

ผลการวิจัย

การนำเสนอผลการวิจัยเรื่อง การพัฒนาระบบการเรียนการสอนเพื่อการเรียนรู้อย่างมีความหมายในวิชาเคมี แบ่ง เป็น 2 ตอน คือ

- ตอนที่ 1 ผลการพัฒนาระบบการเรียนการสอนเพื่อการเรียนรู้อย่างมีความหมายในวิชาเคมี
- ตอนที่ 2 ผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบการเรียนการสอน

ตอนที่ 1 ผลการพัฒนาระบบการเรียนการสอนเพื่อการเรียนรู้อย่างมีความหมายในเคมี

1. ผลการวิเคราะห์แนวคิดและข้อมูลพื้นฐาน จากการศึกษาแนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องได้ผลดังนี้

1.1 จากการศึกษาวิเคราะห์แนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนาระบบการเรียนการสอน พบว่า การจัดการเรียนการสอนอย่างเป็นระบบจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ และองค์ประกอบที่สำคัญของระบบได้แก่ ตัวป้อน กระบวนการ ผลผลิต และควรมีกลไกในการควบคุมกระบวนการด้วย

1.2 จากการศึกษาวิเคราะห์ธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์ พบสรุปได้ว่า วิชาวิทยาศาสตร์ประกอบด้วยความรู้ส่วนที่เป็นเนื้อหา ซึ่งได้แก่ ข้อเท็จจริง กฎ หลักการ สมมุติฐาน ทฤษฎี และส่วนที่เป็นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ซึ่งการที่ผู้เรียนจะเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์นั้น ผู้เรียนควรเป็นผู้สืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเองให้มากที่สุดและในการเกิดความรู้ทางวิทยาศาสตร์ผู้เรียนอาจใช้ทั้งการอุปมา และการอุปนัย

1.3 จากการศึกษาวิเคราะห์แนวคิดเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ พบว่า มีแนวคิดพื้นฐานและลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ซึ่งสรุปได้ดังนี้

แนวคิดพื้นฐาน คือ ต้องสอนให้นักเรียนรู้จักคิดด้วยตนเอง รู้จักค้นคว้า และสามารถแก้ปัญหาด้วยการนำเอาวิธีการต่าง ๆ ของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้

ลักษณะสำคัญการเรียนการสอน เป็นการสอนที่มุ่งให้นักเรียนใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการค้นคว้าและแก้ปัญหาด้วยตนเองซึ่งจะทำให้เกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยใช้ในการทดลองและการอภิปรายเป็นกิจกรรมหลักและอาจนำเอาวิธีการสอนแบบอื่น ๆ เช่น การบรรยาย การสาธิตมาใช้ร่วมด้วยตามความจำเป็นและในโอกาสที่เหมาะสมโดยครูและนักเรียนมีบทบาทที่ดัดเทิ้มกัน

1.3 จากการวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับหลักสูตรและการจัดการเรียนการสอนวิชาเคมีในชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายสำหรับนักเรียนที่เน้นด้านวิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533 พบว่า

1) ปัญหาในการจัดการเรียนการสอนวิชาเคมี คือ นักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายยังมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาเคมีในระดับที่ต่ำ

2) หลักสูตรวิชาเคมีระดับมัธยมศึกษาตอนปลายประกอบด้วย 6 รายวิชาย่อย ทุกรายวิชาจะประกอบด้วยเนื้อหาที่เป็นหลักการ ทฤษฎีและเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับ โดยมีบททดลองผสมผสานกับเนื้อหาวิชา

3) จุดมุ่งหมายของวิชาเคมีเหมือนกับจุดมุ่งหมายของการสอนวิทยาศาสตร์สาขาอื่นๆ ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายซึ่งมีดังนี้

3.1) เพื่อให้มีความเข้าใจในหลักการและทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานของวิชาวิทยาศาสตร์

3.2) เพื่อให้มีความเข้าใจในลักษณะ ขอบเขตและข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์

3.3) เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

3.4) เพื่อให้มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์

3.5) เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย์และสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลและมีผลกระทบซึ่งกันและกัน

3.6) เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจเรื่องราวของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิตอย่างมีคุณค่า

4) การวัดผล ประกอบด้วยการวัดผลกลางภาคและการวัดผลปลายภาค โดยมีเกณฑ์ในการตัดสินผลการเรียนจากการนำคะแนนกลางภาครวมกับคะแนนปลายภาคเป็นทั้งหมด 100 คะแนน แล้วกำหนดผลการเรียนดังนี้

0 - 49	ได้ผลการเรียน	0	หมายถึง	ยังต้องปรับปรุง
50 - 59	ได้ผลการเรียน	1	หมายถึง	ผ่าน
60 - 69	ได้ผลการเรียน	2	หมายถึง	พอใช้
70 - 79	ได้ผลการเรียน	3	หมายถึง	ดี
80 - 100	ได้ผลการเรียน	4	หมายถึง	ดีมาก

1.4 จากแนวคิดของออร์เบลเกี่ยวกับการนำเสนอโครงสร้างความคิดล่วงหน้าในการเรียนการสอนสรุปได้ว่า ควรมีการนำเสนอโครงสร้างความคิดล่วงหน้าแก่ผู้เรียนก่อนที่จะทำการสอนเรื่องใด ๆ เพื่อให้โครงสร้างความคิดล่วงหน้าที่ช่วยทำหน้าที่เป็นสะพานเชื่อมโยงทางปัญญา (Cognitive Bridge) สำหรับความรู้ใหม่ที่จะเรียนเชื่อมโยงกับความรู้เดิมและสามารถสรุปลักษณะสำคัญของมโนทัศน์ล่วงหน้าตามความคิดของออร์เบลได้ดังนี้

1. เป็นสิ่งที่เสนอไว้ก่อนเรียน
2. มีความเป็นทั่วไปมากกว่าสิ่งที่เรียน (เป็นหลักการทั่วไป)
3. มีความเป็นนามธรรมมากกว่าสิ่งที่เรียน
4. กว้างและครอบคลุมสิ่งที่เรียน
5. เป็นมโนทัศน์ที่สำคัญที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่เรียน
6. สามารถเชื่อมโยงมโนทัศน์ใหม่กับมโนทัศน์เดิมในโครงสร้างของความรู้ของผู้เรียน

ผู้เรียน

1.5 จากแนวคิดของโนแวนด์เกี่ยวกับการใช้แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ในการเรียนการสอน สรุปแนวคิดได้ดังนี้

(1) ความรู้ในสมองของมนุษย์มีการจัดเป็นโครงสร้างทางปัญญาอย่างเป็นระบบ โดยมีการจัดลำดับความสัมพันธ์ของมโนทัศน์อย่างเป็นลำดับชั้นจากมโนทัศน์ที่กว้างและครอบคลุมไปสู่ มโนทัศน์ที่แคบและเฉพาะเจาะจง

(2) การเรียนรู้อย่างมีความหมายจะเกิดขึ้นเมื่อความรู้ใหม่สามารถเชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่มีอยู่ในโครงสร้างของความรู้

การสร้างแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์เป็นการจัดระบบของความรู้ของผู้เรียนให้สอดคล้องกับการจัดโครงสร้างทางปัญญาของความรู้ของมนุษย์ และมีการเชื่อมโยงกันระหว่างมโนทัศน์อย่างเป็นลำดับชั้น ซึ่งแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ของโนแวนด์สร้างขึ้นโดยยึดหลัก 2 ประการคือ

2.1) จัดมโนทัศน์ที่กว้างและครอบคลุมอยู่ด้านบนของแผนผังและจัดให้มโนทัศน์ที่แคบและมีความเฉพาะเจาะจงอยู่กัลดลงมาตามลำดับ (progressive - differentiation)

2.2) จัดให้มีการผสมผสานความรู้ใหม่เข้ากับความรู้เดิมอย่างระมัดระวัง ซึ่งทำได้โดยการหาค่ามาเชื่อมระหว่างมโนทัศน์ในแผนผังและเชื่อมระหว่างชุดของมโนทัศน์อย่างสมเหตุสมผล (integrative reconciliation)

1.6 จากแนวคิดของโกวินเกี่ยวกับการใช้แผนผังรูปตัววีในการเรียนการสอนเพื่อสรุปได้ ดังนี้ ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ควรทำให้ผู้เรียนเห็นความสัมพันธ์ระหว่างกระบวนการทางความคิดกับวิธีการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ กล่าวคือ ต้องให้ผู้เรียนเข้าใจโครงสร้างของความรู้ทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์อันจะนำไปสู่ความเข้าใจถึงธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์ซึ่งประกอบด้วย ความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การให้ผู้เรียนสร้างแผนผังรูปตัววีจะทำให้ผู้เรียนมีความเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างความคิดกับวิธีการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้ชัดเจนยิ่งขึ้น

2. ผลการสังเคราะห์แนวคิดของโนแวนในการกำหนดขั้นตอนการสอนให้นักเรียนสร้างแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์

จากการสังเคราะห์แนวคิดของโนแวนเกี่ยวกับการใช้แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ในการเรียนการสอนสามารถนำมาเป็นแนวทางในการกำหนดขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนเพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย ดังตารางที่ 15

ตารางที่ 15 แสดงการกำหนดขั้นตอนในการจัดการเรียนการสอนโดยใช้แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์

