

การพัฒนากระบวนการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความเข้าใจ
ในโมทัศน์ รายวิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์ โดยประยุกต์ใช้แนวคิดของโพสเนอร์ตามแนวทาง
การวิจัยอิงการออกแบบ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6



เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาการวิจัยและพัฒนาศักยภาพมนุษย์

กรกฎาคม 2560

การพัฒนากระบวนการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความเข้าใจ
ในโมโนทัศน์ รายวิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์ โดยประยุกต์ใช้แนวคิดของโพสเนอร์ตามแนวทาง
การวิจัยอิงการออกแบบ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6



เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาการวิจัยและพัฒนาศักยภาพมนุษย์

กรกฎาคม 2560

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

การพัฒนากระบวนการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความเข้าใจ
ในโมทัศน์ รายวิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์ โดยประยุกต์ใช้แนวคิดของโพสเนอร์ตามแนวทาง
การวิจัยอิงการออกแบบ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6



เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาการวิจัยและพัฒนาศักยภาพมนุษย์

กรกฎาคม 2560

นนท์ปวิธ กันเกลลา. (2560). การพัฒนากระบวนการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความเข้าใจในมโนทัศน์ รายวิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์ โดยประยุกต์ใช้แนวคิดของโพสเนอร์ตามแนวทางการวิจัยอิงการออกแบบ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. ปริญญาโท กศ.ม. (การวิจัยและพัฒนาศักยภาพมนุษย์ แขนงการวิจัยและสถิติทางการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโท: ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อิทธิพัทธ์ สวทันพรกุล

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อศึกษาความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนในวิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์ 2) เพื่อออกแบบพัฒนากระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความเข้าใจในมโนทัศน์ วิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์ โดยประยุกต์ใช้แนวคิดของโพสเนอร์ตามแนวทางการวิจัยอิงการออกแบบ และ 3) เพื่อศึกษาผลการใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความเข้าใจในมโนทัศน์ วิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์ โดยประยุกต์ใช้แนวคิดของโพสเนอร์ตามแนวทางการวิจัยอิงการออกแบบ ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 52 คน โดยใช้วิธีการสุ่มกลุ่มตัวอย่างแบบ 2 ขั้นตอน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง จำนวน 25 คน และกลุ่มควบคุม จำนวน 27 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ 1) แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดของโพสเนอร์และแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และ 3) แบบทดสอบวัดความเข้าใจในมโนทัศน์ วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติบรรยาย ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ความเบ้ ความโด่ง และการวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุคูณ และสถิติ Hotelling's T^2 ผลการวิจัยพบว่า 1) การศึกษาความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนในวิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์ พบว่านักเรียนมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนจำนวน 9 ประเด็น 2) การออกแบบพัฒนากระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความเข้าใจในมโนทัศน์ วิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์ โดยประยุกต์ใช้แนวคิดของโพสเนอร์ตามแนวทางการวิจัยอิงการออกแบบ พบว่า กระบวนการจัดการเรียนรู้ตามเงื่อนไขการเปลี่ยนมโนทัศน์ที่ออกแบบปรับปรุง กระทั่งมีความเหมาะสม สอดคล้องกับสภาพบริบทของนักเรียน ประกอบด้วย 4 เงื่อนไข ได้แก่ (1) เงื่อนไขความไม่เข้าใจต่อมโนทัศน์ที่เรียนรู้ (2) เงื่อนไขการสอนเพื่อให้เข้าใจมโนทัศน์ (3) เงื่อนไขการเชื่อมโยงมโนทัศน์ใหม่กับมโนทัศน์เดิมที่เคยเรียนรู้ และ (4) เงื่อนไขการขยายมโนทัศน์ที่เรียนรู้เพื่อแก้ไขปัญหาหรือสถานการณ์ใหม่ นอกจากนี้ยังพบว่าการจัดกระบวนการเรียนรู้ในห้องเรียนต้องอยู่ภายใต้บรรยากาศการแข่งขัน 3) ผลการใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความเข้าใจในมโนทัศน์ พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการจัดการเรียนรู้โดยประยุกต์ใช้แนวคิดของโพสเนอร์ตามแนวทางการวิจัยอิงการออกแบบ มีค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความเข้าใจในมโนทัศน์ วิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์ สูงกว่านักเรียนที่ใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

DEVELOPMENT OF THE LEARNING MANAGEMENT PROCESS TO ENHANCE
THE CHEMISTRY ACHIEVEMENT AND CONCEPTUAL COMPREHENSION OF
ORGANIC CHEMISTRY USING THE POSNER APPROACH WITH
DESIGN-BASE RESEARCH FOR GRADE TWELVE STUDENTS



AN ABSTRACT
BY
NONTPAWIT KAANKLAO

Presented in Partial Fulfillments for the
Master of Education Degree in Research and Development on Human Potentials
at Srinakharinwirot University

July 2017

Nontpawit Kaanklao. (2017). *Development of the Learning Management Process to Enhance the Chemistry Achievement and Conceptual Comprehension of Organic Chemistry using the Posner Approach with Design-Based Research for Grade Twelve Students*. Master's thesis, M.Ed. (Research and Development on Human Potential: Educational Research and Statistics). Bangkok: Graduate School, Srinakharinwirot University. Advisor Committee: Asst. Prof. Dr. Ittipa Suwathanpornkul

The research objectives were to 1) study misconceptions about Organic Chemistry; 2) designing the learning process development to enhance Organic Chemistry achievement and conceptual comprehension based on the Posner approach with design-based research, and 3) to study the effects of the learning process to enhance Organic Chemistry achievement and conceptual comprehension. The samples were fifty two students in Grade Twelve (twenty five students for the experimental group and twenty seven students for the control group). The research instruments included 1) the lesson plans based on the Posner approach with design-based research; 2) general lesson plans; 3) an Organic Chemistry achievement test and 4) an Organic Chemistry conceptual comprehension test. The data were analyzed by using mean, standard deviation, skewness, kurtosis, multivariate analysis of variance (MANOVA), and, Hotelling T^2 . The research findings were as follows; 1) There were nine misconceptions in Organic Chemistry. 2) The learning process development to enhance Organic Chemistry achievement and conceptual comprehension based on the Posner approach with design-based research were four conditions: (1) the condition of not understanding in terms of learning; (2) the condition of teaching for conceptual understanding, (3) the condition of linking new concepts to original concept and (4) the condition of the expansion of concepts expansion to learn to solve new problems or situations. Furthermore, the learning process in classroom should be a competitive situation. 3) The Organic Chemistry achievement and Conceptual Comprehension scores of the students in the experimental group were significantly higher than the control group at a level of .05 level. Also, the Organic Chemistry achievement and conceptual comprehension posttest scores of students in the experimental group were significantly higher than the pretest scores at a level of .05 level.

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง

การพัฒนากระบวนการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความเข้าใจ
ในมโนทัศน์ รายวิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์ โดยประยุกต์ใช้แนวคิดของโพสเนอร์ตามแนวทาง
การวิจัยอิงการออกแบบ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

ของ

นนท์ปวิธ กันเกลลา

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยและพัฒนาศักยภาพมนุษย์
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นายแพทย์จัตตชัย เอกปัญญาสกุล)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์

คณะกรรมการสอบปากเปล่า

.....ที่ปรึกษา

.....ประธาน

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อิทธิพัทธ์ สุธาทันพรกุล)

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กัณฑ์ฤทัย คลังพหล)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อิทธิพัทธ์ สุธาทันพรกุล)

.....กรรมการ

(อาจารย์ ดร.วิไลลักษณ์ ลังกา)

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์เล่มนี้ที่ดำเนินการจัดทำสำเร็จแล้วนั้น ซึ่งได้รับการความอนุเคราะห์จากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อิทธิพัทธ์ สุตันทพรกุล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ ที่เสียสละเวลาอันมีค่าและแนวทางการดำเนินงานในระหว่างการศึกษาวิจัย

ขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กนต์ฤทัย คลังพล ประธานการสอบปากเปล่า ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อิทธิพัทธ์ สุตันทพรกุล และอาจารย์ ดร.วิไลลักษณ์ ลังกา กรรมการการสอบปากเปล่า ที่เสียสละเวลาอันมีค่า แนะนำและเสนอแนะประเด็นต่าง ๆ ที่ให้งานวิจัยมีคุณภาพ

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาการวัดผลและวิจัยการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ที่ให้ความรู้วิชาการวัดผลและวิจัยการศึกษา ที่เป็นหลักวิชาส่วนหนึ่งของการนำไปใช้พัฒนาการศึกษา อีกทั้งคณาจารย์ภาควิชาฯยังมอบคำแนะนำแนวทางการทำปริญญานิพนธ์ ที่สามารถชี้แนะทางการดำเนินการได้ชัดเจน

ขอขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร.รัชก ทอมนำ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิยะรัตน์ ดร.บัณฑิต ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.คณาภรณ์ รัตมีมารีย์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์มณีนารถ ทฤษฎาวดี และ ดร.พีรารุณ ภูมิพรอด ที่ได้กรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย และได้แนะนำแก้ไขข้อบกพร่องอันมีค่าสำหรับงานวิจัยเป็นอย่างยิ่ง

ขอกราบขอบพระคุณ ดร.พีรารุณ ภูมิพรอด อาจารย์ดิเรก หุ่นสุวรรณ อาจารย์ปรียา มะรุมดี ที่ได้กรุณาให้สัมภาษณ์ โดยเป็นผู้ให้ข้อมูลในการทำปริญญานิพนธ์

ขอขอบคุณครูโรงเรียนราชวินิตสุวรรณภูมิ ครูโรงเรียนสันติราษฎร์วิทยาลัย และพี่ ๆ น้อง ๆ นิสิตภาควิชาการวัดผลและวิจัยการศึกษา ที่ให้ความช่วยเหลือ คำแนะนำ และกำลังใจในการทำปริญญานิพนธ์เล่มนี้

ขอขอบใจนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนสันติราษฎร์วิทยาลัย ที่ให้ความร่วมมือในการเก็บข้อมูลในครั้งนี้

นนท์ปวิธ กันเกลา

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ	1
ภูมิหลัง	1
ความมุ่งหมายของการวิจัย	5
ความสำคัญของการวิจัย	5
ขอบเขตของการวิจัย	6
ประชากร	6
กลุ่มตัวอย่าง	6
ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย	6
เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย	6
ตัวแปรที่ศึกษา	7
นิยามศัพท์เฉพาะ	7
กรอบแนวคิดในการวิจัย	9
สมมติฐานในการวิจัย	12
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	13
มโนทัศน์และทฤษฎีที่เกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	13
ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	13
การวัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	14
เครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	18
หลักการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	19
มโนทัศน์และทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน	22
ความหมายของมโนทัศน์	22
ปัจจัยที่มีผลต่อการสร้างมโนทัศน์	23
ความหมายของมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน	23
การวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน	24
การแก้ไขมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนตามเงื่อนไขของโพสเนอร์	25
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนและเงื่อนไขการเปลี่ยน	
มโนทัศน์ของโพสเนอร์	27
มโนทัศน์ที่เกี่ยวกับการวิจัยอิงการออกแบบ	31

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
2 (ต่อ)	
ความหมายของการวิจัยอิงการออกแบบ	
ลักษณะสำคัญของการวิจัยอิงการออกแบบ	31
หลักการของการวิจัยอิงการออกแบบ	35
การประยุกต์การวิจัยอิงการออกแบบในการพัฒนานวัตกรรมการศึกษา	36
3 วิธีดำเนินการวิจัย	38
ขั้นตอนที่ 1 การศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในรายวิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์ .	41
ขั้นตอนที่ 2 การออกแบบพัฒนากระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมผลสัมฤทธิ์	
ทางการเรียนและความเข้าใจในมโนทัศน์ในรายวิชาเคมี เรื่อง	
เคมีอินทรีย์ โดยประยุกต์ใช้แนวคิดของโพสเนอร์ตามแนวทาง	
การวิจัยอิงการออกแบบ.....	43
ขั้นตอนที่ 3 การศึกษาผลการใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมผลสัมฤทธิ์	
ทางการเรียนและความเข้าใจในมโนทัศน์ในรายวิชาเคมี เรื่อง	
เคมีอินทรีย์ โดยประยุกต์ใช้แนวคิดของโพสเนอร์ตามแนวทางการวิจัย	
อิงการออกแบบ.....	44
ประชากร	44
กลุ่มตัวอย่าง	44
ตัวแปรที่ศึกษา	47
ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย	47
เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย	48
แบบแผนการทดลอง	48
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	48
การจัดกระทำข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล	58
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	59
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	60
การนำเสนอข้อมูลและผลการวิเคราะห์ข้อมูล	60

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
4 (ต่อ)	
ตอนที่ 1 ผลการศึกษาความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนในรายวิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์	
ตอนที่ 2 ผลการออกแบบพัฒนากระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนและความเข้าใจใหม่ในทศวรรษในรายวิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์ โดยประยุกต์ใช้แนวคิดของโพสเนอร์ตามแนวทางการวิจัยอิงการออกแบบ	64
ตอนที่ 3 การศึกษาผลการใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนและความเข้าใจใหม่ในทศวรรษรายวิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์ โดย ประยุกต์ใช้แนวคิดของโพสเนอร์ตามแนวทางการวิจัยอิงการออกแบบ	78
5 สรุป อภิปรายและข้อเสนอแนะ	85
สรุปผลการวิจัย	86
อภิปรายผลการวิจัย	87
ข้อเสนอแนะ	90
บรรณานุกรม	92
ภาคผนวก	97
ประวัติย่อผู้วิจัย	143

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 ลักษณะสำคัญของการวิจัยอิงการออกแบบ	32
2 รูปแบบที่สำคัญและวิธีวิจัยแบบการวิจัยอิงการออกแบบ	33
3 ขั้นตอนกิจกรรม และผลลัพธ์ในการวิจัย	39
4 แผนการศึกษาภาคสนาม	41
5 เนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง	47
6 รูปแบบการทดลอง	48
7 การเปรียบเทียบกระบวนการจัดการเรียนรู้ในการแก้ไขโมทัศน์ที่คลาดเคลื่อนโดย ประยุกต์ใช้แนวคิดของโพสเนอร์ตามแนวทางการวิจัยอิงการออกแบบ กับ กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ	52
8 เนื้อหาและจำนวนข้อคำถามตามระดับพฤติกรรมที่ต้องการวัด	55
9 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อคำถามและพฤติกรรมที่ต้องการวัด	56
10 การออกแบบพัฒนากระบวนการจัดการเรียนรู้โดยประยุกต์ใช้แนวคิดของโพสเนอร์ ตามแนวทางการวิจัยอิงการออกแบบ	65
11 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียน	78
12 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนความเข้าใจในโมทัศน์	79
13 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนตัวแปรพหุนามของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความเข้าใจในโมทัศน์ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม หลังการจัด กิจกรรม ตามรูปแบบการเรียนรู้	80
14 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนตัวแปรพหุนามของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความเข้าใจในโมทัศน์ ก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดย ประยุกต์ใช้แนวคิดของโพสเนอร์ตามแนวทางการวิจัยอิงการออกแบบของ นักเรียนกลุ่มทดลองโดยใช้สถิติ Hotelling's T^2	82
15 ค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถามกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด (IOC) ของ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบทดสอบวัดความเข้าใจใน โมทัศน์	102
16 ผลการวิเคราะห์ค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่น ของ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบทดสอบวัดความเข้าใจใน โมทัศน์	105

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 กรอบแนวคิดการวิจัย	11
2 ความสัมพันธ์ระหว่างแบบสอบถาม การทดสอบ การวัดและการประเมิน	16
3 ความสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนและกระบวนการเรียนรู้.....	17
4 กระบวนการสร้างมโนทัศน์	22
5 การสุ่มกลุ่มตัวอย่าง.....	45
6 โครงสร้างของกรดคาร์บอนิกและโครงสร้างของกรดคาร์บอกซิลิก	60
7 โครงสร้างแบบเส้นและมุมของโมเลกุลที่มีพันธะสาม	61
8 มโนภาพที่นักเรียนเข้าใจคลาดเคลื่อนในการเกิดพันธะไฮโดรเจน	64
9 กระบวนการจัดการเรียนรู้ตามเงื่อนไขการเปลี่ยนมโนทัศน์ที่ส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนและความเข้าใจในมโนทัศน์ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนว ทางการวิจัยอิงการออกแบบ.....	77

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

สภาพสังคมโลกปัจจุบันเกิดการเปลี่ยนแปลงที่มีความก้าวหน้าในด้านต่าง ๆ อันเป็นผลมาจากการคิดค้นและพัฒนาของมนุษย์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเปลี่ยนแปลงทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีความก้าวหน้าอย่างไม่หยุดยั้ง โดยความรู้ที่เกิดขึ้นใหม่เป็นสิ่งที่คิดเพื่อสร้างนวัตกรรมที่อำนวยความสะดวกมาตอบสนองความต้องการของมนุษย์ ทั้งนี้วิทยาศาสตร์เป็นศาสตร์ที่ช่วยให้มนุษย์พัฒนาวิธีคิดอย่างเป็นระบบ คิดอย่างสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ วิเคราะห์ อันตั้งอยู่บนพื้นฐานของหลักการที่เป็นเหตุและเป็นผล ซึ่งเป็นทักษะสำคัญในการค้นหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหา สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและมีประสิทธิภาพที่ตรวจสอบได้ ในสังคมโลกที่ก้าวเข้าสู่ยุคศตวรรษที่ 21 ซึ่งเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ (knowledge-based society) และพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ ดังนั้นการเรียนรู้เพื่อให้เท่าทันกับกระแสวิวัฒนาการโลกที่เปลี่ยนไป มีความรู้ความเข้าใจธรรมชาติและเทคโนโลยี จึงมีความสำคัญต่อมนุษย์ เพราะสามารถนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์และมีคุณธรรม (กระทรวงศึกษาธิการ. 2551: 92) ทั้งนี้ตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542 หมวดที่ 1 มาตรา 6 และหมวดที่ 4 มาตรา 22-23 ได้ระบุถึงความมุ่งหมาย หลักการ และแนวทางการจัดการศึกษาไว้ว่า การศึกษาเป็นกระบวนการเรียนรู้เพื่อพัฒนาบุคคลให้มีความสมบูรณ์ทั้งร่างกาย จิตใจ และสติปัญญา โดยยึดหลักนักเรียนเป็นศูนย์กลาง นักเรียนทุกคนมีความสามารถในการเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ โดยเน้นความสำคัญทั้งความรู้ คุณธรรม กระบวนการเรียนรู้ บูรณาการความรู้ทักษะด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (กระทรวงศึกษาธิการ. 2551: 3-7)

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ภายใต้กระทรวงศึกษาธิการ ได้จัดทำหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 จากการทบทวนและสะท้อนปัญหาหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2542 เพื่อให้สอดคล้องกับแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 10 (พ.ศ. 2550 – พ.ศ. 2554) โดยมุ่งหวังให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้านวิทยาศาสตร์ ที่เน้นการเรียนรู้ ด้วยกระบวนการค้นหาคำตอบโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และแก้ปัญหาที่หลากหลาย ที่รู้จักคิดวิเคราะห์ ตามหลักวิธีคิดที่เป็นเหตุเป็นผล ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน เนื้อหาที่จัดให้นักเรียนเป็นเนื้อหาที่สามารถตอบสนองความต้องการของแต่ละบุคคล อีกทั้งนักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้รับมาปรับเชื่อมโยงเข้ากับชีวิตประจำวันได้ (กระทรวงศึกษาธิการ. 2551: 92)

