20 ขึ้นไป มีจำนวน 32 ข้อ โดยมีการตัดข้อสอบออก 8 ข้อและเมื่อพิจารณาข้อสอบที่เหลือจากการตัดข้อที่มีคุณภาพไม่เป็นไปตามเกณฑ์ออกแล้วพบว่ายังมีความครอบคลุมจุดประสงค์ที่ต้องการวัดอยู่และเมื่อนำไปทดสอบกับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างอีกจำนวน 100 คนแล้วนำมาวิเคราะห์หาค่าความเที่ยง ความยากและอำนาจจำแนกใหม่พบว่ามีความเที่ยงไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างได้ต่อไป

5.2.3 การเตรียมการในการประเมินผลผลิต ผลผลิตของกระบวนการเรียนการสอนเพื่อการเรียนรู้หรืออย่างมีความหมายในวิชาเคมีที่ผู้วิจัยสนใจศึกษา คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี และเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ซึ่งประเมินโดยใช้แบบวัดต่อไปนี้

(1) แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาเคมี ซึ่งแบ่งเป็น 2 ฉบับ คือแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ 2 และแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยา ซึ่งผู้วิจัยดำเนินการพัฒนาตามขั้นตอนดังนี้

(1.1) ศึกษาแนวคิด และทฤษฎีการเรียนรู้อย่างมีความหมาย และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อนำมาเป็นแนวทางในการสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาเคมี

(1.2) ระบุดูจุดประสงค์การเรียนวิชาเคมีชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในรายวิชา ว 032 เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ 2 และเรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ตามหลักสูตรฉบับปรับปรุงใหม่ พ.ศ. 2533 ซึ่งปรับปรุงโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งประกอบด้วยด้าน

ความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยคัดเลือกจุดประสงค์ที่เป็นระดับการเรียนรู้ที่มีความหมายตามแนวคิดของออสซูเบลซึ่งประกอบด้วย ด้านความเข้าใจ การนำไปใช้ การแก้ปัญหา และการคิดสร้างสรรค์

(1.3) สร้างตารางวิเคราะห์ข้อสอบตามจุดประสงค์การเรียนรู้ของวิชาเคมี (ว 032) เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ 2 และเรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยจำแนกตามระดับการเรียนรู้ที่มีความหมายของออสซูเบลได้แก่ ด้านความเข้าใจ การนำไปใช้ การแก้ปัญหา และการคิดสร้างสรรค์

(1.4) สร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอย่างมีความหมาย ซึ่งครอบคลุมการวัดพฤติกรรมด้านความเข้าใจ ด้านการนำไปใช้ ด้านการแก้ปัญหา และด้านการคิดสร้างสรรค์ตามจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ได้จากข้อ (1.2) โดยแบ่งข้อสอบเป็น 2 ตอน ดังนี้

สำหรับบทเรียนเรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ 2 ซึ่งประกอบด้วยข้อสอบทั้งหมด 65 ข้อ

1. วัดความเข้าใจ จำนวน 42 ข้อ
2. วัดการนำไปใช้ จำนวน 11 ข้อ
3. วัดการแก้ปัญหา จำนวน 6 ข้อ
4. วัดการคิดสร้างสรรค์ จำนวน 6 ข้อ

(1.5) นำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาเคมีไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่านตรวจสอบความตรงตามเนื้อหา พร้อมทั้งขอข้อเสนอแนะจากผู้ทรงคุณวุฒิเพื่อนำมาปรับปรุง

(1.6) ปรับปรุงแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาเคมีตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิให้เหมาะสมและถูกต้องยิ่งขึ้น

(1.7) นำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาเคมีที่ได้รับการปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิแล้วไปทดสอบเพื่อหาค่าความเที่ยงโดยใช้สูตร KR -20 (Kuder Richardson -20) โดยนำไปทดลองใช้กับนักเรียนโรงเรียนมัธยมศึกษาชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 100 คน

(1.8) นำคะแนนที่ได้จากการทดสอบมาวิเคราะห์หาค่าความเที่ยงโดยใช้สูตร KR-20 (Kuder Richardson-20) แล้วหาค่าความชากและค่าอำนาจจำแนกเป็นรายข้อ โดยใช้เทคนิคร้อยละ 33 จากการวิเคราะห์ผลปรากฏว่า แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาเคมี เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ 2 มีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.97 มีค่าความชากอยู่ระหว่าง 0.20 - 0.80 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป จำนวน 60 ข้อ โดยคัดเลือกข้อที่มีค่าความชากมากกว่า 0.80 หรือต่ำกว่า 0.20 และมีค่าอำนาจจำแนกน้อยกว่า 0.20 ออกไป 5 ข้อ ส่วนข้อที่เหลือพบว่ายังครอบคลุมจุดประสงค์ที่ต้องการวัดเมื่อนำไปทดสอบกับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างอีกจำนวน 100 คนแล้วนำมาวิเคราะห์หาค่าความเที่ยง ความชากและอำนาจจำแนกใหม่พบว่า มีค่าความเที่ยง .95 และมีค่าความชากและอำนาจจำแนกอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานจึงถือว่าเป็นข้อสอบที่มีคุณภาพสามารถนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