ขั้นตอนการสอนของนิเวศ	ขั้นตอนการสอนที่ผู้วิจัยพัฒนา
<p>ก. กิจกรรมการเตรียมตัวสร้างแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์</p> <p>1. ให้นักเรียนทำความเข้าใจ ---> ความหมายของมโนทัศน์ และยกตัวอย่างมโนทัศน์</p> <p>2. ครูยกตัวอย่างคำที่ใช้เชื่อมความสัมพันธ์ของมโนทัศน์แล้วสร้าง-> ประโยคสั้นๆ และให้นักเรียนแต่งประโยคสั้น ๆ ด้วยตนเอง</p> <p>ข. กิจกรรมสร้างแผนผัง</p> <p>1. ให้นักเรียนสร้างแผนผังฯ จากมโนทัศน์ที่กำหนดให้ ----></p> <p>2. ให้นักเรียนสร้างแผนผังจากเรื่องสั้นที่กำหนดให้ โดยเรียงลำดับความสำคัญของมโนทัศน์</p> <p>3. ให้นักเรียนสร้างแผนผังจากสิ่งที่สนใจแล้วนำมาเสนอในชั้นเรียน</p> <p>4. ครูอธิบายวิธีประเมินแผนผัง แล้วให้นักเรียนประเมินกรอบมโนทัศน์ ที่สร้างขึ้นโดยการอภิปรายร่วมกันในชั้นเรียน</p>	<p>1. ครูอธิบายให้นักเรียนเข้าใจความหมายของมโนทัศน์ และยกตัวอย่างมโนทัศน์</p> <p>2. ให้นักเรียนระบุมโนทัศน์ที่สำคัญจากบทเรียนที่กำลังเรียนอยู่</p> <p>3. ให้นักเรียนจัดลำดับมโนทัศน์ที่เลือกมาจากบทเรียน</p> <p>4. ให้นักเรียนจัดกลุ่มมโนทัศน์ที่มีความสัมพันธ์กัน</p> <p>5. ให้นักเรียนหากำเชื่อมความสัมพันธ์แต่ละมโนทัศน์เข้าด้วยกัน</p> <p>6. ให้นักเรียนเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของมโนทัศน์ต่างๆ โดยคำนึงถึงลำดับขั้นของมโนทัศน์ที่กว้างไปจนถึงมีความเฉพาะเจาะจงโดยทดลองเขียนใส่แผ่นกระดาษที่เคลื่อนไหวช้าได้ก่อนลงสมุด</p> <p>7. ครูสรุปโดยคัดเลือกแผนผังที่นักเรียนสร้างมา มาวิจารณ์และให้คะแนน จากนั้นให้ดูแผนผังที่ครูเตรียมมา</p>

3. ผลการสังเคราะห์แนวคิดของโกวินเพื่อกำหนดขั้นตอนในการสอนให้นักเรียนสร้างแผนผังรูปตัววี สรุปได้ดังตารางที่ 16

ตารางที่ 16 ขั้นตอนการสอนให้นักเรียนสร้างแผนผังรูปตัววีของโกวินและขั้นตอนการสอนที่ผู้วิจัยพัฒนา

ขั้นตอนการสอนของโกวิน(Gowin)	ขั้นตอนการสอนที่ผู้วิจัยพัฒนา
<p>1. ให้นักเรียนทำความเข้าใจกับความหมายและลักษณะของมโนทัศน์ที่เกี่ยวข้อง เหตุการณ์ และหรือวัตถุสิ่งของที่จะศึกษา</p> <p>2. แนะนำการบันทึกข้อมูลและการตั้งคำถามสำคัญโดยชี้ให้เห็นว่าลักษณะการบันทึกข้อมูลขึ้นอยู่กับลักษณะของคำถาม</p> <p>3. อธิบายให้นักเรียนเข้าใจเกี่ยวกับการจัดกระทำข้อมูล ซึ่งสามารถจัดกระทำได้หลายรูปแบบวิธีการ ซึ่งลักษณะการจัดกระทำข้อมูลนั้นจะเป็นตัวบ่งชี้ข้อความรู้ที่ได้</p> <p>4. อธิบายให้นักเรียนเข้าใจความหมายของหลักการ ทฤษฎี</p>	<p>1. ให้นักเรียนเขียนองค์ประกอบของแผนผังรูปตัววีในส่วนของมโนทัศน์ ซึ่งนักเรียนจะต้องรู้มาก่อนและเกี่ยวข้องกับบททดลอง</p> <p>2. ให้นักเรียนระบุคำถามสำคัญของเรื่องที่จะทำการทดลอง</p> <p>3. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงวิธีการทดลองแล้วให้นักเรียนระบุเหตุการณ์หรือวัตถุที่ศึกษา</p> <p>4. ครูแนะนำการบันทึกข้อมูลแล้วให้นักเรียนทำการทดลองและเขียนองค์ประกอบของแผนผังรูปตัววีในส่วนของการบันทึกข้อมูล</p> <p>5. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายในส่วนของการจัดกระทำข้อมูล</p> <p>6. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการทดลองจากการจัดกระทำข้อมูล แล้วสรุปผลการทดลอง</p> <p>7. เขียนองค์ประกอบของ แผนผังรูปตัววี ในส่วนของการหลักการ ที่ได้จากมโนทัศน์เดิมและมโนทัศน์ที่ได้จากการทดลองซึ่งสัมพันธ์กัน</p> <p>8. เขียนองค์ประกอบของ แผนผังรูปตัววี ในส่วนของการทฤษฎีที่ใช้อธิบายหลักการและ มโนทัศน์ ที่เกี่ยวข้อง (ถ้ามี)</p> <p>9. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อสรุปการทดลองโดยใช้แผนผังรูปตัววี ที่นักเรียนสร้างขึ้นแล้วให้ดูแผนผังรูปตัววีที่ครูเตรียมมา</p>

4. การกำหนดองค์ประกอบของระบบการเรียนการสอนเพื่อการเรียนรู้อย่างมีความหมายในวิชาเคมี

ในการกำหนดองค์ประกอบของระบบการเรียนการสอน ผู้วิจัยได้ศึกษาวรรณคดีที่เกี่ยวข้องกับระบบการเรียนการสอนแล้วเลือกจัดองค์ประกอบของระบบการเรียนการสอนด้วยวิธีการเชิงระบบ โดยใช้โครงสร้างของระบบตามแนวคิดของ เกลเซอร์ และใช้แนวคิดของออสเชล โนแวน และ โกวิน มาผสมผสานกันซึ่งผู้วิจัยได้กำหนดองค์ประกอบของระบบดังนี้

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

ส่วนการกำหนดรายละเอียดของระบบการเรียนการสอนเพื่อการเรียนรู้อย่างมีความหมายในวิชาเคมี ผู้วิจัยกำหนดรายละเอียดเกี่ยวกับ หลักการ จุดมุ่งหมาย ตัวป้อน กระบวนการ ผลผลิต และกลไกควบคุมโดยใช้ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาแนวคิดของ ออสเชล โนแวนและโกวิน ธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์ แนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้และข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ การจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ในปัจจุบัน ได้ดังนี้

จากหลักการเรียนรู้อย่างมีความหมายตามทฤษฎีการเรียนรู้อย่างมีความหมายของออสเชล กล่าวว่า การเรียนรู้อย่างมีความหมายจะเกิดขึ้นเมื่อ (1) ผู้เรียนมีความรู้เดิมเกี่ยวกับสิ่งที่จะเรียนอย่างเพียงพอ (2) ผู้เรียนต้องมีความตั้งใจที่จะเชื่อมโยงความรู้ใหม่เข้ากับความรู้เดิมที่มีอยู่ และ (3) ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ใหม่เข้ากับความรู้ความรู้เดิมในโครงสร้างทางปัญญา และจากธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์ที่ประกอบด้วยความรู้ทั้งส่วนที่เป็นเนื้อหา ได้แก่ ข้อเท็จจริง กฎ หลักการ สมมติฐาน ทฤษฎี และส่วนที่เป็นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยการเรียนรู้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้นจะต้องใช้การอุปมาน (inductive) และ การอุปมาน (deductive) ผู้วิจัยจึงนำหลักการในทฤษฎีการเรียนรู้อย่างมีความหมายมาผสมผสานกับธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์แล้วกำหนดเป็นหลักการของระบบการเรียนการสอนเพื่อการเรียนรู้อย่างมีความหมายในเคมีดังนี้

ก. หลักการของระบบการเรียนรู้การสอน

- (1) การจัดการเรียนรู้การสอนในเคมีอย่างเป็นระบบจะทำให้การผู้เรียนเรียนรู้ในวิชาเคมีมีประสิทธิภาพ
- (2) ในการสอนวิชาเคมีควรจัดการเรียนรู้การสอนให้สอดคล้องกับธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์โดยให้ผู้เรียนเป็นผู้สืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเองให้มากที่สุด
- (3) การที่ผู้เรียนมีความรู้พื้นฐานเดิมในวิชาเคมีที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่จะเรียนอย่างไรเพียงพอจะทำให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ใหม่ในวิชาเคมีไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมได้
- (4) การสร้างความตั้งใจให้แก่ผู้เรียนในการเรียนวิชาเคมีจะช่วยให้ผู้เรียนพร้อมที่จะเชื่อมโยงความรู้ใหม่ทางเคมีเข้ากับความรู้อยู่เดิมในโครงสร้างทางปัญญา
- (5) การที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้วิชาเคมีอย่างมีความหมาย สามารถใช้วิธีการที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเชื่อมโยงระหว่างความรู้ใหม่ทางเคมีที่ได้เรียนกับความรู้อยู่เดิมได้ดังต่อไปนี้คือ

(5.1) การนำเสนอโครงสร้างความคิดล่วงหน้าสำหรับเนื้อหาในเคมีจะช่วยทำหน้าที่เป็นสะพานเชื่อมโยงความรู้ใหม่ทางวิทยาศาสตร์ที่จะเรียนกับความรู้อยู่เดิม

(5.2) การใช้แผนผังรูปตัววีจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดมโนทัศน์ทางเคมีโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และชี้ให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ทางเคมีที่มียู่เดิมกับกระบวนการแสวงหาความรู้ที่ใช้ในการแสวงหาความรู้ใหม่ทางวิทยาศาสตร์

(5.3) การให้ผู้เรียนสร้างแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์จะช่วยให้ผู้เรียนจัดระบบความรู้ทางเคมีที่ได้เรียนรู้ใหม่กับความรู้ทางเคมีที่มียู่เดิมในโครงสร้างทางพุทธิปัญญาโดยนำมาเชื่อมโยงกันอย่างเป็นลำดับขั้นจากมโนทัศน์ที่กว้างและครอบคลุมไปสู่มโนทัศน์ที่แคบและเฉพาะเจาะจง

ข. จุดมุ่งหมายของระบบการเรียนรู้การสอน

เพื่อให้แก่เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมายในเนื้อหาความรู้ทางเคมีใหม่ ๆ ตามบทเรียนและมีเจตคติที่ดีต่อวิชาวิทยาศาสตร์

ค. โครงสร้างของระบบการเรียนรู้การสอน ประกอบด้วย ตัวป้อน กระบวนการ ผลผลิต และกลไกควบคุมสามารถกำหนดเป็นองค์ประกอบโดยละเอียดได้ดังนี้