วิชาวิทยาศาสตร์เป็นเนื้อหาที่สอนอยู่บนหลักการว่าด้วยเรื่องเหตุและผล นักเรียนเกิดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการคิด วิเคราะห์ แก้ปัญหาตามหลักการทางวิทยาศาสตร์ แต่มีนักเรียนจำนวนไม่น้อยที่มีกระบวนการคิดเบี่ยงเบนไปจากความรู้ที่แท้จริง หรือที่เรียกกันว่า การเกิด

มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน โกวิน (ไซมูก เลื่องสุนทร. 2552: 36; อ้างอิงจาก Gowin.1982. *Education*. p. 34) ได้ให้ความหมาย มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน หมายถึง ความคิดหรือข้อสรุปที่แปรปรวนไปจากความจริง ซึ่งจะยึดติดกับความคิด เป็นผลทำให้บุคคลนั้นไม่เข้าใจความรู้ที่แท้จริง ยากต่อการเปลี่ยนแปลงแก้ไข ซึ่งมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนอาจเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นในทุกช่วงของการจัดการเรียนรู้ ซึ่งผลที่เกิดขึ้นกับนักเรียนมีผลในด้านลบ ทำให้นักเรียนไม่สามารถเข้าใจเนื้อหาที่ถูกต้อง หมดกำลังใจในการเรียนรู้ต่อไป เนื่องจากผลการประเมินที่ได้จากการเรียนไม่ตรงตามความคาดหวังของนักเรียนที่มั่นใจจากการวัดผล อาจส่งผลให้นักเรียนก่อเกิดเจตคติที่ไม่ดีต่อวิชา (ศิริเดช สุชีวะ. 2538: 1) ดังนั้นมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนจึงเป็นอุปสรรคในการเรียนรู้ความรู้ใหม่ที่ใช้ความรู้เดิมเป็นฐานในการเรียนรู้ และมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเมื่อเกิดขึ้นแล้วจะอยู่กับนักเรียนเป็นเวลานานเพราะนักเรียนได้เรียนรู้เนื้อหาจนตกผลึกยากต่อการแก้ไข (Treagust, David F; & Duit Reinders. 2009: 89)

การวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเป็นกระบวนการหนึ่งที่สำคัญเทียบเคียงกับการวัดและประเมินผลความก้าวหน้าของนักเรียน โดยปรัชญาทางวิทยาศาสตร์เป็นจุดเริ่มการศึกษาการเปลี่ยนแปลงมโนทัศน์ ซึ่งช่วยให้เข้าใจการเปลี่ยนกรอบแนวคิดของคน จากกรอบความรู้หนึ่งไปยังอีกกรอบความรู้หนึ่ง โดยการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน มีความพยายามในการใช้วิธีการอย่างไม่เป็นทางการ ได้แก่ การสังเกต การสอบถามแบบปากเปล่ากับนักเรียนเป็นรายบุคคล การวินิจฉัยจากแบบฝึกหัด จนถึงการใช้วิธีวัดอย่างเป็นทางการ ได้แก่ แบบวัดความถนัด แบบวัดสติปัญญาและแบบวัดผลมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ซึ่ง กูเรล; เออร์ลิมาซ และแมคเดอร์มอต (Gurel, Derya Kaltakci; Eryilmaz, Ali; & McDermott Lillian Christie. 2015: 989) ได้สังเคราะห์งานวิจัยที่เกี่ยวกับการวัดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในช่วง ค.ศ. 1980 – 2014 พบว่าจากงานวิจัยจำนวน 273 บทความ พบว่าในงานวิจัยมีการใช้วิธีการสัมภาษณ์ ร้อยละ 53 แบบทดสอบคำถามปลายเปิด ร้อยละ 34 แบบทดสอบปรนัยแบบเลือกตอบ ร้อยละ 32 แบบทดสอบปรนัยแบบเลือกตอบและให้เลือกเหตุผลประกอบในการตอบ ร้อยละ 13 อย่างไรก็ตามการเลือกใช้เครื่องมือขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของการวัด เพื่อให้ได้ข้อมูลที่สะท้อนความจริงของนักเรียนได้มากที่สุด ทั้งนี้แบบทดสอบวัดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ที่มีลักษณะเป็นปรนัยแบบเลือกตอบสองชั้น (two-tier test) จะประกอบไปด้วยการวัด 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนแรกเป็นลักษณะการเลือกตอบคำตอบ และส่วนที่สองเป็นลักษณะการให้เลือกตอบเหตุผลที่ให้ในการอธิบายถึงสาเหตุการตอบในส่วนแรก โดยข้อดีของแบบวัดนี้คือครูสามารถทราบเหตุผลของนักเรียนในการเลือกคำตอบ ทั้งนี้ครูสามารถวินิจฉัยแนวคิดที่นักเรียนได้จากการตอบเหตุผลในส่วนที่สอง อันจะนำมาสู่ผลสะท้อนมโนทัศน์ของนักเรียนที่เกิดการเรียนรู้ในจากการจัดการเรียนการสอน นอกจากนี้ยังเป็นการลดปริมาณคำตอบที่มาจากกาเดาเดาของนักเรียนได้ (Gurel, Derya Kaltakci; Eryilmaz, Ali; & McDermott Lillian Christie. 2015: 995-996)

ครูสามารถจัดกระทำการวัดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนแต่ละคนได้ในระหว่างการจัดการเรียนการสอนและสะท้อนข้อมูลย้อนกลับให้นักเรียนทราบถึงจุดที่เกิดความคลาดเคลื่อนของการเรียนรู้ นอกจากนี้ยังเป็นข้อมูลให้ครูทราบถึงจุดที่นักเรียนเกิดความคลาดเคลื่อน เพื่อนำมา

ปรับปรุงกระบวนการเรียนการสอนในครั้งต่อไปเพื่อให้นักเรียนเกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง อันเป็นกระบวนการวัดและประเมินผลที่คุ้มค่า เกิดประโยชน์อย่างสูงต่อผู้เรียน ดังนั้นการเปลี่ยนมโนทัศน์เป็นการขยายความเข้าใจที่ได้จากการจัดการเรียนการสอน อันมีผลมาจากครูใช้คำถามที่ดี การปฏิบัติการจัดเรียงกิจกรรมใหม่ ซึ่งผลเหล่านี้จะนำไปสู่การเปลี่ยนมโนทัศน์ที่มีประสิทธิภาพ (Hewson, P. W. 1992: 13)

วิชาวิทยาศาสตร์เป็นศาสตร์ที่มีพื้นฐานอยู่บนหลักความเป็นเหตุและเป็นผลที่สามารถอธิบายได้ด้วยหลักการทางวิชาการ นักเรียนสามารถทำปฏิบัติการทดลองเพื่อพิสูจน์ปรากฏการณ์ตามกฎ ทฤษฎี แต่อาจมีเนื้อหาบางส่วนที่นักเรียนไม่สามารถปฏิบัติการทดลองได้ เนื่องจากเป็นเนื้อหาที่เป็นนามธรรมไม่สามารถจับต้องได้หรือไม่สามารถสะท้อนเนื้อหาความรู้ออกมาเป็นรูปธรรมได้ นักเรียนต้องอาศัยการจินตนาการ มโนภาพเพื่อให้เข้าถึงหลักการที่เป็นนามธรรม เช่น วิชาฟิสิกส์ที่ว่าด้วยเรื่องการศึกษาแรง และการเคลื่อนที่ อีกทั้งยังมีการประยุกต์ใช้ความรู้เชิงคณิตศาสตร์เข้ามาเกี่ยวข้องกับการแก้ไขปัญหา หรือวิชาเคมี เป็นศาสตร์ที่ว่าด้วยการศึกษาในระดับอะตอม โมเลกุล ไอออน คุณสมบัติของสสาร สัญลักษณ์ทางเคมี สมการเคมี สูตรเคมีและการประยุกต์คณิตศาสตร์เข้าร่วม (Johnstone, Alex H. 2000: 9) ปัญหาส่วนใหญ่พบว่านักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถจินตนาการให้เกิดมโนทัศน์ที่ถูกต้องได้ อาจเป็นเหตุมาจากนักเรียนแต่ละคนมีภูมิหลังที่ได้รับประสบการณ์หรือผ่านการเรียนรู้ก่อนหน้าที่แตกต่างกัน ซึ่งนำไปสู่กระบวนการคิดการมโนภาพ การคาดคะเนคำตอบที่ทำให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในการเรียนได้

เถา วี ดั่ง; โก เหมย ถึง และ ยัว เลค วี (Teo, Wee Tang; Goh, Mei Ting & Yeo, Leck Wee. 2014: Abstract) ได้สังเคราะห์งานวิจัยด้านเคมีทางการศึกษาจำนวน 650 บทความเพื่อศึกษาดูแนวโน้มงานวิจัยที่เกี่ยวกับด้านเคมีทางการศึกษา พบว่าในช่วง ค.ศ. 2004 – 2013 งานวิจัยร้อยละ 7.7 มีการศึกษาเกี่ยวกับแนวคิดหรือการเปลี่ยนมโนทัศน์ ทั้งนี้จากผลการสังเคราะห์งานวิจัยดังกล่าว สะท้อนให้เห็นถึงความสำคัญของครูหรือผู้ที่เกี่ยวข้องทางการศึกษาให้ความสำคัญกับการศึกษาแนวคิด หรือการศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในรายวิชาเคมี

จากการสังเคราะห์งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนพบว่า งานวิจัยส่วนใหญ่มีความมุ่งหมายเพื่อศึกษา วิเคราะห์ วินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน และงานวิจัยบางส่วนมีความพยายามนำหลักการ ทฤษฎีการสอนต่าง ๆ เทคนิค หรือรูปแบบการสอนที่หลากหลายมาประยุกต์ใช้เพื่อปรับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน หนึ่งในรูปแบบที่งานวิจัยหลายงานได้นำไปใช้ทดลองคือเงื่อนไขการเปลี่ยนมโนทัศน์ของโพสเนอร์และคณะ (Posner, George J.; et al. 1982: 225) ที่เสนอเงื่อนไขการเปลี่ยนมโนทัศน์ที่ประยุกต์ใช้กับการเรียนการสอน โดยประกอบไปด้วยเงื่อนไข 4 ประการ ได้แก่ 1) นักเรียนมีความไม่พึงพอใจกับมโนทัศน์เดิม คือการที่ครูจัดบรรยากาศให้นักเรียนเกิดความรู้สึกขัดแย้งทางปัญญาที่มี อันนำไปสู่ให้นักเรียนเกิดการอยากเรียนรู้มโนทัศน์ใหม่ 2) มโนทัศน์ใหม่สามารถเข้าใจเกิดการเรียนรู้ได้ ซึ่งเป็นมโนทัศน์ที่ชัดเจน แจ่มแจ้งเพียงพอต่อความรู้สึกของนักเรียนที่น่าแสวงหามโนทัศน์ใหม่อันมีความเป็นเหตุเป็นผล 3) นักเรียนสามารถเชื่อมโยงมโนทัศน์เดิมกับมโนทัศน์ใหม่เข้ากันได้ และ 4) มโนทัศน์ใหม่สามารถอธิบายปรากฏการณ์

อื่น ๆ ได้ นอกจากนี้โพสเนอร์และคณะ ได้กล่าวถึงบทบาทของครูในการจัดการเรียนการสอนโดยการจัดการเรียนการสอนที่จะประสบความสำเร็จในการเปลี่ยนมโนทัศน์นั้น ครูใช้วิธีการสอนที่หลากหลายนอกเหนือจากการบรรยาย เช่น การทดลอง การสาธิต การอภิปรายในชั้นเรียน เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิด ตามเนื้อหาที่เรียนรู้ นอกจากนี้ระหว่างการจัดการเรียนการสอนครูต้องใช้ในการสอบถามนักเรียนตลอด จากเงื่อนไขการเปลี่ยนมโนทัศน์และบทบาทของครูตามที่โพสเนอร์และคณะกล่าว จะทำให้นักเรียนเกิดการตกผลึกเนื้อหาความรู้ที่แท้จริงในการเรียน

การแก้ไขมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนจำเป็นต้องใช้ระยะเวลาในการดำเนินวิธีการเป็นเวลานาน เนื่องจากความรู้ที่คลาดเคลื่อนจะคงอยู่กับนักเรียนเป็นระยะเวลานาน อีกทั้งกระบวนการแก้ไขจำเป็นต้องมีการออกแบบวางแผนตามขั้นตอน ซึ่งการดำเนินการดังกล่าวมีความเหมาะสมอย่างยิ่งในการดำเนินการด้วยวิธีวิจัยที่เรียกว่า การวิจัยอิงการออกแบบ (Design-Based Research) ซึ่งเป็นวิธีวิทยาการวิจัยประเภทหนึ่ง ที่ใช้การออกแบบเป็นฐานมีเป้าหมายเพื่อการพัฒนานวัตกรรมการเรียนรู้ โดยใช้กระบวนการวิจัยในการออกแบบทฤษฎีและนวัตกรรม ที่มีหลักสำคัญคือ การดำเนินการที่ทำซ้ำ ๆ ระหว่างการดำเนินการวิจัยเพื่อปรับปรุงทฤษฎีและนวัตกรรมให้สามารถให้ได้จริงกับนักเรียน (สุวิมล ว่องวาณิช. 2559: 96)

การวิจัยอิงการออกแบบมีรูปแบบคล้ายกับการวิจัยเชิงปฏิบัติการ ที่มีการระบุปัญหาที่เกิดขึ้นเชื่อมโยงกับการลงมือกระทำเพื่อปรับปรุงสภาพที่เป็นอยู่ นอกจากนี้ครูยังเป็นผู้มีส่วนร่วมในการออกแบบการดำเนินการวิจัย โดยวิธีวิจัยทั้งสองมีความแตกต่างกันสองประการคือ ประการแรกเป้าหมายที่สำคัญในการวิจัย โดยการวิจัยเชิงปฏิบัติการมีเป้าหมายนำผลไปแก้ไขปัญหาหรือปรับปรุง แต่การวิจัยอิงการออกแบบมีเป้าหมายนำผลการแก้ไขปัญหามาสร้างเป็นรูปแบบแนวคิด ทฤษฎีใหม่ประการที่สองคือ บทบาทของนักวิจัยและครูในกระบวนการวิจัยที่แตกต่างกัน โดยการวิจัยเชิงปฏิบัติการ ครูทำหน้าที่หลักในการวางแผนการวิจัย ส่วนนักวิจัยจะเข้ามามีส่วนสนับสนุนการดำเนินงานของครูเท่านั้น แต่การวิจัยอิงการออกแบบ นักวิจัยเป็นผู้ใช้ความคิดริเริ่มในการวิจัย และการออกแบบการวิจัยซึ่งครูจะเป็นส่วนที่ช่วยในการดำเนินการวิจัย แวง เฟ่ง และแฮนนอฟิน มิเชล (Wang, Feng; & Hannafin, Michael J. 2005: 8) ได้อธิบายคุณลักษณะสำคัญของการวิจัยอิงการออกแบบ 5 ประการคือ 1) เน้นการปฏิบัติ เพราะในระหว่างการทำงานต้องมีการขยายหรือปรับหลักการในการออกแบบแนวคิดหรือทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 2) ลักษณะปัญหาวิจัยที่นำมาใช้ในกระบวนการวิจัยเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นในสภาพจริงของการปฏิบัติงาน 3) กระบวนการดำเนินงานต้องมีปฏิสัมพันธ์กัน โดยมีการปรับปรุงทำซ้ำเป็นวงจรต่อ ๆ ไป ซึ่งอยู่ในการออกแบบที่มีความยืดหยุ่น 4) มีการบูรณาการวิธีวิจัยในการดำเนินงานที่หลากหลาย และ 5) การวิจัยอิงการออกแบบต้องยึดติดกับเนื้อหาที่ทำวิจัย เนื่องจากในการดำเนินการวิจัยจะมีการสรุปผลการวิจัยในแต่ละวงจร (สุวิมล ว่องวาณิช. 2559: 83-85)

จากเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัยมีความสนใจศึกษาความเข้าใจในมโนทัศน์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง เคมีอินทรีย์ เนื่องจากเนื้อหามีกิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลาย การปฏิบัติการทดลอง การสืบค้น ที่ต้องอาศัยการตีความ และจาก

งานวิจัยของ แอล บาลัสซึ ซูไมแมน เอ็ม (Al-Balusshi, Sulaiman M.; et al. 2012: 221) ทำการสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในรายวิชาเคมีพบว่าหัวข้อเคมีอินทรีย์เป็นเรื่องที่นักเรียนมีมโนทัศน์คลาดเคลื่อนอยู่ในกลุ่มสูง โดยงานวิจัยนี้ผู้วิจัยนำแนวคิดการปรับเปลี่ยนเปลี่ยนมโนทัศน์ของโพสเนอร์และคณะ ที่ประกอบด้วยเงื่อนไข 4 ประการ มาใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้ซึ่งดำเนินการวิจัยด้วยการวิจัยอิงการออกแบบเป็นฐานการออกแบบกิจกรรมในระหว่างการวิจัย เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความเข้าใจในมโนทัศน์ และออกแบบปรับปรุงกระบวนการเรียนรู้ที่มีความเหมาะสมกับบริบทของนักเรียนในห้องเรียนที่มีการลดความสามารถ

ความมุ่งหมายของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งความมุ่งหมายไว้ดังนี้

1. เพื่อศึกษาความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนในวิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์
2. เพื่อออกแบบพัฒนากระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความเข้าใจในมโนทัศน์ วิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์ โดยประยุกต์ใช้แนวคิดของโพสเนอร์ตามแนวทางการวิจัยอิงการออกแบบ

3. เพื่อศึกษาผลการใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความเข้าใจในมโนทัศน์ วิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์ โดยประยุกต์ใช้แนวคิดของโพสเนอร์ตามแนวทางการวิจัยอิงการออกแบบ โดยมีความมุ่งหมายรองคือ

3.1 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความเข้าใจในมโนทัศน์หลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความเข้าใจในมโนทัศน์ วิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์ โดยประยุกต์ใช้แนวคิดของโพสเนอร์ตามแนวทางการวิจัยอิงการออกแบบ และนักเรียนกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ

3.2 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความเข้าใจในมโนทัศน์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความเข้าใจในมโนทัศน์ วิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์ โดยประยุกต์ใช้แนวคิดของ โพสเนอร์ตามแนวทางการวิจัยอิงการออกแบบ

ความสำคัญของการวิจัย

จากผลการใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้ในการแก้ไขมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน วิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์ โดยประยุกต์ใช้แนวคิดของโพสเนอร์ตามแนวทางการวิจัยอิงการออกแบบของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 1 มีความสำคัญดังนี้

1. ผลจากงานวิจัยนี้ทำให้ทราบประเด็นความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน วิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์ ซึ่งครูสามารถใช้เป็นประเด็นในการเน้นย้ำสำหรับการสอนเรื่องดังกล่าว เพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจถูกต้องและเป็นการเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2. ผลผลิตจากงานวิจัยนี้ทำให้ได้กระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความเข้าใจในโมโนทัศน์ วิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์ โดยประยุกต์ใช้แนวคิดของโพสเนอร์ตามแนวทางการวิจัยอิงการออกแบบ ซึ่งเป็นเครื่องมือในการจัดการเรียนการสอนโดยสามารถใช้ส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความเข้าใจในโมโนทัศน์