สำหรับข้อสอบที่เหลือในแบบวัดเรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ 2 ทั้งหมด 60 ข้อ แบ่งเป็น

1. วัดความเข้าใจเป็ดัวเลือก จำนวน 40 ข้อ
2. วัดด้านการนำไปใช้ จำนวน 10 ข้อ
3. วัดด้านการแก้ปัญหา จำนวน 5 ข้อ
4. วัดด้านความคิดสร้างสรรค์ จำนวน 5 ข้อ

ซึ่งรายละเอียดของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีเรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ 2 แสดงไว้ในตารางที่ 10

ตารางที่ 10 จำนวนข้อสอบในแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ 2 จำแนกตามระดับของจุดประสงค์การเรียนรู้ตามแนวคิดของออบูเบล

ระดับของ จุดประสงค์	ข้อที่	จำนวนข้อ
1. ความเข้าใจ	1 2 4 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 18 19 20 25 26 27 28 29 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 50 51 52 53 54 55 56 57 59	40
2. การนำไปใช้	3 6 21 22 23 24 30 31 38 60	10
3. การแก้ปัญหา	5 17 34 37 58	5
4. การคิด สร้างสรรค์	32 33 35 36 49	5

สำหรับแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยา ซึ่งประกอบด้วยข้อสอบทั้งหมด 54 ข้อ แยกได้ดังนี้

1. วัดความเข้าใจ จำนวน 34 ข้อ
2. วัดการนำไปใช้ จำนวน 11 ข้อ
3. วัดการแก้ปัญหา จำนวน 6 ข้อ
4. วัดการคิดสร้างสรรค์ จำนวน 3 ข้อ

เมื่อนำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีไปวิเคราะห์ ความเที่ยง ความยาก และ อำนาจจำแนก พบว่ามี ค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.96 มีค่าความยากอยู่ ระหว่าง 0.20 - 0.80 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป จำนวน 47 ข้อ โดยคัดเลือกข้อที่มี ค่าความยากมากกว่า 0.80 หรือต่ำกว่า 0.20 และมีค่าอำนาจจำแนกน้อยกว่า 0.20 ออกไป 7 ข้อ ส่วนข้อที่เหลือพบว่ายังครอบคลุมจุดประสงค์ต้องการวัด เมื่อนำไปทดสอบกับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง อีกจำนวน 100 คนแล้วนำมาวิเคราะห์ค่าความเที่ยง ความยากและอำนาจจำแนกใหม่พบว่ามีค่า ความเที่ยง.94 และมีค่าความยากและอำนาจจำแนกอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานจึงถือว่าเป็นข้อสอบที่มีคุณภาพ สามารถนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

สำหรับจำนวนข้อสอบที่เหลือในแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาเคมี เรื่อง อัตรา การเกิดปฏิกิริยา ทั้งหมด 47 ข้อ แยกได้ดังนี้

1. วัดความเข้าใจ จำนวน 30 ข้อ
2. วัดการนำไปใช้ จำนวน 9 ข้อ
3. วัดการแก้ปัญหา จำนวน 5 ข้อ
4. วัดการคิดสร้างสรรค์ จำนวน 3 ข้อ

ซึ่งรายละเอียดของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีเรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยา เคมี แสดงไว้ในตารางที่ 11

ตารางที่ 11 จำนวนข้อสอบในแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิด ปฏิกิริยาเคมีจำแนกตามระดับของจุดประสงค์การเรียนรู้ตามแนวคิดของออบูเบล

ระดับของ จุดประสงค์	ข้อที่	จำนวนข้อ
1. ความเข้าใจ	1 2 3 4 5 6 7 8 9 11 13 18 19 20 23 24 26 27 28 29 30 32 35 36 37 39 40 42 43 47	30
2. การนำไปใช้	15 16 21 22 25 31 33 41 44	9
3. การแก้ปัญหา	10 17 34 38 46	5
4. การคิด สร้างสรรค์	12 14 45	3



สำหรับเกณฑ์การตัดสินว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในระดับที่เกิดการเรียนรู้ อย่างมีความหมาย ผู้วิจัยกำหนดเกณฑ์ไว้ว่านักเรียนร้อยละ 80 จากนักเรียนทั้งหมดจะต้องได้ คะแนนอย่างน้อยร้อยละ 50 ของคะแนนเต็มของแบบวัดแต่ละฉบับจึงจะถือว่านักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย ซึ่งผู้วิจัยใช้เป็นเกณฑ์ในการตัดสินประสิทธิภาพของระบบด้วย