ตัวป้อน ประกอบด้วย

1. ด้านจุดประสงค์ของการเรียนการสอน ประกอบด้วย
 - 1.1 จุดประสงค์การเรียนรู้วิชาเคมี
 - 1.2 ค่าอธิบายรายวิชาเคมี
2. ด้านเนื้อหาวิชาเคมี ประกอบด้วย
 - 2.1 มโนทัศน์ที่จะสอน
 - 2.2 เนื้อหาที่จัดหมวดหมู่และจัดลำดับจากมโนทัศน์ที่กว้างไปสู่มโนทัศน์เฉพาะเจาะจง
 - 2.3 โครงสร้างความคิดล่วงหน้า แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์และแผนผังรูปตัววีแม่แบบ
3. ด้านตัวนักเรียน ประกอบด้วย
 - 3.1 มโนทัศน์พื้นฐานสำหรับเรื่องที่จะเรียนในแต่ละบทเรียน
 - 3.2 ทักษะในการสร้างแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์และแผนผังรูปตัววี
4. ด้านสื่อการเรียนการสอน ประกอบด้วย
 - 4.1 แผนการสอนวิชาเคมีโดยใช้วิชาเสนอโครงสร้างความคิดล่วงหน้า แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์และแผนผังรูปตัววี
 - 4.2 อุปกรณ์ประกอบการสอนรวมทั้งอุปกรณ์การทดลอง
 - 4.3 แบบบันทึกแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์และแผนผังรูปตัววีของนักเรียน
5. ด้านตัวครู ประกอบด้วย
 - 5.1 ความรู้เกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนตามระบบการเรียนการสอนเพื่อการเรียนรู้ที่มีความหมายในวิชาเคมี
6. ด้านเครื่องมือประเมินผล
 - 6.1 แบบวัดมโนทัศน์พื้นฐาน
 - 6.2 แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี
 - 6.3 แบบวัดเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์

กระบวนการ สืบเคราะห์จากแนวคิดของ ออซุเบล โนแวก และโกวินโดยนำแนวคิดของทั้ง 3 ทำนมาผสมผสานกันเป็นกระบวนการเรียนการสอนโดยมีการผสมผสานกันตามลักษณะของเนื้อหาในบทเรียนดังนี้

บทเรียนที่เป็นเนื้อหา ผู้วิจัยนำแนวคิดของออซุเบลมาผสมผสานกับแนวคิดของโนแวก

1. นำเสนอโครงสร้างความคิดล่วงหน้าในการสอนชั้นแรก เนื่องจากออร์ซุเบลเสนอว่า การนำเสนอสถาปัตยกรรมความคิดล่วงหน้าก่อนสอนเพื่อช่วยจัดเตรียมโครงสร้างของความรู้ของผู้เรียนให้พร้อมที่จะเชื่อมโยงกับมโนทัศน์ใหม่ที่จะเรียน

2. ใช้แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ในชั้นสรุปทบทวน หลังจากการสอนให้นักเรียน เกิดมโนทัศน์ด้วยการอภิปราย อธิบายให้ความรู้ หรือวิธสอนให้เกิดมโนทัศน์แบบอื่น ๆ เนื่องจาก โทแวน ได้พัฒนาวิธีการสร้างแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์เพื่อช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมายโดยช่วยให้นักเรียนเห็นความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์อย่างเป็นลำดับขั้นจากมโนทัศน์ที่กว้างและครอบคลุมไปสู่มโนทัศน์ที่แคบและเฉพาะเจาะจงโดยใช้หลักการแยกแยะความแตกต่างเชิงก้าวหน้า (Progressive Differentiation) และการประสานสัมพันธ์เชิงบูรณาการ (Integrative - Reconciliation) ระหว่างมโนทัศน์ ซึ่งเหมาะที่จะใช้ในการสรุปทบทวนให้นักเรียนเห็นความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องในเรื่องนี้ทั้งหมด

บทเรียนเกมปฏิบัติการทดลอง ผู้วิจัยนำแนวคิดของออร์ซุเบล โทแวนและโกวินมาผสมผสานกันดังนี้

1. นำเสนอโครงสร้างความคิดล่วงหน้าในการสอนชั้นแรก เนื่องจากโครงสร้างความคิดล่วงหน้าที่นำเสนอก่อนสอนเพื่อช่วยจัดเตรียมโครงสร้างของความรู้ของผู้เรียนให้พร้อมที่จะเชื่อมโยงกับมโนทัศน์ใหม่ที่จะเรียน

2. ใช้แผนผังรูปตัววีในการสอนให้เกิดมโนทัศน์ ในเรื่องที่เป็นปฏิบัติการทดลอง เนื่องจาก โทแวน ได้พัฒนาแผนผังรูปตัววีเพื่อให้นักเรียนเห็นความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่มีอยู่เดิมกับกระบวนการแสวงหาความรู้ที่ใช้ในการแสวงหาความรู้ใหม่และความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ใหม่กับมโนทัศน์เดิม

3. ใช้แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ในชั้นสรุปทบทวน เนื่องจาก การสร้างแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์จะช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมายโดยช่วยให้นักเรียนเห็นความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์อย่างเป็นลำดับขั้นจากมโนทัศน์ที่กว้างและครอบคลุมไปสู่มโนทัศน์ที่แคบและเฉพาะเจาะจง ซึ่งเหมาะที่จะใช้ในการสรุปทบทวนให้นักเรียนเห็นความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องในเรื่องนี้ทั้งหมด

จากการผสมผสานแนวคิดของออร์ซุเบล โทแวน และโกวินสามารถนำมากำหนดเป็นกระบวนการการการสอนแต่ละเอชตามลักษณะของเนื้อหาได้ดังนี้

กระบวนการเรียนการสอนบทเรียนที่เป็นเนื้อหา ประกอบด้วยขั้นตอนดังนี้

- 1 การทดสอบมโนทัศน์พื้นฐานก่อนสอน และสอนทบทวนมโนทัศน์ที่นักเรียน
ยังขาดอยู่
- 2 ชี้นำ ประกอบด้วย
 - (1) แจกจุดประสงค์การเรียนรู้
 - (2) ทบทวนความรู้เดิม
 - (4) ถามคำถามนักเรียนเพื่อนำเข้าสู่บทเรียน
- 3 ชี้นำสอน ประกอบด้วย
 - (1) ครุ่นำเสนอโครงสร้างความคิดล่วงหน้าของเรื่องที่จะเรียน
 - (2) สอนให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์และเกิดการเชื่อมโยงระหว่าง
มโนทัศน์เดิมกับมโนทัศน์ใหม่ โดยการอธิบาย การอภิปราย
หรือวิธีการสอนแบบอื่น
- 4 ชี้นำสรุป
ให้นักเรียนสร้างแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์เนื้อหาสรุป
เป็นความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ที่ได้เรียนและกับมโนทัศน์เดิม
- 5 ชี้นำประเมินผล ครูประเมินผลการเรียนรู้จาก
 - (1) การทดสอบหลังเรียน
 - (2) การซักถาม
 - (3) การทำแบบฝึกหัด
 - (4) การสร้างแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ของนักเรียน
ตามหัวข้อที่กำหนด

ผลผลิต ประกอบด้วย

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี
2. เจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์

กลไกควบคุม เป็นวิธีการที่จะช่วยให้ผู้เรียนมีความตั้งใจที่จะคิดเชื่อมโยงความรู้เดิม
กับความรู้ใหม่ซึ่งจะต้องใช้ทั้งในชี้นำ ชี้นำสอน ประกอบด้วยวิธีการต่าง ๆ ดังนี้

1. การใช้คำถาม
2. การสังเกตความตั้งใจในการเรียน โดยสังเกตเกี่ยวกับ



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

กระบวนการเรียนการสอนบทเรียนที่เป็นการทดลอง ประกอบด้วยขั้นตอนดังนี้

- 1 การทดสอบมโนทัศน์พื้นฐานก่อนสอน และสอนบททวนมโนทัศน์แก่นักเรียน
ยังขาดอยู่
- 2 ขั้นนำ ประกอบด้วย
 - (1) แจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้
 - (2) ทบทวนความรู้เดิม
 - (4) ถามคำถามนักเรียนเพื่อเข้าสู่วิธีสอน
- 3 ขั้นสอน ประกอบด้วย
 - (1) ครูนำเสนอโครงสร้างความคิดล่วงหน้าของเรื่องที่จะเรียน
 - (2) สอนให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์และเกิดการเชื่อมโยงระหว่างมโนทัศน์เดิมกับมโนทัศน์ใหม่ โดยให้นักเรียนทำการทดลองและสร้างแผนผังรูปตัววีประกอบเรื่องที่ทดลอง
- 4 ขั้นสรุป
ให้นักเรียนสร้างแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์เพื่อสรุปเป็นความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ที่ได้เรียนและกับมโนทัศน์เดิม
- 5 ขั้นประเมินผล ครูประเมินผลการเรียนรู้จาก
 - (1) การทดสอบหลังเรียน
 - (2) การซักถาม
 - (3) การทำแบบฝึกหัด
 - (4) การสร้างแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์และแผนผังรูปตัววีของนักเรียนตามหัวข้อที่กำหนด

ผลผลิต ประกอบด้วย

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี
2. เจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์

กลไกควบคุม ใช้วิธีการเช่นเดียวกับกลไกควบคุมสำหรับบทเรียนที่เป็นเนื้อหา

สำหรับการกำหนดกระบวนการเรียนการสอนสำหรับบทเรียนที่เป็นเนื้อหาและบทเรียนที่เป็น
การทดลองสามารถแสดงผลการสังเกตได้ดังตารางที่ 17 และตารางที่ 18 ตามลำดับ

ตารางที่ 17 ขั้นตอนการสอนตามระบบทฤษฎีพัฒนา (สำหรับบทเรียนที่เนื้อหา)

ธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์	หลักการของบลูม	หลักการของโรวด์	ขั้นตอนการสอนของผู้วิจัย	เหตุผลในการกำหนดขั้นตอน
	ผู้เรียนต้องมีความรู้เดิมที่สามารถเชื่อมโยงกับสิ่งที่เรียน		-ทดสอบในทศวรรษก่อนของนักเรียนก่อนสอน -สอนทบทวนในทศวรรษก่อนเรียนถึงเวลาออก	-เพื่อสำรวจว่านักเรียนมีพื้นฐานเกี่ยวกับเรื่องที่จะเรียนหรือไม่ -เพื่อให้นักเรียนมีพื้นฐานที่เกี่ยวกับเรื่องที่จะเรียน
	ผู้เรียนต้องมีความตั้งใจที่จะคิดเชื่อมโยงมโนทัศน์ใหม่เข้ากับมโนทัศน์เดิมเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย		ขั้นนำ -แจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ -ทบทวนความรู้เดิม -ถามคำถามเพื่อนำเข้าสู่บทเรียน	เพื่อให้นักเรียนมีความพร้อมที่จะเชื่อมโยงมโนทัศน์ใหม่เข้ากับมโนทัศน์เดิมในโครงสร้างทางปัญญาของนักเรียน
	ควรวินิจฉัยโครงสร้างความคิดล่วงหน้าเพื่อทำหน้าที่ช่วยเป็นสะพานเชื่อมระหว่างความรู้เดิมกับความรู้ใหม่		ขั้นสอน 1. ครูเสนอโครงสร้างความคิดล่วงหน้าสำหรับสิ่งที่เรียน	เพื่อให้โครงสร้างความคิดล่วงหน้าทำหน้าที่เป็นสะพานเชื่อมระหว่างมโนทัศน์ใหม่กับมโนทัศน์เดิมในโครงสร้างทางปัญญา
เนื้อหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ประกอบด้วยข้อเท็จจริง กฎ หลักการ สมมุติฐาน ทฤษฎี ซึ่งมีความสัมพันธ์โดยความรู้ประเภทต่าง ๆ ได้จากการอุปมาและอุปนัยระหว่างความรู้ใหม่กับความรู้เดิม	การเรียนรู้ที่มีความหมายจะเกิดขึ้นเมื่อผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงระหว่างความรู้เดิมกับความรู้ใหม่		2. สอนให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์และเกิดการเชื่อมโยงระหว่างมโนทัศน์เดิมกับมโนทัศน์ใหม่โดยการใช้การอุปมา การอุปนัย หรือคำอธิบายอื่น ๆ	เพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ที่มีความหมายจากการคิดเชื่อมโยงระหว่างมโนทัศน์ใหม่กับมโนทัศน์เดิมในโครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่เดิม
		การเรียนรู้ที่มีความหมายจะเกิดขึ้นเมื่อผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงมโนทัศน์เดิมกับมโนทัศน์ใหม่ได้ และมีการจัดระบบความรู้ใหม่ที่สามารถสอดคล้องกับโครงสร้างทางปัญญาในสมอง โดยจัดลำดับความสัมพันธ์ของมโนทัศน์ที่กว้างไปสู่มโนทัศน์ที่แคบโดยการเรียนรู้เป็นแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์	ขั้นสรุป ให้นักเรียนสร้างแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์เพื่อสรุปเรื่องที่เรียน	เพื่อให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงระหว่างมโนทัศน์เดิมกับมโนทัศน์ใหม่ซึ่งจะทำให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมายและเป็นการจัดระบบความรู้ทำให้เกิดความคงทนในการเรียนรู้
			ขั้นประเมินผล สรุปประเมินผลจากการเรียนรู้ -การทดสอบหลังเรียนโดยใช้แบบทดสอบที่ครูเตรียมไว้ -การตอบคำถามของนักเรียนในชั้นเรียน -การทำแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน -การแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ตามหัวข้อที่ครูกำหนดหลังจบบทเรียน	เพื่อเป็นการวัดการประเมินผลการเรียนรู้ผลการเรียนการสอนตามระบบการเรียนการสอนระหว่างเรียน

ตารางที่ 18 ขั้นตอนการสอนตามระบบที่ผู้วิจัยพัฒนา (สำหรับบทเรียนที่เป็นการทดลอง)

ธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์	หลักการของออร์เบล	หลักการของโบนาค	หลักการของโทควิน	ขั้นตอนการสอนของผู้วิจัย	เหตุผลในการกำหนดขั้นตอน
	ผู้เรียนต้องมีความรู้เดิมที่สามารถเชื่อมโยงกับสิ่งที่จะเรียน			-ทดสอบมโนทัศน์พื้นฐานของนักเรียนก่อนสอน -สอนทบทวนมโนทัศน์ที่นักเรียนยังอาจอยู่	-เพื่อสำรวจว่านักเรียนมีมโนทัศน์เกี่ยวกับเรื่องที่จะเรียนหรือไม่ -เพื่อให้เด็กเรียนมีมโนทัศน์ที่เกี่ยวกับเรื่องที่จะเรียน
	ผู้เรียนต้องมีความตั้งใจที่จะคิดเชื่อมโยงมโนทัศน์ใหม่เข้ากับมโนทัศน์เดิมเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย			ขั้นนำ -จับจุดประสงค์การเรียนรู้ -ทบทวนความรู้เดิม -ถามคำถามเพื่อนำเข้าสู่บทเรียน	เพื่อให้เด็กเรียนมีความพร้อมที่จะเชื่อมโยงมโนทัศน์ใหม่เข้ากับมโนทัศน์เดิมในโครงสร้างทางปัญญาของนักเรียน
ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ประกอบด้วยเนื้อหา ความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	ควรให้โครงสร้างความคิดล่วงหน้าเพื่อกำหนดที่เข้าเป็นสะพานเชื่อมระหว่างความรู้เดิมกับความรู้ใหม่			ขั้นสอน 1. ครูเสนอโครงสร้างความคิดล่วงหน้าสำหรับสิ่งที่จะเรียน	เพื่อให้โครงสร้างความคิดล่วงหน้าทำหน้าที่เป็นสะพานเชื่อมโยงระหว่างมโนทัศน์ใหม่กับมโนทัศน์เดิมในโครงสร้างทางปัญญา
การแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีลักษณะเป็นการเปลี่ยนแปลงการสะสมเนื้อหาความรู้ประเภทต่าง ๆ เพื่อเสริมสร้างเชื่อมั่นในความรู้เดิมโดยอาศัยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	การเรียนรู้ที่มีความหมายจะเกิดขึ้นเมื่อผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงระหว่างความรู้เดิมกับความรู้ใหม่	และ	ในการเรียนวิทยาศาสตร์ควรให้เด็กเรียนเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างความรู้เดิมที่มีอยู่กับวิธีการสืบเสาะหาความรู้ที่ใหม่และเห็นความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างของความรู้ทางวิทยาศาสตร์กับกระบวนการแสวงหาความรู้โดยการเรียนรู้แบบมุ่งรูปตัววีประกอบเรื่องที่จะศึกษา	2. สอนให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์และเกิดการเชื่อมโยงระหว่างมโนทัศน์เดิมกับมโนทัศน์ใหม่โดยให้นักเรียนทำการทดลองและเขียนแผนผังรูปตัววีประกอบเรื่องที่จะทดลอง	เพื่อให้เด็กเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมายจากการคิดเชื่อมโยงระหว่างมโนทัศน์ใหม่กับมโนทัศน์เดิมในโครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่เดิม
เนื้อหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ประกอบด้วย ข้อเท็จจริง กฎ หลักการ สมมุติฐาน ทฤษฎี ซึ่งมีความสัมพันธ์โดยความรู้ประเภทต่าง ๆ ได้จากการอุปมาและอุปนัยระหว่างความรู้ใหม่กับความรู้เดิม	การเรียนรู้ที่มีความหมายจะเกิดขึ้นเมื่อผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงมโนทัศน์เดิมกับมโนทัศน์ใหม่ได้ และมีการจัดระบบความรู้ให้สามารถสอดคล้องกับโครงสร้างทางปัญญาในสมอง โดยจัดลำดับความสัมพันธ์ของมโนทัศน์ที่กว้างไปสู่มโนทัศน์ที่แคบโดยการเขียนเป็นแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์			ขั้นสรุป ให้นักเรียนสร้างแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์เพื่อสรุปเรื่องที่เรียน	เพื่อให้เด็กเรียนสามารถเชื่อมโยงระหว่างมโนทัศน์เดิมกับมโนทัศน์ใหม่ซึ่งจะทำให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมายและเป็นการจัดระบบความรู้ทำให้เกิดความคงทนในการเรียนรู้
วิธีการหนึ่งที่จะทำให้ได้มาซึ่งเนื้อหาความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์คือ การค้นคว้าทดลอง				ขั้นประเมินผล ครูประเมินผลจากการเรียนรู้ -การทดสอบหลังเรียนโดยใช้แบบทดสอบที่ครูเตรียมไว้ -การตอบคำถามของนักเรียนในชั้นเรียน -การทำแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน -การสร้างแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์และแผนผังรูปตัววีความหัวข้อที่ครูกำหนดหลังจบบทเรียน	เพื่อเป็นการวัดการประเมินผลการเรียนรู้ผลการเรียนการสอนตามระบบการเรียนการสอนระหว่างเรียน

หลังจากที่นำระบบการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยพัฒนาไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบแล้วผู้ทรงคุณวุฒิได้ให้ข้อเสนอแนะในการในการปรับปรุงของระบบการเรียนการสอนดังนี้

1. ด้านตัวป้อน มีการแก้ไขในส่วนขององค์ประกอบย่อยบางส่วนดังนี้คือ

1.1 ด้านจุดประสงค์การเรียนการสอน มีการแก้ไขดังนี้

ผู้ทรงคุณวุฒิเสนอให้ตัดคำอธิบายรายวิชาออกจากตัวป้อนด้านจุดประสงค์การเรียน ซึ่งผู้วิจัยก็เห็นด้วยและได้ตัดคำอธิบายรายวิชาออกจากตัวป้อนด้านจุดประสงค์การเรียนในระบบการเรียนการสอนออกไป

1.2 ด้านเนื้อหา ไม่มีการปรับปรุง

1.3 ด้านตัวนักเรียน มีการปรับปรุงดังนี้

ผู้ทรงคุณวุฒิเสนอให้เพิ่มความรู้เกี่ยวกับการสร้างแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์และการเขียนแผนผังรูปตัววี ผู้วิจัยก็ได้เพิ่มเติมความรู้เกี่ยวกับการสร้างแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์และการเขียนแผนผังรูปตัววีลงในตัวป้อนด้านตัวนักเรียน

1.4 ด้านสื่อการเรียนการสอน มีการแก้ไขดังนี้

ผู้ทรงคุณวุฒิเสนอให้ตัดอุปกรณ์ที่เป็นแผ่นใสแสดงโครงสร้างความคิดล่วงหน้า แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ และแผนผังรูปตัววีออกเนื่องจากอาจไม่เหมาะสมกับสภาพห้องเรียนที่ไม่มีเครื่องฉายข้ามศีรษะ โดยให้เปลี่ยนเป็นเสนอด้วยแผ่นเอกสารแทน และเพิ่มสมุดคู่มือการบันทึก แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์และแผนผังรูปตัววีด้วย ซึ่งผู้วิจัยเห็นด้วยและได้แก้ไขตามคำแนะนำดังกล่าวในตัวป้อนด้านสื่อการเรียนการสอน