3. นักเรียนได้รับการส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความเข้าใจในโมโนทัศน์ในวิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์ จากการจัดการเรียนการสอนตามกระบวนการจัดการเรียนรู้โดยประยุกต์ใช้แนวคิดของโพสเนอร์ตามแนวทางการวิจัยอิงการออกแบบ

ขอบเขตของการวิจัย

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสันติราษฎร์วิทยาลัย สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 จำนวนนักเรียนทั้งหมด 82 คน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสันติราษฎร์วิทยาลัย สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 52 คน ซึ่งได้จากการกำหนดขนาดตัวอย่างโดยใช้โปรแกรม G*Power version 3.0.10 เพื่อหาจำนวนขนาดกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสม โดยกำหนดค่าอิทธิพลจากงานวิจัยของ อรวดี ศรีบัว . (2558: 141) มีค่าขนาดอิทธิพลเท่ากับ 0.90 กำหนดค่าระดับนัยสำคัญที่ .05 และอำนาจการทดสอบเท่ากับ 0.80

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยดำเนินการทดลองในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 โดยผู้วิจัยดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยตนเอง ใช้เวลาในการทดลองจำนวน 6 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 คาบเรียน คาบเรียนละ 50 นาที รวมทั้งสิ้น 18 คาบเรียน

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดเนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย เป็นเนื้อหาวิชาเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง เคมีอินทรีย์ ซึ่งประกอบด้วยเนื้อหาดังนี้

1. พันธะของคาร์บอน
2. หมู่ฟังก์ชัน
3. สารประกอบไฮโดรคาร์บอน
4. สารประกอบอินทรีย์ที่มีธาตุออกซิเจนเป็นองค์ประกอบ
5. สารประกอบอินทรีย์ที่มีธาตุไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ
6. สารประกอบอินทรีย์ที่มีธาตุออกซิเจนและไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ

ตัวแปรที่ศึกษา

1. การศึกษาประเด็นความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนในวิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์

ตัวแปรที่ศึกษา คือ ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนในวิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์

2. การพัฒนากระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความเข้าใจในมโนทัศน์ วิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์ โดยประยุกต์ใช้แนวคิดของโพสเนอร์ตามแนวทางการวิจัยอิงการออกแบบ

ตัวแปรที่ศึกษา คือ กระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความเข้าใจในมโนทัศน์ วิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์ โดยประยุกต์ใช้แนวคิดของโพสเนอร์ตามแนวทางการวิจัยอิงการออกแบบ

3. การศึกษาผลการใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความเข้าใจในมโนทัศน์ วิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์ โดยประยุกต์ใช้แนวคิดของโพสเนอร์ตามแนวทางการวิจัยอิงการออกแบบ

ตัวแปรอิสระ คือ การใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้ แบ่งเป็น 2 วิธี ได้แก่ 1) การใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความเข้าใจในมโนทัศน์ วิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์ โดยประยุกต์ใช้แนวคิดของโพสเนอร์ตามแนวทางการวิจัยอิงการออกแบบ และ 2) การใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบปกติในวิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์

ตัวแปรตาม คือ 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์ และ 2) ความเข้าใจในมโนทัศน์ วิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. **ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน** หมายถึง คะแนนผลการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้จากการวัดด้านพุทธิพิสัย ในระดับชั้นความเข้าใจ และการวิเคราะห์ในวิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์ ที่มีหัวข้อจำนวน 6 เรื่อง ได้แก่ 1) พันธะของคาร์บอน 2) หมู่ฟังก์ชัน 3) สารประกอบไฮโดรคาร์บอน 4) สารประกอบอินทรีย์ที่มีธาตุออกซิเจนเป็นองค์ประกอบ 5) สารประกอบอินทรีย์ที่มีธาตุไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ และ 6) สารประกอบอินทรีย์ที่มีธาตุออกซิเจนและไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ ซึ่งสามารถวัดได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบปรนัยแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

2. ความเข้าใจใหม่ในทัศน์ หมายถึง ความคิดรวบยอดของนักเรียนที่มีความเข้าใจเนื้อหาถูกต้องในวิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์ ซึ่งประกอบด้วยเนื้อหาดังนี้ 1) พันธะของคาร์บอน 2) หมู่ฟังก์ชัน 3) สารประกอบไฮโดรคาร์บอน 4) สารประกอบอินทรีย์ที่มีธาตุออกซิเจนเป็นองค์ประกอบ 5) สารประกอบอินทรีย์ที่มีธาตุไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ และ 6) สารประกอบอินทรีย์ที่มีธาตุออกซิเจนและไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ ซึ่งสามารถวัดได้จากแบบวัดความเข้าใจใหม่ในทัศน์ แบบปรนัยแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งมีลักษณะการให้เหตุผลประกอบการตอบข้อคำถาม

3. กระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความเข้าใจใหม่ในทัศน์ วิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์ โดยประยุกต์ใช้แนวคิดของโพสเนอร์ตามแนวทางการวิจัยการออกแบบ หมายถึง วิธีการหรือขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ในวิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์ ที่ประกอบด้วยการสอน 3 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ชี้นำเข้าสู่บทเรียน 2) ชี้นสอน และ 3) ชี้นสรุปบทเรียน โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละครั้งได้นำเงื่อนไขการเปลี่ยนมโนทัศน์ของโพสเนอร์ ที่ประกอบด้วย 4 เงื่อนไข ได้แก่ 1) เงื่อนไขการไม่พอใจต่อมโนทัศน์ที่มีอยู่ 2) เงื่อนไขการสอนเพื่อให้เกิดมโนทัศน์ใหม่ 3) เงื่อนไขการเชื่อมโยงมโนทัศน์ใหม่กับมโนทัศน์เดิม และ 4) เงื่อนไขมโนทัศน์ใหม่สามารถขยายขอบเขตการแสวงหาความรู้อื่น ๆ โดยนำมาใช้เป็นเงื่อนไขตั้งต้นของการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความเข้าใจใหม่ในทัศน์ ซึ่งกระบวนการจัดการเรียนรู้ได้ออกแบบโดยผู้วิจัยและอาจารย์ที่ปรึกษาซึ่งทำงานร่วมกัน โดยหลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละครั้งจะนำผลที่เกิดขึ้นในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มาวิเคราะห์หาจุดเด่น ข้อจำกัด และอุปสรรคที่เกิดขึ้นจากการนำเงื่อนไขการเปลี่ยนแปลงมโนทัศน์ไปใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อสะท้อนผลและนำผลที่ได้มาปรับปรุงกระบวนการจัดการเรียนรู้ในครั้งต่อไป เป็นลักษณะของวงจรที่กระทำซ้ำ ๆ ในช่วงระยะเวลา 6 สัปดาห์ของการทดลอง โดยเป้าหมายของกระบวนการออกแบบคือ รูปแบบเงื่อนไขการเปลี่ยนแปลงมโนทัศน์ที่มีความเหมาะสมกับบริบทของนักเรียนที่ภายในห้องเรียนเป็นกลุ่มนักเรียนความสามารถ

4. กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ วิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์ หมายถึง วิธีการหรือขั้นตอนการจัดการเรียนรู้วิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์ ที่ประกอบด้วยการสอน 3 ขั้นตอน ได้แก่

4.1 ชี้นำเข้าสู่บทเรียน ครูทบทวนความรู้เนื้อหาเดิม และยกตัวอย่างเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่เรียน

4.2 ชี้นสอน ครูอธิบายเนื้อหาที่เรียน พร้อมทั้งให้นักเรียนร่วมอภิปรายเนื้อหาเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการสร้างองค์ความรู้

4.3 ชี้นสรุปบทเรียน ครูสรุปเนื้อหาและตั้งคำถามเพื่อประเมินผลการเรียนรู้

5. การวิจัยการออกแบบ หมายถึง วิธีการวิจัยในการพัฒนารูปแบบกระบวนการเปลี่ยนแปลงมโนทัศน์ของโพสเนอร์ โดยเริ่มต้นด้วยการออกแบบกระบวนการจัดการเรียนการสอน

เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความเข้าใจในมโนทัศน์ นำไปสู่การทดลองเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล โดยนำผลที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์ผล สะท้อนผลจากการนำกระบวนการจัดการเรียนรู้ไปทดลองใช้ และนำผลสะท้อนที่ได้มาออกแบบกระบวนการจัดการเรียนรู้ในวงจรต่อไป ซึ่งผู้ออกแบบปรับปรุงรูปแบบกระบวนการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วยครู และผู้เชี่ยวชาญด้านการสอน ซึ่งเป็นกระบวนการออกแบบปรับปรุงและทำซ้ำเพื่อปรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับบริบทสภาพจริงของนักเรียน

กรอบแนวคิดในการวิจัย

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความเข้าใจในมโนทัศน์ วิชาเคมี พบว่าสาเหตุของการเกิดความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนมีสาเหตุหลากหลาย ซึ่งผลที่เกิดขึ้นกับนักเรียนจะส่งผลในด้านลบคือ ไม่สามารถเข้าใจเนื้อหาที่ถูกต้องมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนไปจากเนื้อหาความรู้ที่แท้จริง โปสเนอร์และคณะ (Posner, George J.; et al. 1982: 225) ได้อธิบายองค์ประกอบที่สำคัญของการแก้ไขมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนซึ่งประกอบด้วย 4 เงื่อนไข ได้แก่ 1) ครูสร้างเงื่อนไขเพื่อให้นักเรียนไม่พึงพอใจกับมโนทัศน์เดิมที่มีอยู่ 2) ครูจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์ใหม่ 3) ครูสร้างเงื่อนไขที่เชื่อมโยงมโนทัศน์ใหม่กับมโนทัศน์เดิม 4) มโนทัศน์ใหม่จะต้องมีศักยภาพที่จะขยายขอบเขตของการแสวงหาความรู้อื่น ๆ มาประยุกต์ในกระบวนการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียน อีกทั้งยังส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น โดยสอดคล้องกับงานวิจัยของ กาญจนา เป็งวงศ์. (2546: 56) และ วิลาวลัย ลาภนุญเรือง. (2543: 49-50) ที่มีผลการวิจัยสรุปว่า นักเรียนที่ได้รับกระบวนการจัดการเรียนรู้ตามเงื่อนไขการเปลี่ยนมโนทัศน์ของโปสเนอร์ มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนน้อยกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นโดยการพัฒนากระบวนการจัดการเรียนรู้เพื่อแก้ไขความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนในรายวิชาเคมีให้มีรูปแบบที่เหมาะสมกับนักเรียน และผู้วิจัยใช้การประยุกต์ใช้การวิจัยอิงการออกแบบ ซึ่ง แวง แฟง และแฮนนาฟิน มิเชล (Wang, Feng; & Hannafin, Michael J. 2005: 6-7) ได้อธิบายว่า การวิจัยอิงการออกแบบ (Design-based research: DBR) เป็นวิธีวิทยาการวิจัยประเภทหนึ่งที่มีจุดมุ่งหมายเพื่อปรับปรุง พัฒนาการออกแบบ ที่เน้นนำผลสะท้อนมาออกแบบปรับปรุงกระบวนการในวงจรต่อไปที่ดำเนินการทำซ้ำ ๆ เพื่อให้ได้รูปแบบใหม่ที่มีความเหมาะสมกับบริบทของกลุ่มตัวอย่าง โดย สุวิมล ว่องวาณิช (2559: 92) กล่าวถึงการประยุกต์การวิจัยอิงการออกแบบในการพัฒนานวัตกรรมการศึกษาว่า การวิจัยเป็นกระบวนการหนึ่งที่ทำให้ได้นวัตกรรมการศึกษาที่ต้องใช้การเปลี่ยนแปลงความคิดสู่การออกแบบเป็นผลผลิตที่ต้องมีการทดลองตรวจสอบจากการนำไปใช้จริงกับผู้เรียน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ เซน เซเวน (Chen Chwen Jen. 2007: 149) ที่ประยุกต์ใช้การวิจัยอิงการออกแบบเพื่อออกแบบการจัดการเรียนรู้ตามสภาพสิ่งแวดล้อมจริง ดังนั้น ผู้วิจัยได้นำแนวคิดดังกล่าวมาใช้ในการศึกษาผลการใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้ในการส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความเข้าใจในมโนทัศน์ วิชาเคมี

เรื่อง เคมีอินทรีย์ โดยประยุกต์ใช้แนวคิดของโพสเนอร์ตามแนวทางการวิจัยอิงการออกแบบ ซึ่งมี
กรอบแนวคิดดังภาพประกอบ 1

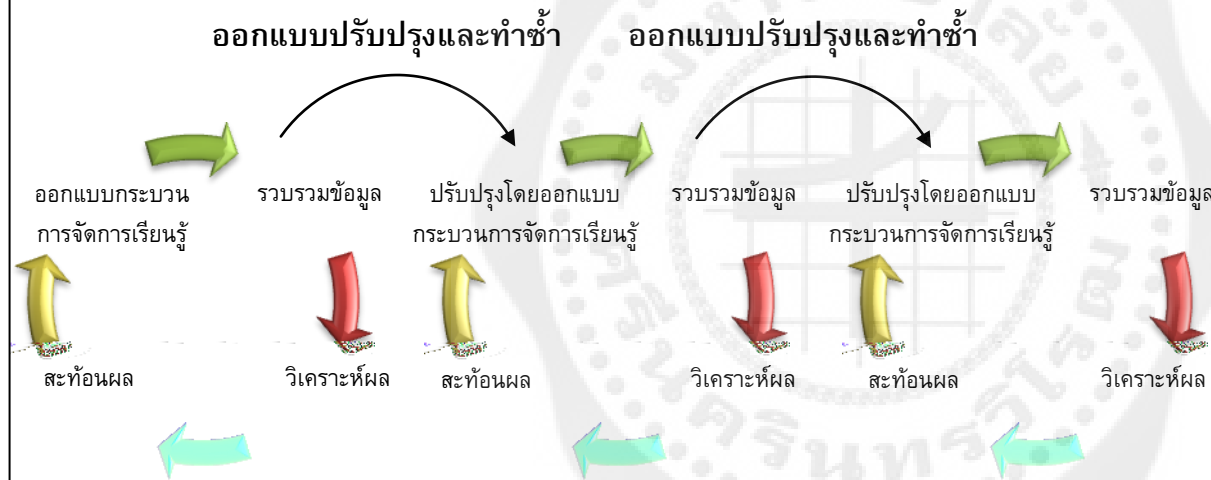


ตัวแปรอิสระ

ตัวแปรตาม

การใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้ แบ่งเป็น

- 1) กระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความเข้าใจในมโนทัศน์ วิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์ โดยประยุกต์ใช้แนวคิดตั้งต้นของโพสเนอร์ตามแนวทางการวิจัยการออกแบบ



- 2) กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ วิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์
ขั้นนำ → ขั้นสอน → ขั้นสรุป

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
วิชาเคมี เรื่องเคมีอินทรีย์

ความเข้าใจในมโนทัศน์
วิชาเคมี เรื่องเคมีอินทรีย์

ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

สมมติฐานในการวิจัย

1. นักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการจัดการเรียนรู้โดยประยุกต์ใช้แนวคิดของโพสเนอร์ตามแนวทางการวิจัยอิงการออกแบบ มีค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความเข้าใจในมโนทัศน์ วิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์ สูงกว่านักเรียนที่ใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ วิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. นักเรียนที่ได้รับการใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้โดยประยุกต์ใช้แนวคิดของโพสเนอร์ตามแนวทางการวิจัยอิงการออกแบบ มีค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความเข้าใจในมโนทัศน์ วิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05



บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยเรื่องการพัฒนากระบวนการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความเข้าใจในมโนทัศน์ รายวิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์ โดยประยุกต์ใช้แนวคิดของโพสเนอร์ตามแนวทางการวิจัยอิงการออกแบบ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องโดยนำเสนอรายละเอียดดังนี้

1. มโนทัศน์และทฤษฎีที่เกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 1.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 1.2 การวัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 1.3 เครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 1.4 หลักการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
2. มโนทัศน์และทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์
 - 2.1 ความหมายของมโนทัศน์
 - 2.2 ปัจจัยที่มีผลต่อการสร้างมโนทัศน์
 - 2.3 ความหมายของมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน
 - 2.4 การวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน
 - 2.5 การแก้ไขมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนตามเงื่อนไขโพสเนอร์
 - 2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน
3. มโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยอิงการออกแบบ
 - 3.1 ความหมายของการวิจัยอิงการออกแบบ
 - 3.2 คุณลักษณะของการวิจัยอิงการออกแบบ
 - 3.3 ความแตกต่างของการวิจัยอิงการออกแบบกับงานวิจัยตามแนวคิดอื่น
 - 3.4 การประยุกต์การวิจัยอิงการออกแบบในการพัฒนานวัตกรรมการศึกษา

1. มโนทัศน์และทฤษฎีที่เกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

พวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2529: 46) และศิริชัย กาญจนวาสี (2556: 166) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่าเป็นคุณลักษณะรวมถึงความรู้ความสามารถของบุคคลอันเป็นผลมาจากการจัดกระบวนการเรียนการสอนที่ครูจัดขึ้นตามแผนที่กำหนดไว้ล่วงหน้าในช่วงระยะเวลาใดเวลาหนึ่งหรือคือมวลประสบการณ์ทั้งปวงที่บุคคลได้รับจากการเรียนการสอน ทำให้บุคคลเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในด้านต่าง ๆ ของสมรรถภาพสมอง อาจเป็นความรู้หรือทักษะ โดยมาก

มักจะเน้นทักษะสมองหรือความคิด อันบ่งบอกถึงสภาพการเรียนรู้ที่ผ่านมา หรือสภาพการเรียนรู้ที่บุคคลนั้นได้รับ

จากความหมายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนข้างต้นสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคือ ความรู้ ความสามารถของนักเรียนที่เกิดจากการเรียนรู้ในระหว่างการจัดการเรียนการสอน อีกทั้งยังขยายความรวมถึงประสบการณ์ที่นักเรียนได้รับจากเหตุการณ์ต่าง ๆ ส่งผลให้เกิดการพัฒนากระบวนการคิด และนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงทางด้านความรู้หรือความสามารถที่เกี่ยวข้องกับทักษะ

1.2 การวัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การวัดและประเมินผลเป็นกระบวนการที่เป็นองค์ประกอบสำคัญต่อการศึกษาโดยปรากฏในแต่ละศาสตร์เพื่อใช้ในการจัดการเรียนการสอน โดยมีนักวิชาการและนักการศึกษาได้ให้ความหมายของการวัดและประเมินผล ดังนี้