(2) แบบวัดเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยพัฒนาแบบวัดเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ โดยมีขั้นตอนดังนี้

(2.1) ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์

(2.2) สร้างแบบวัดเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ตามวิธีการวัดเจตคติของลิเคิร์ต ซึ่งเป็นแบบที่สะดวกต่อการสร้างและการนำไปใช้ อีกทั้งสามารถสร้างข้อความที่จะถามได้กว้างขวาง ซึ่งประกอบด้วยคำถามที่มีลักษณะการตอบแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ ตามแบบของลิเคิร์ต (Likert) ซึ่งประกอบด้วยข้อความเชิงนิมมาน (Positive) และข้อความเชิงนิเสธ (Negative) จำนวน 72 ข้อ โดยมีเนื้อหาครอบคลุมระดับของเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับต่าง ๆ ดังนี้

1. ความคิดเห็นโดยทั่วไปต่อวิชาวิทยาศาสตร์ จำนวน 14 ข้อ
2. การเห็นความสำคัญของวิชาวิทยาศาสตร์ จำนวน 14 ข้อ
3. ความสนใจต่อวิชาวิทยาศาสตร์ จำนวน 17 ข้อ
4. การนิยมชมชอบต่อวิชาวิทยาศาสตร์ จำนวน 19 ข้อ
5. การแสดงออกหรือมีส่วนร่วมในกิจกรรมวิชาวิทยาศาสตร์ จำนวน 8 ข้อ

ข้อความที่สร้างขึ้นจะถามเกี่ยวกับความรู้สึก ความคิดเห็น และพฤติกรรมที่แสดงออกของนักเรียน จากคำตอบของนักเรียนแต่ละคนจะบอกให้รู้ถึงปริมาณของลักษณะทั้ง 5 ด้าน ที่ถามว่ามีมากน้อยเพียงไร การให้คะแนนแก่ผู้ตอบแต่ละข้อจะให้คะแนนไม่เท่ากัน โดยมีหลักเกณฑ์ดังนี้

ข้อความเชิงนิมมาน (Positive)

- |                        |                      |
|------------------------|----------------------|
| ให้ 1 คะแนนเมื่อตอบว่า | ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง |
| 2 คะแนนเมื่อตอบว่า     | ไม่เห็นด้วย          |
| 3 คะแนนเมื่อตอบว่า     | ไม่แน่ใจ             |
| 4 คะแนนเมื่อตอบว่า     | เห็นด้วย             |
| 5 คะแนนเมื่อตอบว่า     | เห็นด้วยอย่างยิ่ง    |

## ข้อความเชิงนิเสธ (Negative)

- |       |                  |                      |
|-------|------------------|----------------------|
| ให้ 1 | คะแนนเมื่อตอบว่า | เห็นด้วยอย่างยิ่ง    |
| 2     | คะแนนเมื่อตอบว่า | เห็นด้วย             |
| 3     | คะแนนเมื่อตอบว่า | ไม่แน่ใจ             |
| 4     | คะแนนเมื่อตอบว่า | ไม่เห็นด้วย          |
| 5     | คะแนนเมื่อตอบว่า | ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง |

(2.3) นำแบบวัดเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบความตรงตามเนื้อหา (Content Validity) และให้ข้อเสนอแนะ

(2.4) นำแบบวัดเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ที่ปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โปรแกรมวิทยาศาสตร์ของโรงเรียนจักรทันบาใหญ่ จำนวน 80 คน เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาหาค่าความเที่ยงโดยวิธีหาสัมประสิทธิ์อัลฟา (alpha coefficient) ของครอนบาค (Cronbach) ได้ค่าความเที่ยง 0.92

(2.5) นำแบบวัดเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ตรวจสอบอีกครั้งหนึ่ง ก่อนจะนำไปใช้เป็นแบบวัดเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์กับกลุ่มตัวอย่างประชากร สำหรับโครงสร้างของแบบวัดเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมา มีรายละเอียดดังตารางที่ 12

ตารางที่ 12 จำนวนข้อในแบบวัดเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์จำแนกตามระดับและทิศทางของเจตคติ