1.5 ด้านเครื่องมือประเมิน ไม่มีการแก้ไขปรับปรุง

1.6 ด้านตัวครู ไม่มีการแก้ไขปรับปรุง

2. ด้านกระบวนการ ผู้ทรงคุณวุฒิเสนอให้มีการปรับปรุงแก้ไขดังนี้

2.1 ให้ขยายความการถามคำถามนักเรียนในชั้นนำ โดยเพิ่มเป็นการถามคำถามเพื่อนำเข้าสู่บทเรียน

2.2 ให้ขยายความวิธีการประเมินผลการเรียนรู้ โดยขยายความการทดสอบหลังเรียนให้ละเอียดขึ้นโดยเพิ่มเติมการทดสอบหลังเรียนโดยใช้แบบทดสอบที่ครูเตรียมไว้

2.3 ให้ขยายความการซักถาม เป็นการตอบคำถามของนักเรียนในชั้นเรียน

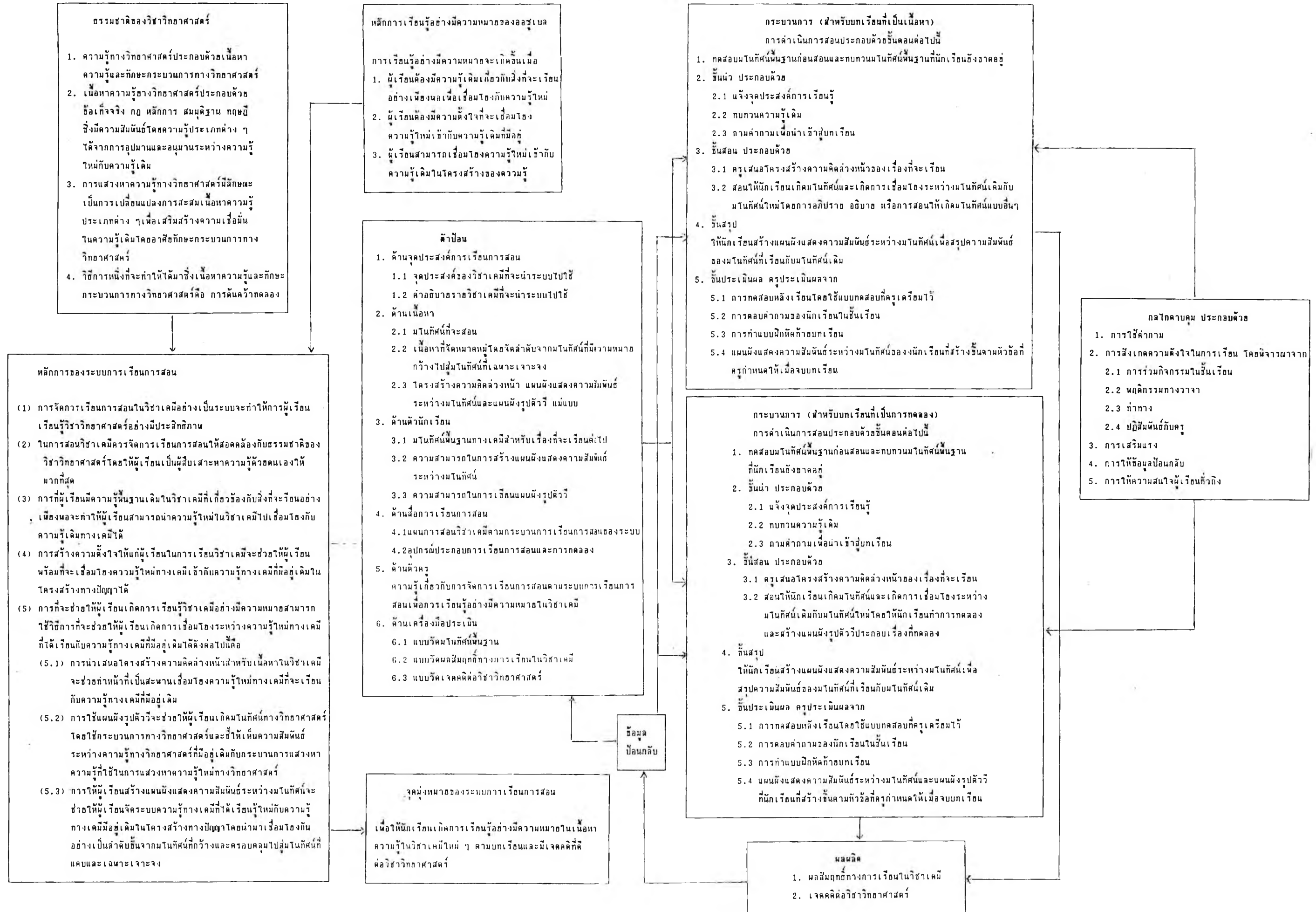
2.4 ให้ขยายความเกี่ยวกับการทำแบบฝึกหัดเป็น การทำแบบฝึกหัดทำอบทเรียน

2.5 ให้ขยายความแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์และแผนผังรูปตัววีที่นักเรียนสร้างขึ้นตามหัวข้อที่ครูกำหนด โดยเพิ่มคำว่าเมื่อจบบทเรียน

จากข้อเสนอแนะที่ผู้วิจัยนำมาแก้ไขปรับปรุงด้านกระบวนการตามข้อเสนอแนะนั้นทุกประการ

3. ด้านผลผลิต ไม่มีการปรับปรุง

สำหรับองค์ประกอบของระบบการเรียนการสอนเพื่อการเรียนรู้ที่มีความหมายในวิชาเคมี ที่ปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิแล้ว ผู้วิจัยนำมาสรุปเป็นระบบการเรียนการสอนเพื่อการเรียนรู้ที่มีความหมายในวิชาเคมี ที่นำไปทดลองใช้จริง ดังแผนภาพที่ 50



ตอนที่ 2 ผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบการเรียนการสอน

ในการนำระบบการเรียนการสอนไปทดลองใช้กับผู้วิจัยมีการประเมินประสิทธิภาพของระบบการเรียนการสอนในชั้นต่าง ๆ ได้ผลดังนี้

1) ผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบการเรียนการสอนระหว่างทดลองใช้ ในระหว่างการทดลองใช้ระบบการเรียนการสอน ผู้วิจัยตรวจแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์และแผนผังรูปตัววีที่นักเรียนสร้างขึ้นตามหัวข้อที่กำหนดแล้วให้คะแนน ซึ่งคะแนนของนักเรียนที่ได้ถือเป็นคะแนนที่แสดงถึงผลการเรียนรู้อย่างมีความหมายอันเป็นผลจากการเชื่อมโยงระหว่างมโนทัศน์ใหม่เข้ากับมโนทัศน์เดิม คะแนนที่นักเรียนแต่ละคนในกลุ่มทดลองได้จากการเขียนแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์และแผนผังรูปตัววีจากบทเรียนเรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ 2 และ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี เป็นดังนี้

ตารางที่ 19 คะแนนจากการเขียนแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ 2

นักเรียน เลขที่	หัวข้อเรื่อง						รวม	ร้อยละ ของ คะแนน ที่ได้
	ความเข้มข้น ของสาร ละลาย (25คะแนน)	การเตรียม สารละลาย (17คะแนน)	สมบัติของ สารละลาย (16คะแนน)	ปริมาณ สัมพันธ์ ของก๊าซ (10คะแนน)	การคำนวณ หาสูตรเคมี (14คะแนน)	การคำนวณ เกี่ยวกับ สมการเคมี (25คะแนน)		
1	18	12	15	7	12	20	84	75.50
2	19	13	14	6	13	22	87	81.31
3	21	15	15	8	13	23	95	88.79
4	20	12	13	7	12	21	85	79.44
5	22	14	14	8	12	22	92	85.98
6	17	15	12	8	13	20	85	79.44
7	18	13	14	7	12	20	84	78.50
8	23	14	15	9	13	23	97	90.65
9	17	13	12	7	12	19	80	74.77
10	23	14	14	9	13	22	95	88.79
11	19	11	12	7	12	19	80	74.77
12	18	12	13	6	11	18	78	72.90

ตารางที่ 19 (ต่อ)

นักเรียน เลขที่	หัวข้อเรื่อง						รวม 107 คะแนน	ร้อยละ ของ คะแนน ที่ได้
	ความเข้มข้น ของสาร ละลาย (25คะแนน)	การเตรียม สารละลาย (17คะแนน)	สมบัติของ สารละลาย (16คะแนน)	ปริมาณ สัมพันธ์ ของก๊าซ (10คะแนน)	การคำนวณ หาสูตรเคมี (14คะแนน)	การคำนวณ เกี่ยวกับ สมการเคมี (25คะแนน)		
13	19	15	12	8	12	20	86	80.37
14	17	12	11	6	10	19	75	70.09
15	18	11	12	6	11	18	76	71.03
16	20	12	11	7	12	22	84	78.50
17	19	13	12	8	12	19	83	77.57
18	23	15	14	9	13	24	98	91.59
19	23	14	14	8	13	23	95	88.78
20	17	10	14	7	12	22	82	76.63
21	20	11	12	7	11	20	81	75.70
22	21	12	12	8	13	23	89	83.18
23	17	10	10	6	10	19	72	67.29
24	19	11	12	7	10	20	79	73.83
25	20	12	11	8	12	21	84	78.50
26	18	11	12	6	12	21	80	74.77
27	24	15	15	9	12	23	98	91.96
28	19	10	10	8	10	20	77	71.96
29	18	12	11	6	11	21	79	73.83
30	17	10	11	6	12	20	76	71.03
31	20	12	11	7	12	19	81	75.70
32	24	14	15	9	14	24	100	93.46

ตารางที่ 19 (ต่อ)

นักเรียน เลขที่	หัวข้อเรื่อง						รวม คะแนน	ร้อยละ ที่ได้
	ความเข้มข้น ของสาร ละลาย (25คะแนน)	การเตรียม สารละลาย (17คะแนน)	สมบัติของ สารละลาย (16คะแนน)	ปริมาณ สัมพันธ์ ของก๊าซ (10คะแนน)	การคำนวณ หาสูตรเคมี (14คะแนน)	การคำนวณ เกี่ยวกับ สมการเคมี (25คะแนน)		
33	22	16	15	9	12	23	97	90.65
34	18	11	10	6	10	19	74	69.16
35	20	13	14	7	12	21	87	81.31
36	19	15	12	6	10	20	82	76.64
37	17	10	10	6	10	19	72	67.29
38	19	12	9	8	10	18	76	71.03
39	20	15	12	7	10	12	76	71.03
40	23	15	12	7	10	12	79	73.83
41	19	12	13	8	12	12	76	71.03
42	21	15	12	8	13	15	84	78.50
43	20	10	10	8	12	20	80	74.77