ศิริชัย กาญจนวาสี (2556: 9) ได้กล่าวถึงความหมายของการวัด หมายถึง เป็นการระบุค่าที่เป็นตัวเลขให้กับสิ่งที่ต้องการวัดตามเกณฑ์ที่กำหนด โดยในกระบวนการวัดมีองค์ประกอบที่สำคัญ 3 ประการ ได้แก่ 1) จุดมุ่งหมายของการวัด เนื่องจากในการวัดต้องรู้ถึงจุดประสงค์ว่าต้องการวัดสิ่งใด วัดอะไร วัดในรูปแบบใด และวัดเพื่ออะไร 2) เครื่องมือที่ใช้วัด ในการวัดแต่ละครั้งต้องอาศัยเครื่องมือเพื่อสามารถทราบถึงค่าในสิ่งที่ต้องการวัด โดยเครื่องมือที่วัดมีอย่างหลากหลาย เช่น แบบสังเกต แบบตรวจสอบ แบบสัมภาษณ์ แบบทดสอบ/แบบสอบ แบบสอบถาม มาตรฐานประเมินค่า โดยเครื่องมือวัดนอกจากการระบุค่าที่ได้ยังต้องกำหนดหน่วยที่ใช้ในการวัดและมีมาตราเปรียบเทียบกับระหว่างหน่วย 3) การแปลผลและนำผลไปใช้ นำผลที่ได้จากการวัดมาประเมินตามเกณฑ์ที่กำหนดว่ามีผลอย่างไร และนำผลที่ได้จากการวัดไปใช้ให้เกิดประโยชน์ใดได้บ้าง ซึ่งสอดคล้องกับ เยาวดี ราชัยกุล วิบูลย์ศรี (2556: 5-6) ได้กล่าวถึงความหมายของการวัด หมายถึง การกำหนดค่าหรือคุณลักษณะใดในสิ่งที่ต้องการวัด โดยมีกระบวนการเป็นขั้นตอนตามระเบียบของการวัด ที่ต้องอาศัยเครื่องมือวัดผลประเภทใดประเภทหนึ่ง เช่น การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนด้วยแบบทดสอบ การวัดความถนัดเชาว์ปัญญาด้วยแบบวัดความถนัด การวัดความสูง การวัดทักษะการปฏิบัติหรือการเคลื่อนไหวร่างกาย เป็นต้น รวมทั้ง ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ (2543: 10) กล่าวถึงการวัดผลเป็นการวัดคุณลักษณะ การวัดผลเป็นการวัดคุณลักษณะของสิ่งต่าง ๆ ไม่ได้เป็นการวัดคุณลักษณะของคน สัตว์ สิ่งของเท่านั้น เช่น การวัดความกว้าง การวัดผลการเรียนรู้ การวัดเชาว์ปัญญา การวัดความยาว การวัดความเร็ว เป็นต้น โดยในการวัดแต่ละครั้งต้องทราบถึงจุดมุ่งหมายในการวัดเพื่อจะได้เลือกใช้เครื่องมือในการวัดที่มีความเหมาะสมกับสิ่งที่ต้องการวัดว่าจะวัดคุณลักษณะใด จากสิ่งใด ใช้เครื่องมืออะไร หน่วยเป็นอะไร

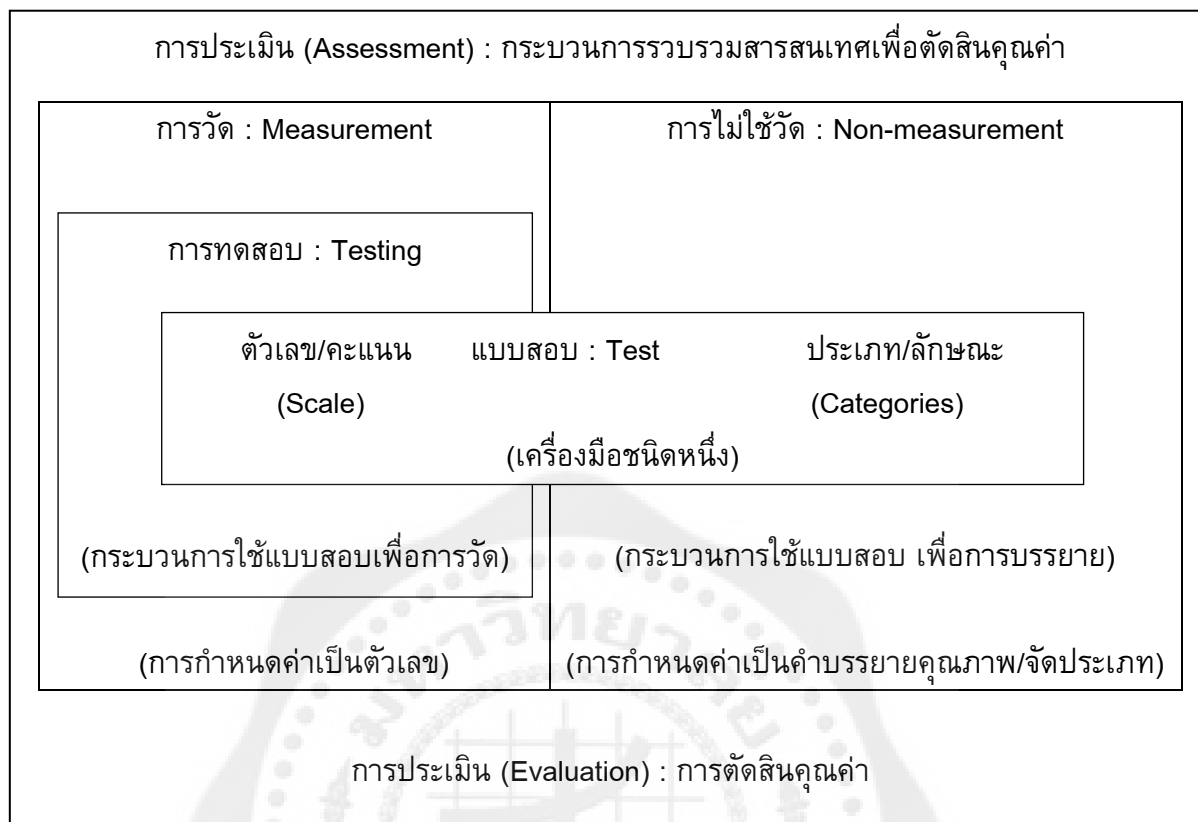
จากความหมายการวัดข้างต้นสรุปได้ว่าการวัด หมายถึง กระบวนการกำหนดค่าหรือคุณลักษณะสิ่งที่ต้องการวัด โดยกำหนดจุดมุ่งหมายในการวัดให้แน่นอนเพื่อจะได้ทราบถึงจุดมุ่งหมายของการวัดว่าจะวัดอะไร วัดเพื่ออะไร และวัดไปทำไม ทั้งนี้ในกระบวนการวัดต้องอาศัย

เครื่องมือที่มีมาตรฐาน ทำให้ค่าที่ได้จากการวัดสะท้อนถึงคุณลักษณะของสิ่งที่วัดได้อย่างแม่นยำ ตัวอย่างเครื่องมือได้แก่ แบบทดสอบ แบบสังเกต มาตรฐานประเมินค่า แบบสอบวินิจจย เป็นต้น

ศิริชัย กาญจนวาสี (2556: 9) ได้กล่าวถึงความหมายของการประเมิน หมายถึง การตัดสินคุณค่าของสิ่งต่าง ๆ ตามเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด โดยอาศัยข้อมูลที่ได้จากการวัดนำมาพิจารณาเทียบกับเกณฑ์มาตรฐาน เพื่อตัดสินผล โดยการประเมินประกอบด้วย 3 ส่วนที่สำคัญ ได้แก่ 1) ข้อมูลที่ได้จากการวัด ข้อมูลที่ได้ต้องมีความถูกต้องและตรงตามสภาพคุณลักษณะจริงของสิ่งที่วัด 2) การแปลผล และ 3) การตัดสินคุณค่า นอกจากนี้การประเมินต้องอาศัยการสังเคราะห์ข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ เพื่อตัดสินคุณค่าของสิ่งนั้น ซึ่งสอดคล้องกับ เยาวดี ราชชัยกุล วิบูลย์ศรี (2556: 9-10) ได้กล่าวถึงความหมายของการประเมิน หมายถึง การตัดสินผลของสิ่งต่าง ๆ จากการรวบรวมข้อมูลจากการวัดเพื่อช่วยให้มีการจัดสินได้หลายทาง เช่น สิ่งของนั้นมีความกว้างมากน้อยเพียงใด บุคคลนั้นมีบุคลิกภาพอย่างไรหรือจะเป็นผู้ที่ประสบความสำเร็จในอาชีพประเภทใดบ้าง

จากความหมายการประเมินข้างต้นสรุปได้ว่าการประเมิน หมายถึง กระบวนการตัดสินคุณค่าของสิ่งต่าง ๆ โดยการตัดสินคุณค่าต้องอาศัยสารสนเทศที่ได้จากการวัด และนำมาประเมินค่าตามเกณฑ์ที่กำหนด ซึ่งถือว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดขึ้นเป็นหัวใจหลักของการตัดสินประเมินผล เพราะจะสามารถทำให้ระบุได้ว่าข้อมูลที่ได้จากการวัดนั้นอยู่ในระดับใดของเกณฑ์ที่กำหนด นั่นคือกระบวนการประเมินอย่างแท้จริง