ระดับของเจตคติ ต่อวิชาวิทยาศาสตร์	เชิงนิมิต		เชิงนิเสธ		รวม
	จำนวนข้อ	เลขที่ข้อ	จำนวนข้อ	เลขที่ข้อ	
1. ความคิดเห็นทั่วไป ต่อวิชาวิทยาศาสตร์	8	1 4 5 6 7 8 11 14	6	2 3 9 10 12 13	14
2. การเห็นความสำคัญ ของวิชาวิทยาศาสตร์	9	15 16 18 19 20 25 26 70 71	5	17 21 22 23 24	14
3. ความสนใจใน วิชาวิทยาศาสตร์	7	34 35 37 38 41 42 72	10	27 28 29 30 31 32 33 36 39 40	17
4. การนิชมชมข้อต่อ วิชาวิทยาศาสตร์	12	44 45 46 47 48 50 51 52 53 56 59 60	7	43 49 54 55 57 58 62	19
5. การแสดงออกหรือ มีส่วนร่วมในกิจกรรม วิทยาศาสตร์	5	61 63 65 66 68	3	64 67 69	8

5.1.4 การเตรียมการประเมินระบบการเรียนการสอนโดยครูผู้สอน ผู้วิจัยเตรียมการในการประเมิน ระบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นมาออกเหนือจากการพิจารณาของผู้ทรงคุณวุฒิโดยพัฒนาแบบสำรวจความคิดเห็นของครูที่สอนวิชาเคมี โดยการสร้างแบบสอบถามความคิดเห็นของครูเคมี มีขั้นตอนดังนี้

(1) ศึกษาการสร้างแบบสอบถามความคิดเห็นแบบต่าง ๆ เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบสอบถามเกี่ยวกับการเรียนการสอนโดยใช้ระบบการเรียนการสอนเพื่อการเรียนรู้ที่มีความหมายในวิชาวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดของออร์ธเบล โนแวก และ โกวิน

(2) สร้างแบบสอบถามความคิดเห็นของครูที่สอนวิชาเคมีเกี่ยวกับการเรียนการสอนโดยใช้ระบบการเรียนการสอนเพื่อการเรียนรู้ที่มีความหมายในวิชาวิทยาศาสตร์โดยการผสมผสานแนวคิดของออสเชล โนแวกและโกวิน ซึ่งเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า(Rating Scale) จำนวน 14 ข้อ และคำถามแบบปลายเปิด 2 ข้อ ประกอบด้วยประเด็นคำถาม 6 ประเด็น ดังต่อไปนี้

(2.1) ความเหมาะสมที่จะนำกระบวนการเรียนการสอนเพื่อการเรียนรู้ที่มีความหมายในวิชาวิทยาศาสตร์ ตามแนวคิดของออสเชล โนแวก และ โกวินมาใช้ในการเรียนการสอน

(2.2) ความชัดเจนของลำดับขั้นตอนของการสอน

(2.3) อุปกรณ์ที่ใช้ในการเรียนการสอน

(2.4) ความสามารถของครูในการสร้างสิ่งช่วยจัดโครงสร้างความคิดล่วงหน้า แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ และแผนผังรูปตัววี

(2.5) ประโยชน์ของสิ่งช่วยจัดโครงสร้างความคิดล่วงหน้า แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ และแผนผังรูปตัววี

(2.6) ความสนใจของครูที่จะนำกระบวนการเรียนการสอนเพื่อการเรียนรู้ที่มีความหมายในวิชาเคมีไปใช้ในการสอน

(3) นำแบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับการเรียนการสอนโดยใช้กระบวนการเรียนการสอนเพื่อการเรียนรู้ที่มีความหมายในวิชาเคมีไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความครอบคลุมของประเด็นคำถาม แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข

(4) นำแบบสอบถามไปทดลองใช้กับครูเคมีที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างประชากรจำนวน 10 คนเพื่อตรวจสอบความเข้าใจในประเด็นคำถามในแบบสอบถาม และข้อเสนอแนะเพื่อนำไปปรับปรุงให้เหมาะสมยิ่งขึ้น

#### 5.1.5 การประเมินเงื่อนไขของการเรียนรู้ที่มีความหมาย

ในการที่ผู้วิจัยจัดกระบวนการเรียนการสอนโดยการยึดแนวคิดเกี่ยวกับการเรียนรู้ที่มีความหมายของออสเชล โนแวกและโกวินนั้น ผู้วิจัยมีการประเมินที่จะชี้ว่าการจัดการเรียนการสอนตามระบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นมาจะทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่มีความหมายตามแนวคิดออสเชล โดยการตรวจสอบว่าเงื่อนไขของการเรียนรู้ที่มีความหมายครบทั้ง 3 ประการหรือไม่ ดังนี้

1. ผู้เรียนมีมโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่จะเรียนอยู่ในโครงสร้างของความรู้หรือตรวจสอบจากแผนการสอนว่าการวัดมโนทัศน์พื้นฐานของผู้เรียนก่อนสอนหรือไม่และมีการสอนเพิ่มเติมในมโนทัศน์พื้นฐานที่นักเรียนยังขาดอยู่หรือไม่