ตารางที่ 20 คะแนนจากการเขียนแผนผังรูปตัววีในแต่ละการทดลองในบทเรียนเรื่อง
ปริมาณสารสัมพันธ์ 2 (ทุกการทดลองมีคะแนนเต็ม 10 คะแนน)

นักเรียน เลขที่	การทดลองที่				รวม	ร้อยละของ คะแนน ที่ได้	นักเรียน เลขที่	การทดลองที่				รวม	ร้อยละของ คะแนน ที่ได้
	8.1	8.2	8.3	8.4				8.1	8.2	8.3	8.4		
1	8	8	9	9	34	85.00	23	7	7	8	8	30	75.00
2	8	8	9	9	34	85.00	24	8	8	8	9	33	82.50
3	10	10	9	10	39	97.50	25	8	9	8	9	34	85.00
4	8	8	9	9	34	85.00	26	7	8	9	9	33	82.50
5	10	10	10	9	39	97.50	27	10	10	10	10	40	100.00
6	8	8	9	9	34	85.00	28	7	8	9	9	33	82.50
7	9	9	9	10	37	92.50	29	6	7	8	8	29	72.50
8	10	9	10	10	39	97.50	30	7	8	8	8	31	77.50
9	8	8	9	8	33	82.50	31	8	9	9	9	35	87.50
10	10	10	10	9	39	97.50	32	10	10	9	10	39	97.50
11	7	8	8	7	30	75.00	33	9	9	10	10	38	95.00
12	8	8	9	9	34	85.00	34	7	7	8	8	30	75.00
13	9	8	8	9	34	85.00	35	7	7	8	9	31	77.50
14	7	7	8	8	30	75.00	36	7	8	8	9	32	80.00
15	8	7	8	8	31	77.00	37	7	8	8	8	31	77.50
16	9	8	9	8	34	85.00	38	8	8	8	9	33	82.50
17	8	9	9	9	35	87.50	39	9	9	8	9	35	87.50
18	10	10	9	10	39	97.50	40	10	10	10	10	40	100.00
19	10	9	10	10	39	97.50	41	9	9	9	10	37	92.50
20	7	7	8	8	30	75.00	42	9	10	10	10	39	97.50
21	8	9	8	9	34	85.00	43	8	9	9	10	36	90.00
22	9	9	9	10	37	92.50							

จากตารางที่ 19 และ 20 จะเห็นว่านักเรียนทุกคนได้คะแนนจากการสร้างแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมอนทรีออลและแผนผังรูปตัววีมากกว่าร้อยละ 70 ของคะแนนรวม แสดงว่านักเรียนมีความสามารถในการเชื่อมโยงมอนทรีออลใหม่เข้ากับมอนทรีออลเดิมอันจะนำไปสู่การเรียนรู้ที่มีความหมายในวิชาเคมีในเรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ 2 ตามเกณฑ์ที่ผู้วิจัยกำหนดไว้ คือนักเรียนอย่างน้อยร้อยละ 80 จะต้องได้คะแนนจากการสร้างแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมอนทรีออลและแผนผังรูปตัววีมากกว่าร้อยละ 70 ของคะแนนรวม

ตารางที่ 21 คะแนนจากการสร้างแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์จากบทเรียน เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยา

นักเรียน เลขที่	หัวข้อเรื่อง		รวม	ร้อยละ ของ คะแนน ที่ได้	นักเรียน เลขที่	หัวข้อเรื่อง		รวม	ร้อยละ ของ คะแนน ที่ได้
	การวัดอัตรา การเกิด ปฏิกิริยาเคมี (16คะแนน)	ปัจจัยที่มีผลต่อ อัตราการเกิด ปฏิกิริยาและ การอธิบาย การเกิด ปฏิกิริยาเคมี (22 คะแนน)				การวัดอัตรา การเกิด ปฏิกิริยาเคมี (16คะแนน)	ปัจจัยที่มีผลต่อ อัตราการเกิด ปฏิกิริยาและ การอธิบาย การเกิด ปฏิกิริยาเคมี (22 คะแนน)		
1	13	19	32	84.21	18	15	22	37	97.37
2	12	18	30	78.95	19	16	21	37	97.37
3	15	21	36	94.74	20	11	19	30	78.95
4	14	20	34	89.47	21	13	20	33	86.84
5	13	21	34	89.47	22	14	20	34	89.47
6	14	22	36	97.74	23	12	19	31	81.58
7	13	20	33	86.84	24	15	21	36	94.74
8	15	21	36	94.74	25	14	20	34	89.47
9	14	19	33	86.84	26	13	21	34	89.47
10	14	22	36	94.74	27	14	20	34	89.47
11	14	20	34	89.47	28	15	20	35	92.11
12	13	20	33	86.84	29	12	19	31	81.58
13	14	21	35	92.11	30	13	18	31	81.58
14	11	18	29	76.32	31	14	19	33	86.84
15	12	19	31	81.58	32	16	20	36	94.74
16	13	20	33	86.84	33	15	21	36	94.74
17	14	22	36	94.74	34	12	19	31	81.58

ตารางที่ 21 (ต่อ)

นักเรียน เลขที่	หัวข้อเรื่อง		รวม	ร้อยละ ของ คะแนน ที่ได้	นักเรียน เลขที่	หัวข้อเรื่อง		รวม	ร้อยละ ของ คะแนน ที่ได้
	การวัดอัตรา การเกิด ปฏิกิริยาเคมี (16คะแนน)	ปัจจัยที่มีผลต่อ อัตราการเกิด ปฏิกิริยาและ การอธิบาย การเกิด ปฏิกิริยาเคมี (22 คะแนน)				การวัดอัตรา การเกิด ปฏิกิริยาเคมี (16คะแนน)	ปัจจัยที่มีผลต่อ อัตราการเกิด ปฏิกิริยาและ การอธิบาย การเกิด ปฏิกิริยาเคมี (22 คะแนน)		
35	14	19	33	86.84	40	15	20	35	92.11
36	13	19	32	84.21	41	14	20	34	89.47
37	15	20	35	92.11	42	14	21	35	92.11
38	12	20	32	84.21	43	13	22	35	92.11
39	13	19	32	84.21					

ตารางที่ 22 คะแนนจากการเขียนแผนผังรูปตัววีในแต่ละการทดลองในบทเรียนเรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี (ทุกการทดลองมีคะแนนเต็ม 10 คะแนน)

นักเรียนเลขที่	การทดลองที่						รวม 60 คะแนน	ร้อยละของ คะแนนที่ได้
	9.1	9.2	9.3	9.4	9.5	9.6		
1	7	7	8	7	8	9	46	76.67
2	8	8	8	8	9	8	49	81.67
3	9	9	9	10	10	10	57	95.00
4	9	9	9	10	10	10	57	95.00
5	9	9	9	9	10	10	56	93.33
6	8	8	8	8	9	9	50	83.33
7	7	8	8	9	9	9	50	83.33
8	9	9	9	9	10	10	56	93.33
9	8	9	9	8	8	9	51	85.00
10	9	10	10	10	10	9	58	96.67
11	8	8	8	9	8	9	50	83.33
12	6	7	8	8	9	8	47	78.33
13	7	8	9	9	9	9	51	85.00
14	7	7	8	8	9	9	48	80.00
15	7	8	8	8	8	9	48	80.00
16	7	8	9	8	9	9	50	83.33
17	8	9	8	9	8	9	51	85.00
18	9	9	10	10	10	10	58	96.67
19	9	9	10	10	10	10	58	96.67
20	7	7	8	9	8	9	48	80.00
21	8	9	9	8	9	8	51	85.00
22	8	8	8	9	9	9	51	85.00
23	7	8	8	7	8	8	46	76.67

ตารางที่ 22 (ต่อ)

นักเรียนเลขที่	การทดลองที่						รวม 60 คะแนน	ร้อยละของ คะแนนที่ได้
	9.1	9.2	9.3	9.4	9.5	9.6		
24	8	8	8	9	8	8	49	81.67
25	9	8	9	9	9	9	53	88.33
26	7	7	8	8	8	8	46	76.67
27	9	10	10	10	10	10	59	98.33
28	7	8	8	8	9	9	49	81.67
29	6	7	8	8	8	8	45	75.00
30	7	7	8	8	8	8	46	76.67
31	8	8	8	8	8	9	49	81.67
32	8	8	8	10	9	10	53	88.33
33	9	9	9	9	9	10	55	91.67
34	7	8	8	8	8	8	47	78.33
35	8	8	9	8	8	9	50	83.33
36	8	8	9	9	8	9	51	85.00
37	7	7	8	9	8	9	48	80.00
38	8	9	9	10	10	9	55	91.67
39	8	8	8	9	9	9	51	85.00
40	9	10	10	9	9	10	57	95.00
41	8	8	9	8	9	9	51	85.00
42	10	10	10	9	10	10	59	98.33
43	9	9	8	9	9	10	54	90.00

จากตารางที่ 21 และ 22 จะเห็นว่านักเรียนทุกคนได้คะแนนจากการสร้างแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์และแผนผังรูปตัววีมากกว่าร้อยละ 70 ของคะแนนรวม แสดงว่านักเรียนมีความสามารถในการเชื่อมโยงมโนทัศน์ใหม่เข้ากับมโนทัศน์เดิมอันจะนำไปสู่การเรียนรู้ที่มีความหมายในวิชาเคมีในเรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ตามเกณฑ์ที่ผู้วิจัยกำหนดไว้เช่นเดียวกัน

2) ผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบ โดยพิจารณาจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนซึ่งวัดตาม การจำแนกผลเรียนรู้หรืออย่างมีความหมายของของออกสู่เบลาจากกลุ่มทดลองเปรียบเทียบกับเกณฑ์ในการ ตัดสินประสิทธิภาพของระบบที่ผู้วิจัยกำหนด