2. ผู้เรียนจะต้องมีความตั้งใจที่จะคิดเชื่อมโยงมโนทัศน์ใหม่เข้ากับมโนทัศน์เดิม ตรวจสอบจากกระบวนการเรียนการสอนว่าผู้สอนมีการสังเกตพฤติกรรมความตั้งใจของผู้เรียนขณะสอนหรือไม่โดยสังเกตพฤติกรรมเกี่ยวกับ

- 2.1 การร่วมกิจกรรมในห้องเรียน เช่น ทำการทดลอง ร่วมแสดงความคิดเห็นในการอภิปรายในชั้นเรียน
- 2.2 พฤติกรรมทางวาจา คือ การพูดในชั้นเรียน เช่น การปรึกษาหารือกับเพื่อน
- 2.3 ท่าทางซึ่งแสดงความสนใจในการเรียน เช่น การจ้องครุฑในขณะที่ครูพูด การตั้งใจฟังครูอธิบาย
- 2.4 ปฏิสัมพันธ์กับครู คือ การแสดงออกที่ตอบสนองการกระทำหรือคำถามของครู เช่น ทำตามที่ครูสั่ง การถามคำถามที่สงสัย

ถ้าสังเกตพบว่านักเรียนคนใดขาดความตั้งใจในการเรียนครูอาจใช้การตักเตือน การย้ำเน้น จนถึงการทำให้นักเรียนหยุดพฤติกรรมที่ไม่พึงประสงค์นั้นเสีย โดยเฉพาะก่อนเข้าสู่ขั้นสอนต้องพิจารณาว่านักเรียนมีความตั้งใจและพร้อมที่จะเรียนเสียก่อนจึงจะเริ่มขั้นสอน และผู้สอนได้ให้ความสนใจผู้เรียนอย่างทั่วถึง มีการเข้าความสนใจ ให้ข้อมูลป้อนกลับและช่วยควบคุมให้ผู้เรียนเกิดความตั้งใจเรียนหรือไม่

3. การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนช่วยให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงมโนทัศน์ใหม่เข้ากับมโนทัศน์เดิม สามารถตรวจสอบจากแผนการสอนและกระบวนการเรียนการสอนจริงว่า ผู้วิจัยได้ใช้การนำเสนอโครงสร้างความคิดล่วงหน้า แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ และแผนผังรูปตัววีในการสอนจริงหรือไม่

5.2 การดำเนินการทดลองใช้กระบวนการเรียนการสอน เมื่อได้เตรียมความพร้อมในด้านตัวป้อน กระบวนการ และการประเมินผลผลิตซึ่งประกอบด้วยเครื่องมือต่าง ๆ ดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองใช้กระบวนการเรียนการสอนดังนี้

(1) วัดมโนทัศน์พื้นฐานเกี่ยวกับเรื่องที่สอน โดยใช้แบบวัดมโนทัศน์พื้นฐานที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นมา เพื่อนำข้อมูลไปวิเคราะห์ว่านักเรียนมีมโนทัศน์พื้นฐานเพียงพอที่จะเรียนเรื่องต่อไปหรือไม่

(2) วิเคราะห์และระดมมโนทัศน์พื้นฐานที่นักเรียนยังขาดอยู่ โดยพิจารณาจากจำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในแต่ละข้อของแบบวัดมโนทัศน์พื้นฐาน ถ้าข้อใดมีนักเรียนตอบถูกต้องเกินร้อยละ 80 แสดงว่าไม่ต้องการทบทวนหรือเสริมมโนทัศน์นั้น แต่ถ้านักเรียนตอบถูกไม่ถึงร้อยละ 80 ผู้วิจัยจะนำมโนทัศน์นั้นใส่ไว้ในแผนการสอนด้วย เพื่อสอนทบทวนให้นักเรียนมีความรู้พื้นฐานเพียงพอที่จะเรียนเรื่องต่อไป

(3) ดำเนินการสอนตามขั้นตอนของแต่ละกลุ่ม โดยในกลุ่มทดลองได้รับการสอนตามกระบวนการในระบบการเรียนการสอนเพื่อการเรียนรู้อย่างมีความหมายในวิชาเคมี ส่วนกลุ่มควบคุมจะได้รับการสอนตามแนวของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งถือว่าเป็นวิธีสอนตาม

ปกติ ซึ่งรายละเอียดของความแตกต่างในวิธีสอนทั้ง 2 แบบแสดงไว้ในตารางที่ 13 และ 14 ตารางที่ 13 แสดงลำดับขั้นตอนการสอนตามกระบวนการเรียนการสอนเพื่อการเรียนรู้ที่มีความหมายในวิชาเคมีกับการสอนปกติ เมื่อสอนบทเรียนที่มีลักษณะที่เป็นเนื้อหา