จากการนำระบบการเรียนการสอนเพื่อการเรียนรู้ที่มีความหมายในวิชาเคมี ไปทดลอง ใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนประชาราษฎร์อุปถัมภ์ โดยทดลองใช้กับวิชาเคมีในบทเรียน เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ 2 และบทเรียนเรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี แล้ววัดผลการเรียนรู้โดย ใช้แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสำหรับบทเรียนทั้งสอง โดยใช้แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ 2 ในการสอบกลางภาคและแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องอัตราการเกิด ปฏิกิริยาเคมี ในการสอบปลายภาค ผลการสอบของนักเรียนที่เป็นกลุ่มทดลองมีรายละเอียดดัง ตารางที่ 23 และตารางที่ 24 ตามลำดับ

ตารางที่ 23 คะแนนจากแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ 2

(คะแนนเต็ม 60 คะแนน)

คนที่	คะแนนที่ได้	ร้อยละของ คะแนนที่ได้	คนที่	คะแนนที่ได้	ร้อยละของ คะแนนที่ได้
1	44	73.33	14	31	51.66
2	41	68.33	15	36	60.00
3	46	76.66	16	49	81.66
4	42	70.00	17	53	88.33
5	45	75.00	18	42	70.00
6	41	68.33	19	39	65.00
7	41	68.33	20	48	80.00
8	51	85.00	21	47	78.33
9	44	73.33	22	53	88.33
10	46	76.66	23	43	71.66
11	44	73.33	24	46	76.66
12	32	53.33	25	48	80.00
13	39	65.00	26	38	63.33

ตารางที่ 23 (ต่อ)

คนที่	คะแนนที่ได้	ร้อยละของ คะแนนที่ได้	คนที่	คะแนนที่ได้	ร้อยละของ คะแนนที่ได้
27	50	83.33	36	45	75.00
28	36	60.00	37	38	63.33
29	43	71.66	38	58	96.66
30	47	78.33	39	45	75.00
31	43	71.66	40	43	71.66
32	56	93.33	41	53	88.33
33	52	86.66	42	45	75.00
34	35	58.33	43	43	71.66
35	41	68.33			

ตารางที่ 24 คะแนนจากแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้อย่างมีความหมายเรื่อง อัตรากาการเกิด
ปฏิกิริยา (คะแนนเต็ม 47 คะแนน)

คนที่	คะแนนที่ได้	ร้อยละของ คะแนนที่ได้	คนที่	คะแนนที่ได้	ร้อยละของ คะแนนที่ได้
1	41	87.23	9	34	72.34
2	38	80.85	10	43	91.15
3	43	91.15	11	31	65.96
4	42	89.36	12	36	76.60
5	39	82.98	13	39	82.98
6	40	85.11	14	37	78.72
7	39	82.98	15	41	87.23
8	41	87.23	16	37	78.72

ตารางที่ 24 (ต่อ)

คนที่	คะแนนที่ได้	ร้อยละของ คะแนนที่ได้	คนที่	คะแนนที่ได้	ร้อยละของ คะแนนที่ได้
17	37	78.72	31	35	74.47
18	43	91.15	32	44	93.62
19	45	95.74	33	42	89.36
20	30	63.38	34	40	85.11
21	33	70.21	35	38	80.85
22	38	80.85	36	36	76.59
23	29	61.70	37	29	61.70
24	39	82.98	38	30	63.83
25	42	70.00	39	40	85.11
26	30	63.38	40	31	65.96
27	40	85.11	41	35	74.47
28	35	74.47	42	38	80.85
29	37	78.72	43	36	76.60
30	28	59.57			

จากตารางที่ 23 และตารางที่ 24 จะเห็นว่านักเรียนได้คะแนนจากแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ 2 และเรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยา สูงกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำของการเรียนรู้อย่างมีความหมายที่ผู้วิจัยตั้งไว้ คือ นักเรียนอย่างน้อยร้อยละ 80 จะต้องได้คะแนนสูงกว่าร้อยละ 50 ของคะแนนเต็ม ซึ่งเป็นการยืนยันว่า ระบบการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยพัฒนามีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด

2. ผลการเปรียบเทียบค่ามัธยฐานเลขคณิตของคะแนนผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ในวิชาเคมีระหว่างนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการสอนตามระบบการเรียนการสอนเพื่อการเรียนรู้ด้วยความหมายในวิชาเคมีกับกลุ่มควบคุมที่ได้รับการสอนตามปกติ ปรากฏในตารางที่ 25

ตารางที่ 25 ค่ามัธยฐานเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าสถิติทดสอบที่จากการทดสอบความแตกต่างของมัธยฐานเลขคณิตของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมเรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์² จากการทดสอบกลางภาคเรียน

ระดับชั้น	กลุ่มทดลอง		กลุ่มควบคุม		ค่า t (ทดสอบทางเดียว)
	\bar{X}	S.D.	\bar{X}	S.D.	
มัธยมศึกษาปีที่ 5	46.05	6.04	36.58	6.50	7.00*

*P < .05

จากตารางจะเห็นว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในเรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์² ซึ่งเป็นคะแนนกลางภาคของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 26 ค่ามัธยฐานเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าสถิติทดสอบที่จากการทดสอบความแตกต่างของมัธยฐานเลขคณิตของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมเรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี จากการทดสอบปลายภาคเรียน

ระดับชั้น	กลุ่มทดลอง		กลุ่มควบคุม		ค่า t (ทดสอบทางเดียว)
	\bar{X}	S.D.	\bar{X}	S.D.	
มัธยมศึกษาปีที่ 5	40.79	2.42	31.28	5.324	10.81*

*P < .05

จากตารางจะเห็นว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ซึ่งเป็นคะแนนสอบปลายภาคเรียนของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. ผลการเปรียบเทียบค่ามัธยัมเลขคณิตของคะแนนเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการสอนตามระบบการเรียนการสอนเพื่อการเรียนรู้ที่มีความหมายในวิชาเคมีกับกลุ่มควบคุมที่ได้รับการสอนตามปกติ ปรากฏในตารางที่ 27

ตารางที่ 27 ค่ามัธยัมเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าสถิติทดสอบที่จากการทดสอบความแตกต่างของมัธยัมเลขคณิตของคะแนนเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

ด้านที่เปรียบเทียบ	กลุ่มทดลอง		กลุ่มควบคุม		ค่า t (ทดสอบทางเดียว)
	\bar{X}	S.D.	\bar{X}	S.D.	
1. ความคิดเห็นทั่วไปต่อ					
วิชาวิทยาศาสตร์	48.86	4.67	46.39	4.93	2.38 *
2. การเห็นความสำคัญของ					
วิชาวิทยาศาสตร์	40.21	3.41	35.67	3.67	5.94 *
3. ความนิยมนิยมชอบต่อ					
วิชาวิทยาศาสตร์	30.44	2.67	28.37	3.06	3.35 *
4. ความสนใจในวิชา					
วิทยาศาสตร์	96.09	6.56	89.74	7.85	4.07 *
5. การแสดงออกหรือมีส่วนร่วม					
ร่วมในกิจกรรมของวิชา					
วิทยาศาสตร์	55.56	41.40	41.40	4.02	18.55 *
รวมทุกด้าน	238.95	10.49	231.33	11.63	3.19 *

* $p < .05$

จากตารางจะเห็นว่า เจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์นักเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. ผลการสำรวจความคิดเห็นของครูที่สอนวิชาเคมี เกี่ยวกับการเรียนการสอนแบบใช้ระบบการเรียนการสอนเพื่อการเรียนรู้ซึ่งมีความเหมาะสมในวิชาเคมี ปรากฏในตารางที่ 28 ตารางที่ 28 จำนวนครูเคมีที่แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับการเรียนการสอนตามระบบการเรียนการสอนเพื่อการเรียนรู้ซึ่งมีความเหมาะสมในวิชาเคมี

ข้อความ	ระดับความคิดเห็นเกี่ยวกับการเรียนการสอนตามระบบการเรียนการสอนที่วิจัยพัฒนา				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
1 ระบบการเรียนการสอนเพื่อการเรียนรู้ซึ่งมีความเหมาะสมในวิชาเคมี มีขั้นตอนที่ ชัดเจน สามารถนำไปปฏิบัติได้	4	5	3		
2 อุปกรณ์ในการสอนตามระบบการเรียนการสอนเพื่อการเรียนรู้ซึ่งมีความเหมาะสมในวิชาเคมี มีความสะดวกในการใช้	4	6	2		
3 ครูสามารถผลิตอุปกรณ์ที่จะนำมาใช้ในการเรียนการสอนตามระบบการเรียนการสอนเพื่อการเรียนรู้ซึ่งมีความเหมาะสมในเคมี	3	5	3	1	
4 ท่านคิดว่าครูสามารถสร้างโครงสร้างความคิดล่วงหน้า แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์และแผนผังรูปตัวแม่แบบก่อนที่จะนำไปสอน	2	5	3	2	

ตารางที่ 28 (ต่อ)

ข้อความ	ระดับความคิดเห็นเกี่ยวกับการเรียนการสอนตามระบบการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยพัฒนา				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
5 ท่านคิดว่านักเรียนจะสามารถสร้างแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์และแผนผังรูปตัววีได้		2	9	1	
6 ท่านคิดว่า สิ่งช่วยจัดโครงสร้างความคิดล่วงหน้า แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ และแผนผังรูปตัววี เป็นเครื่องมือที่จะช่วยให้เด็กเรียนเกิดความเข้าใจในบทเรียนได้ดียิ่งขึ้น	4	6	2		
7 ท่านคิดว่า สิ่งช่วยจัดโครงสร้างความคิดล่วงหน้าจะ ช่วยจัดความคิดของนักเรียนก่อนที่จะเรียนได้	4	5	3		
8 ท่านคิดว่าแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ และแผนผังรูปตัววีจะเป็นประโยชน์ในการเตรียม การสอนของครู	4	8			
9 ท่านคิดว่าแผนผังรูปตัววีมีประโยชน์ในการเรียนการสอน ปฏิบัติ การทดลองวิทยาศาสตร์	5	7			
10 ท่านคิดว่าแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ จะเป็นประโยชน์ในการสรุปบทเรียนที่ท่านสอนได้	4	6	2		
11 ท่านคิดว่าแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ จะมีประโยชน์ต่อนักเรียนในการสรุปสิ่งที่ได้เรียนไป	5	6	1		
12 ท่านคิดว่าระบบการเรียนการสอนเพื่อการเรียนรู้อย่าง มีความหมายในวิชาเคมี เหมาะสมที่จะนำไปใช้ ในการสอนวิชาเคมี	4	6	2		

ตารางที่ 28 (ต่อ)

ข้อความ	ระดับความคิดเห็นเกี่ยวกับการเรียนการสอนตามระบบการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยพัฒนา				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
13 ท่านคิดว่าระบบการเรียนการสอนเพื่อการเรียนรู้อย่างมีความหมายในวิชาเคมีสามารถนำไปใช้ในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์สาขาอื่นๆได้	3	6	3		
14 ท่านมีความสนใจที่จะนำระบบการเรียนการสอนเพื่อการเรียนรู้อย่างมีความหมายในวิชาเคมีไปใช้ในการสอนวิชาที่ท่านรับผิดชอบ	4	6	2		

จากตารางที่ 20 จะเห็นว่า ประเด็นที่ครูเคมีส่วนใหญ่มีความคิดเห็นในระดับที่มากที่สุดแก่ด้านความเหมาะสมของระบบการเรียนการสอน ความชัดเจนของขั้นตอนการสอนในระบบการเรียนการสอนเพื่อการเรียนรู้อย่างมีความหมายในวิชาเคมีที่สามารถนำไปปฏิบัติได้ ความสะดวกในการใช้สื่อและอุปกรณ์การสอน ความสามารถที่จะผลิตอุปกรณ์ที่จะนำมาใช้ในการเรียนการสอนตามระบบความสามารถในการสร้างโครงสร้างความคิดล่วงหน้า แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์และแผนผังรูปตัวแม่แบบก่อนที่จะนำไปสอน ประโยชน์ของโครงสร้างความคิดล่วงหน้า แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์และแผนผังรูปตัวแม่ในการเรียนการสอน โดยเห็นว่าความคิดล่วงหน้าจะช่วยจัดความคิดของนักเรียนก่อนที่จะเรียนได้ แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์และแผนผังรูปตัวแม่เป็นประโยชน์ในการเตรียมการสอนของครู แผนผังรูปตัวแม่มีประโยชน์ในการเรียนการสอนปฏิบัติการทดลองเคมี แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์จะเป็นประโยชน์ในการสรุปบทเรียนที่สอนได้ และนักเรียนสามารถใช้ในการสรุปสิ่งที่ได้เรียนไปได้ และยังเห็นว่าระบบการเรียนการสอนเพื่อการเรียนรู้อย่างมีความหมายในวิชาเคมีเหมาะสมที่จะนำไปใช้ในการสอนวิชาเคมีและวิชาอื่น ๆ ได้

รวมทั้งมีความสนใจที่จะนำระบบการเรียนการสอนนี้ไปใช้ในการสอนวิชาที่รับผิดชอบด้วย แต่ครูเคมีส่วนใหญ่ยังเห็นว่านักเรียนจะสามารถสร้างแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์และแผนผังรูปตัววีได้ในระดับปานกลาง

สำหรับความคิดเห็นของครูเคมีในแบบสอบถามส่วนที่เป็นแบบปลายเปิดเกี่ยวกับระบบการเรียนการสอนเพื่อการเรียนรู้ที่มีความหมายในวิชาเคมี ครูเคมีแสดงความคิดเห็น พอสรุปได้ดังนี้

1. ครูคิดว่าการสอนโดยใช้ระบบการเรียนการสอนเพื่อการเรียนรู้ที่มีความหมายในวิชาเคมีจะทำให้เกิดปัญหาดังนี้

1.1 การเรียนการสอนตามระบบการเรียนการสอนเพื่อการเรียนรู้ที่มีความหมายในวิชาเคมีต้องใช้เวลามากกว่าปกติอาจทำให้สอนเนื้อหาไม่ทัน

1.2 ครูต้องทำความเข้าใจการจัดการเรียนการสอนตามระบบนี้มาก แต่ถ้าจัดได้ตามระบบนี้ น่าจะทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงขึ้น

1.3 ครูต้องเตรียมสร้างโครงสร้างความคิดล่วงหน้า แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์แม่แบบ และแผนผังรูปตัววีแม่แบบในเรื่องที่จะสอนซึ่งครูอาจไม่มีเวลาทำเพราะครุมีชั่วโมงสอนมากอยู่แล้ว

2. ครูเคมีเห็นด้วยกับการที่จะทำระบบการเรียนการสอนเพื่อการเรียนรู้ที่มีความหมายในวิชาเคมีมาใช้ในการเรียนการสอนในปัจจุบัน ทั้งนี้เนื่องจากเหตุผลดังนี้

2.1 การให้โครงสร้างความคิดล่วงหน้าเป็นการเตรียมโครงสร้างของความรู้ของนักเรียนเพื่อที่จะใช้เชื่อมโยงกับมโนทัศน์ใหม่ที่จะได้เรียนเสียก่อน และช่วยจัดความคิดเกี่ยวกับสิ่งที่จะเรียนไว้ล่วงหน้า

2.2 การให้นักเรียนสร้างแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์จะช่วยให้นักเรียนจัดระบบความรู้ที่แสดงถึงการเชื่อมโยงกันอย่างเป็นลำดับขั้นระหว่างมโนทัศน์เดิมและมโนทัศน์ใหม่ที่ได้เรียน

2.3 การให้นักเรียนเขียนแผนผังรูปตัววีช่วยให้นักเรียนเห็นความสัมพันธ์ระหว่างความรู้เดิมกับเรื่องที่จะทำการทดลองเพื่อสืบเสาะหาความรู้และความรู้ใหม่ที่ได้จากผลการสืบเสาะหาความรู้ โดยผ่านการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2.4 ทำให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนมากขึ้นโดยเฉพาะการจัดความสัมพันธ์ระหว่างความรู้เดิมและความรู้ใหม่

3. ครูเคมีมีข้อเสนอแนะในการนำระบบการเรียนการสอนเพื่อการเรียนรู้ที่มีความหมายในวิชาวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดของออซุเบล โนแวนค และ โกวิน ไปใช้ดังนี้

3.1 การให้โครงสร้างความคิดล่วงหน้าโดยเฉพาะการเขียนที่เป็นปฏิบัติการทดลองไม่ควรบอกถึงผลสรุปของการทดลองนี้

3.2 การให้นักเรียนเขียนแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ไม่ควรเขียนทุกหัวข้อย่อย ควรให้เขียนเฉพาะหัวข้อใหญ่ที่ครอบคลุมหัวข้อย่อยมากกว่า 1 หัวข้อ และควรให้นักเรียนทำเป็นการบ้าน

3.3 การให้นักเรียนเขียนแผนผังรูปตัววี ควรให้นักเรียนได้ศึกษาทฤษฎี หลักการ รวมทั้งทบทวนมโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องเสียก่อน และควรเขียนมาล่วงหน้าก่อนที่จะทำการทดลอง

3.4 ครูจะต้องมีความรู้เกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนตามระบบการเรียนการสอนเพื่อการเรียนรู้ที่มีความหมายในวิชาวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดของออสเชล โนแวนด์ และโกวินเป็นอย่างดี และมีการฝึกนักเรียนให้เข้าใจการเขียนแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์และแผนผังรูปตัววี และมีทักษะในการเขียนดีพอสมควร

3.5 ครูจะต้องเตรียมโครงสร้างความคิดล่วงหน้า แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์แม่แบบ และแผนผังรูปตัววีแม่แบบและตรวจสอบความถูกต้องไว้ก่อนสอนในแต่ละเรื่อง

จากการนำระบบการเรียนการสอนเพื่อการเรียนรู้ที่มีความหมายในวิชาเคมีไปทดลองใช้สอนในวิชาเคมีกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 นั้น แล้วประเมินประสิทธิภาพของระบบการเรียนการสอนโดยตรวจสอบจากคะแนนของนักเรียนที่ได้จากการสร้างแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์และแผนผังรูปตัววีและการนำคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนกลุ่มทดลองไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์ซึ่งพบว่า นักเรียนในกลุ่มทดลองได้คะแนนผ่านเกณฑ์ทุกคน และการเปรียบเทียบมีซิมิลี เลขคณิตของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีระหว่างนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เป็นกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งจากการทดสอบกลางภาคเรียนและปลายภาคเรียน รวมทั้งจากการเปรียบเทียบมีซิมิลี เลขคณิตของคะแนนเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ปรากฏว่า เจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เป็นกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เช่นเดียวกัน นอกจากนี้ผลการสำรวจความคิดเห็นของครูที่สอนวิชาเคมีเกี่ยวกับการเรียนการสอนโดยใช้ระบบการเรียนการสอนเพื่อการเรียนรู้ที่มีความหมายในวิชาเคมี ผลปรากฏว่า ครูเคมีส่วนใหญ่มีความคิดเห็นในระดับที่มากในประเด็นเกี่ยวกับ ความชัดเจนของขั้นตอนการสอนในระบบการเรียนการสอนเพื่อการเรียนรู้ที่มีความหมายในวิชาเคมีที่สามารถนำไปปฏิบัติได้ ความสะดวกในการใช้สื่อและอุปกรณ์การสอน ความสามารถที่จะผลิตอุปกรณ์ที่จะนำมาใช้ในการเรียนการสอนตามระบบความสามารถในการสร้างโครงสร้างความคิดล่วงหน้า แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์และแผนผังรูปตัววีแม่แบบก่อนที่จะนำไปสอน ประโยชน์ของโครงสร้างความคิดล่วงหน้า แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์และแผนผังรูปตัววีในการเรียนการสอน โดยเห็นว่าความคิดล่วงหน้าจะช่วยจัดความคิดของนักเรียนก่อนที่

จะเรียนได้ แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์และแผนผังรูปตัววีจะเป็นประโยชน์ในการเตรียมการสอนของครู แผนผังรูปตัววีมีประโยชน์ในการเรียนการสอนปฏิบัติการทดลองเคมี แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์จะเป็นประโยชน์ในการสรุปทบทวนที่สอนได้ และนักเรียนสามารถใช้ในการสรุปสิ่งที่ได้เรียนไปได้ และยังเห็นว่าระบบการเรียนการสอนเพื่อการเรียนรู้ที่มีความหมายในวิชาเคมีเหมาะสมที่จะนำไปใช้ในการสอนวิชาเคมีและวิชาอื่น ๆ ได้ รวมทั้งมีความสนใจที่จะนำระบบการเรียนการสอนนี้ไปใช้ในการสอนวิชาที่รับผิดชอบด้วย แต่ครูเคมีส่วนใหญ่ยังเห็นว่านักเรียนจะสามารถสร้างแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์และแผนผังรูปตัววีได้ในระดับปานกลางนั้น เป็นการยืนยันว่าระบบการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมาเป็นระบบที่มีคุณภาพ สามารถที่จะนำไปเผยแพร่ต่อไป