ลำดับขั้นตอนการสอนโดยใช้ระบบการเรียนการสอนเพื่อการเรียนรู้ที่มีความหมายในวิชาเคมี	ลำดับขั้นตอนการสอนตามปกติ
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ก่อนสอน ทดสอบมโนทัศน์พื้นฐาน และสอนทบทวนมโนทัศน์ที่นักเรียนยังขาดอยู่</li> <li>2. ชี้นำ ประกอบด้วย <ol style="list-style-type: none"> <li>2.1 แจกจุดประสงค์การเรียนรู้</li> <li>2.2 ทบทวนความรู้เดิม</li> <li>2.3 ถามคำถามเพื่อนำเข้าสู่วิธีเรียน</li> </ol> </li> <li>3. ชี้นำสอน ประกอบด้วย <ol style="list-style-type: none"> <li>3.1 ครุ นำเสนอโครงสร้างความคิดล่วงหน้าของเรื่องที่จะเรียน</li> <li>3.2 สอนให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์และเกิดการเชื่อมโยงระหว่างมโนทัศน์เดิมกับมโนทัศน์ใหม่ โดย <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) การสอนโดยใช้การอธิบาย การอภิปราย หรือวิธีสอนแบบอื่น ๆ</li> </ol> </li> </ol> </li> <li>4. ชี้นำสรุป ให้นักเรียนสร้างแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์เพื่อสรุปความสัมพันธ์ของมโนทัศน์ที่ได้เรียนกับมโนทัศน์เดิม</li> <li>5. ชี้นำประเมินผล ครูประเมินผลการเรียนรู้จาก <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) การทดสอบหลังเรียน (2) การซักถาม</li> <li>(3) การทำแบบฝึกหัด (4) การสร้างแผนผังแสดงความสัมพันธ์ของนักเรียนตามหัวข้อที่กำหนด</li> </ol> </li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 ชี้นำเข้าสู่บทเรียน โดยการ ใช้คำถาม</li> <li>2 ชี้นำสอน ประกอบด้วย <ol style="list-style-type: none"> <li>2.1 การอธิบาย การอภิปราย</li> </ol> </li> <li>3 ชี้นำสรุป ครูอภิปรายร่วมกับนักเรียนเพื่อหาข้อสรุป</li> <li>4 ชี้นำประเมิน ครูประเมินผลการเรียนรู้จาก <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) การซักถามนักเรียน</li> <li>(2) การทำแบบฝึกหัด</li> </ol> </li> </ol>

สำหรับกลุ่มทดลองที่เรียนตามระบบการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยพัฒนาให้ผู้วิจัยใช้กลไกควบคุมที่จะช่วยให้ผู้เรียนมีความตั้งใจในการเรียน โดยประยุกต์จากแนวคิดในการสร้างความตั้งใจในการเรียนของแมคเคลไลน์ ฮันเตอร์ (Madeline Hunter, 1982) เพื่อที่จะช่วยให้ผู้เรียนมีความตั้งใจในการเรียนซึ่งเป็นเงื่อนไขหนึ่งของการเรียนหรืออย่างมีความหมาย ประกอบด้วยวิธีการต่าง ๆ ดังนี้

1. การใช้คำถาม
2. การสังเกตความตั้งใจในการเรียนโดยสังเกต
  - 2.1 การร่วมกิจกรรมในห้องเรียน
  - 2.2 พฤติกรรมทางวาจา
  - 2.3 ท่าทาง
  - 2.4 ปฏิสัมพันธ์กับครู
3. การเสริมแรง
4. การให้ข้อมูลป้อนกลับ (feedback)
5. การให้ความสนใจนักเรียนอย่างทั่วถึง

ตารางที่ 14 แสดงลำดับขั้นการสอนตามกระบวนการเรียนการสอนเพื่อการเรียนรู้ที่มีความหมาย  
ในวิชาเคมีกับการสอนปกติเมื่อ สอนบทเรียนที่มีลักษณะเป็นการทดลอง

<p>ลำดับขั้นการสอนโดยใช้ระบบการเรียนการสอนเพื่อการเรียนรู้ อย่างมีความหมายในวิชาวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดของออสเชล โนแวนและโกวิน</p>	<p>ลำดับขั้นการสอนตามปกติ</p>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ก่อนสอน ทดสอบมโนทัศน์พื้นฐาน และสอนบททวนมโนทัศน์ที่ นักเรียนยังขาดอยู่</li> <li>2. ชี้นำ ประกอบด้วย             <ol style="list-style-type: none"> <li>2.1 แจกจุดประสงค์การเรียนรู้</li> <li>2.2 ทบทวนความรู้เดิม หรือ</li> <li>1.3 ถามคำถามเพื่อนำเข้าสู่วิธีเรียน</li> </ol> </li> <li>3. ชี้นำสอน ประกอบด้วย             <ol style="list-style-type: none"> <li>3.1 ครูเสนอสิ่งก่อกำเนิดโครงสร้างความคิดล่วงหน้า ของเรื่องที่จะเรียน</li> <li>3.2 สอนให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์และเกิด การเชื่อมโยงระหว่างมโนทัศน์เดิม กับมโนทัศน์ใหม่โดยให้นักเรียนทำการทดลองและเขียน แผนผังรูปตัววีประกอบเรื่องที่ทดลอง</li> </ol> </li> <li>4. ชี้นำสรุป ให้นักเรียนสร้างแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์เพื่อ สรุปความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ที่ได้เรียนกับมโนทัศน์เดิม</li> <li>5. ชี้นำประเมินผล ครูประเมินผลการเรียนรู้จาก             <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) การทดสอบหลังเรียน (2) การซักถาม</li> <li>(3) การทำแบบฝึกหัด (4) การสร้างแผนผังแสดงความ สัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์และแผนผังรูปตัววีตามที่นักเรียนสร้างขึ้น ตามหัวข้อที่ครูกำหนด</li> </ol> </li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 ชี้นำเข้าสู่บทเรียน โดยการ ใช้คำถาม</li> <li>2 ชี้นำสอน ประกอบด้วย             <ol style="list-style-type: none"> <li>2.1 การอธิบาย การอภิปราย</li> <li>2.2 ทำการทดลอง ประกอบด้วย                 <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) การอภิปรายก่อน การทดลอง</li> <li>(2) การทำการทดลอง</li> <li>(3) อภิปรายหลังการ ทดลอง</li> </ol> </li> </ol> </li> <li>3 ชี้นำสรุป ครูอภิปรายร่วมกับ นักเรียนเพื่อหาข้อสรุป</li> <li>4 ชี้นำประเมิน ครูประเมินผล การเรียนรู้จาก             <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) การซักถามนักเรียน</li> <li>(2) การทำแบบฝึกหัด</li> </ol> </li> </ol>



สำหรับกลุ่มทดลองที่เรียนตามระบบการเรียนที่ผู้วิจัยพัฒนานั้นจะมีกลไกควบคุมที่จะช่วยให้ผู้เรียนมีความตั้งใจที่จะเรียนหรืออย่างมีความหมายเช่นเดียวกับกลไกควบคุมในขั้นตอนการสอนบทเรียนที่เป็นเนื้อหา

#### 6. การประเมินประสิทธิผลของระบบการเรียนการสอน ดำเนินการดังนี้

1) ตรวจสอบแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์และแผนผังรูปตัววีที่นักเรียนกลุ่มทดลองสร้างขึ้นในการเรียนบทเรียนเรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ 2 และเรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี แล้วให้คะแนน จากนั้นนำคะแนนของนักเรียนไปเทียบกับเกณฑ์การประเมินประสิทธิผลของระบบระหว่างการทดลองใช้ระบบการเรียนการสอน ซึ่งผู้วิจัยตั้งไว้ว่า นักเรียนอย่างน้อยร้อยละ 80 ต้องได้คะแนนไม่ต่ำกว่าร้อยละ 70 ของคะแนนเต็มจากการสร้างแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์และแผนผังรูปตัววีในบทเรียนแต่ละบทเรียน

2) นำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาเคมีเรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ 2 ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมาไปทดสอบกับนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมในการสอบกลางภาคเรียนและแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ไปทดสอบตอนปลายภาค แล้วนำคะแนนที่ได้จากการทดสอบมาหาวิเคราะห์ดังนี้

2.1) นำคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาเคมีของนักเรียนแต่ละคนในกลุ่มทดลองไปเทียบกับเกณฑ์การประเมินประสิทธิผลของระบบหลังการทดลองใช้ระบบการเรียนการสอน ซึ่งผู้วิจัยตั้งไว้ว่านักเรียนอย่างน้อยร้อยละ 80 จะต้องได้คะแนนไม่ต่ำกว่าร้อยละ 50 ของคะแนนเต็มจากแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาเคมี

2.2) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม จากนั้นเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาเคมีจากการสอบกลางภาคเรียนและปลายภาคเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมโดยใช้สถิติทดสอบค่าที (t-test) เนื่องจากผลการทดสอบคะแนนความรู้พื้นฐานทางเคมีซึ่งได้จากการทดสอบก่อนเรียนไม่แตกต่างกัน

3) นำแบบวัดเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นไปทดสอบกับนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมหลังจากจบบทเรียนตอนปลายภาคแล้วนำคะแนนที่ได้จากการทดสอบมาหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากนั้นเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมโดยใช้สถิติทดสอบค่าที (t-test)

3) นำแบบสอบถามความคิดเห็นของครูเคมีเกี่ยวกับการเรียนการสอนโดยใช้ระบบการเรียนการสอนเพื่อการเรียนหรืออย่างมีความหมายในวิชาเคมี ที่ผู้วิจัยขึ้นไปตามความคิดเห็นของครูที่สอนวิชาเคมี ในโรงเรียนที่อยู่ในกลุ่มโรงเรียนเดียวกับ โรงเรียนที่ใช้ นักเรียนเป็นกลุ่มตัวอย่าง

ซึ่งได้จากการสุ่มอย่างจากโรงเรียนทั้งหมด 14 โรงเรียน มาจำนวน 6 โรงเรียน ได้ครูเคมีที่เป็นกลุ่มตัวอย่างรวม 12 คน พร้อมกับนำคู่มือการจัดการเรียนการสอนการเรียนการสอนโดยใช้ระบบการเรียนการสอนเพื่อการเรียนรู้อย่างมีความหมายในวิชาเคมีให้อ่านประกอบการตอบแบบสอบถาม และนำข้อมูลที่ได้มาแจกแจงความถี่และในส่วนที่เป็นคำถามปลายเปิดใช้การวิเคราะห์เนื้อเรื่อง

7. การปรับปรุงระบบการเรียนการสอน โดยใช้ข้อมูลจากการประเมินผลผลิตระบบการเรียนการสอน เป็นข้อมูลป้อนกลับเพื่อปรับปรุง ตัวป้อน กระบวนการ และ การประเมินผลต่อไป

### สถิติที่ใช้ในการวิจัย

#### 1. สถิติที่ใช้ตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1.1 การคำนวณระดับความยากของข้อสอบในแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบวัดความรู้พื้นฐานทางเคมี และแบบวัดคณितศเนพื้นฐาน

$$P = \frac{R_u + R_1}{2f} \quad (\text{ประคอง กรรณศต, 2530})$$

1.2 การคำนวณหาค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบในแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาเคมี แบบความรู้พื้นฐานทางเคมี และแบบวัดคณิตศเนพื้นฐานโดยใช้สูตร

$$D = \frac{R_u - R_1}{2f} \quad (\text{ประคอง กรรณศต, 2530})$$

เมื่อ	p	หมายถึง	ระดับความยากของข้อสอบ
	D	หมายถึง	ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ
	$R_u$	หมายถึง	จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มสูง
	$R_1$	หมายถึง	จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มต่ำ
	f	หมายถึง	จำนวนผู้ตอบในแต่ละกลุ่ม

1.3 การคำนวณหาค่าความเที่ยงของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี แบบวัดความรู้พื้นฐานและแบบวัดคณิตศเนพื้นฐานโดยใช้สูตร KR-20 (Kuder Richardson -20)

$$r_{KR-20} = \frac{k}{k-1} \frac{(1-\Sigma pq)}{s^2} \quad (\text{วิเชียร เกตุสิงห์, 2530})$$

เมื่อ	$r_{cc}$	หมายถึง	ค่าความเที่ยงของแบบวัด
	$k$	หมายถึง	จำนวนข้อสอบในแบบวัด
	$p$	หมายถึง	ค่าความยากของข้อสอบแต่ละข้อ
	$q$	=	$1-p$
	$s^2$	หมายถึง	ความแปรปรวนของคะแนนจากแบบวัด

## 2 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบวัดและแบบสอบถาม

2.1 สถิติใช้ในการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของคะแนนจากแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี และเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งใช้สถิติดังนี้

1) การหาค่าเฉลี่ย โดยใช้สูตร

$$\bar{X} = \frac{\Sigma X}{n} \quad (\text{กานดา พนลาภทวี, 2530})$$

2) การหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$$S.D. = \sqrt{\frac{n\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}{n(n-1)}} \quad (\text{กานดา พนลาภทวี, 2530})$$

3) การหาค่าความแปรปรวน โดยใช้สูตร

$$S^2 = \frac{n\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}{n(n-1)} \quad (\text{กานดา พนลาภทวี, 2530})$$

4) การเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยค่าสถิติทดสอบที (t-test) ในกรณีประชากรทั้งสองมีความแปรปรวนเท่ากัน

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{S_p^2 \left( \frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}} \quad (\text{บุญเรียง ทจรศิลป์, 2533})$$

$$\text{เมื่อ} \quad S_p^2 = \frac{(n_1 - 1) S_1^2 + (n_2 - 1) S_2^2}{(n_1 - 1) + (n_2 - 1)}$$

สำหรับในการวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรม SPSS<sup>™</sup> (Statistical Package for Social Science version x)

แผนภาพแสดงขั้นตอนการวิจัยสามารถแสดงได้ดังแผนภาพที่ 49 ดังนี้

### แผนภาพ 49 ขั้นตอนในการวิจัยเรื่อง

" การพัฒนาระบบการเรียนการสอนเพื่อการเรียนรู้ที่มีความหมายในวิชาวิทยาศาสตร์คานแนวคิดของ ออซูเบล โนแวก และโกวิน "