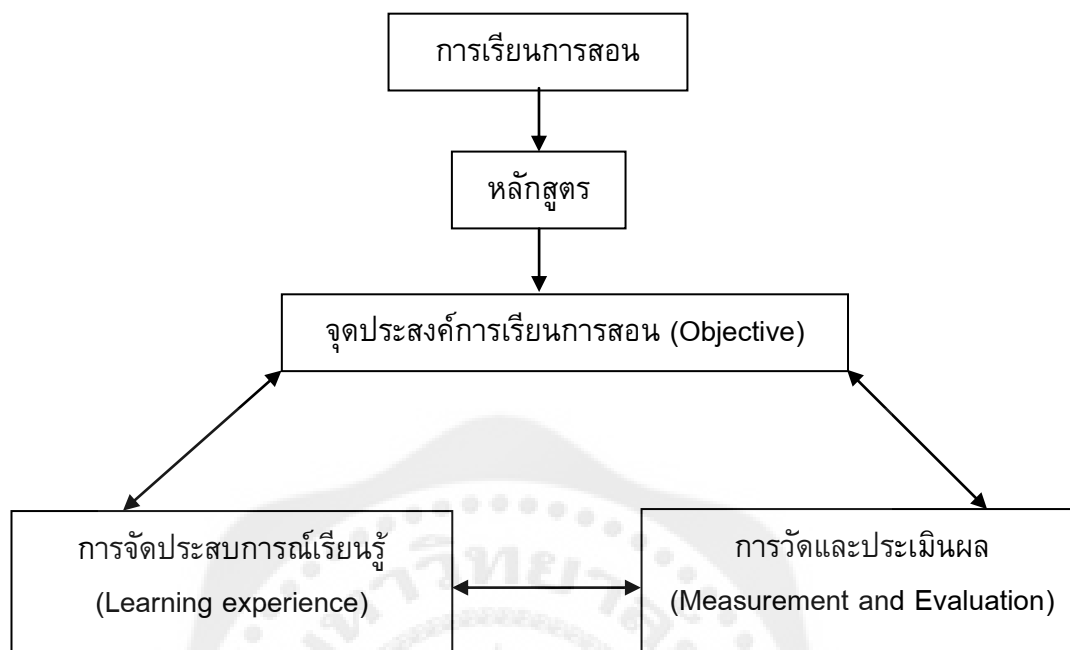
ศิริชัย กาญจนวาสี (2556: 9) ได้กล่าวถึงความสัมพันธ์ระหว่างการวัดและการประเมิน โดยการวัดและการประเมินเป็นกระบวนการที่ต่อเนื่องกัน กล่าวคือ ข้อมูลที่ได้จากการวัดจะถูกส่งต่อในขั้นตอนของการประเมิน ซึ่งข้อมูลที่ได้อาจจะมาจากการวัดอย่างเป็นทางการ เช่น การทดสอบ ผลสัมฤทธิ์ การประเมินตามสภาพจริง การสัมภาษณ์กลุ่ม การทดสอบทักษะการปฏิบัติ เป็นต้น ส่วนการวัดอย่างไม่เป็นทางการ เช่น การสังเกต การสอบถามจากผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้อง การคาดคะเนด้วยสายตา เป็นต้น ทั้งนี้ข้อมูลที่ได้จากการวัดอย่างไม่เป็นทางการ มีโอกาสที่เพิ่มความผิดพลาดเคลื่อนในการประเมินด้วยนั้น สอดคล้องกับ ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ (2543: 13) การวัดและการประเมินเป็นกระบวนการที่ตั้งอยู่บนหลักกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ที่มีการกำหนดจุดมุ่งหมายในการวัด การออกแบบรูปแบบของการวัดและการประเมินตามระเบียบวิธีทางวิจัยและสถิติ ในส่วนภาคการศึกษาได้นำหลักการวัดและการประเมินมาใช้ในการกำหนดจุดมุ่งหมายการเรียนการสอน พฤติกรรมพื้นฐานของนักเรียน การเลือกใช้วิธีสอนที่มีประสิทธิภาพ การสอบก่อนหลัง สอบเพื่อประเมินผลการเรียนรู้ดังภาพประกอบ 3



ภาพประกอบ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างแบบสอบ การทดสอบ การวัดและการประเมิน

ที่มา: ศิริชัย กาญจนวาสี. (2556). ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม. หน้า 12.

โชติกา ภาษีผล และคณะ (2558: 6) ได้กล่าวถึงความสำคัญของการวัดและประเมินผลมีความสำคัญในการเรียนการสอน เนื่องจากในการจัดการเรียนรู้ต้องเริ่มจากการวิเคราะห์หลักสูตรเพื่อพิจารณาจุดประสงค์ของหลักสูตรว่าต้องการให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้สิ่งใด และทำให้ครูกำหนดพฤติกรรมการเรียนรู้ บ่งบอกถึงพฤติกรรมได้ครอบคลุมครบถ้วนตามกรอบของเนื้อหา เนื้อหาบทเรียนในการจัดการเรียนการสอนได้ ทั้งนี้การจัดการเรียนการสอนที่สมบูรณ์จะดำเนินควบคู่ไปกับการวัดและประเมินผล เนื่องจากสามารถสะท้อนผลที่เป็นผลการจากการเรียนการสอนได้ โดยช่วยให้นักเรียนเกิดการพัฒนาในส่วนที่ยังไม่บรรลุผล และช่วยให้ครูปรับเปลี่ยนกระบวนการจัดการเรียนการสอน จึงทำให้การวัดและประเมินผลให้ข้อมูลสารสนเทศที่เที่ยงตรง เชื่อถือได้เกี่ยวกับนักเรียน และกระบวนการทางการเรียนรู้ ดังมีความสัมพันธ์ดังภาพประกอบ 4



ภาพประกอบ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนและกระบวนการเรียนรู้

ที่มา: โชติกา ภาณีผล และคณะ. (2558). การวัดและประเมินผลการเรียนรู้. หน้า 6.

เบนจามินบลูม (Bloom BenjaminS. 1976: 139 อ้างอิงจาก โชติกา ภาณีผล และคณะ. 2558: 17-18) กล่าวว่า การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจะต้องสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม 3 ด้าน คือ

1. ด้านพุทธิพิสัย (Cognitive domain) เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับสมองในส่วนของการเรียนรู้ และความคิด ซึ่งเกี่ยวข้องกับความสามารถทางปัญญา เช่น ความรู้ความเข้าใจ การวิเคราะห์การแก้ไขปัญหา การเชื่อมโยงความสัมพันธ์ มโนทัศน์ การตัดสินใจ ทักษะทางปัญญา การใช้เหตุผลเป็นต้น ซึ่งสามารถจำแนกขั้นตอนการเรียนรู้ได้เป็น 6 ขั้นตอน

1.1 ด้านความรู้ความจำ (knowledge) เป็นส่วนในการจดจำ เหตุการณ์ เรื่องราว หรือระลึกลักษณะต่าง ๆ ที่ได้ผ่านไปแล้ว

1.2 ความเข้าใจ (comprehension) เป็นส่วนในด้านการตีความ แปลความจากข้อมูลหนึ่ง ด้วยการสรุปเป็นมโนทัศน์ที่เข้าใจ

1.3 การนำไปใช้ (application) เป็นส่วนในการเลือกใช้ความรู้ในการแก้ไขปัญหาที่เผชิญ หรือในสถานการณ์ใหม่

1.4 การวิเคราะห์ (analysis) เป็นส่วนของการตีความ แยกแยะข้อมูล ส่วนประกอบออกเป็นส่วน ๆ เพื่อเห็นองค์ประกอบความสัมพันธ์กันของข้อมูลอย่างชัดเจน

1.5 การสังเคราะห์ (synthesis) เป็นส่วนการจัดรวมส่วนประกอบย่อย ๆ ข้อมูลแผนการ หรือหลักการต่าง ๆ นำมารวบรวมเป็นความสัมพันธ์เดียวกันเพื่อให้เกิดเป็นรูปแบบความสัมพันธ์โครงสร้างใหม่

1.6 การประเมินค่า (evaluation) เป็นส่วนกระบวนการพิจารณาตัดสินผลของสิ่งต่าง ๆ โดยเทียบกับเกณฑ์หรือหลักการตั้งอยู่บนหลักเหตุและผลที่มีมาตรฐานและเป็นกระบวนการตามหลักวิทยาศาสตร์

2. ด้านจิตพิสัย (Affective domain) เป็นการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับด้านจิตใจ ด้านอารมณ์ความรู้สึกแบ่งได้ 5 ระดับ ได้แก่ การรับรู้ การตอบสนอง การเห็นคุณค่า การจัดระบบค่านิยม และการแสดงลักษณะตามค่านิยม

3. ด้านทักษะพิสัย (Psychomotor domain) เป็นการเรียนรู้ด้านทักษะการปฏิบัติ ซึ่งเกี่ยวกับการเคลื่อนไหวกล้ามเนื้อต่าง และส่วนต่าง ๆ ของร่างกายที่ประสานการทำงานไปพร้อม ๆ กัน เช่น การเล่นฟุตบอลที่ต้องอาศัยการเคลื่อนไหวร่างกายด้วยกล้ามเนื้อ ร่วมกับโครงร่างของร่างกายในการเคลื่อนที่ เพื่อช่วยให้ร่างกายเกิดการเคลื่อนไหวยับได้ หรือการเขียน การกระโดด การว่ายน้ำ เป็นต้นทักษะพิสัยเป็นทักษะทางร่างกายเกี่ยวกับการประสานงานของประสาท (สมอง) และกล้ามเนื้อ โดยในส่วนทักษะพิสัยจะทำงานร่วมกับการเรียนรู้ในด้านอื่น ๆ เนื่องจากทักษะพิสัยเป็นการเรียนรู้ที่เกิดทักษะการปฏิบัติ สำหรับการจำแนกระดับการเรียนรู้ทางด้านทักษะการปฏิบัติไว้อย่างเป็นลำดับ จากง่ายจนไปถึงซับซ้อน โดยจำแนกเป็น 7 ระดับ ได้แก่ การรับรู้ของระบบประสาทและกล้ามเนื้อ ความพร้อมที่จะปฏิบัติ การปฏิบัติตามข้อแนะนำ การปฏิบัติจนเป็นนิสัย การปฏิบัติที่สลับซับซ้อน การปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการ และการสร้างพฤติกรรมการใหม่

จากความสัมพันธ์ระหว่างการวัดและการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนข้างต้นสรุปได้ว่าการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นกระบวนการที่กำหนดค่าผลการเรียนที่ได้จากแบบทดสอบซึ่งใช้เป็นเครื่องมือในการวัด และคะแนนที่ได้จากการวัดจะถูกส่งต่อไปในขั้นตอนการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐาน

1.3 เครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินผลการเรียนรู้มีหลากหลายประเภท ในบางกรณีสามารถใช้เครื่องมือประเภทเดียวเพื่อประเมินการเรียนรู้ได้ แต่ในบางกรณีอาจต้องใช้เครื่องมือหลายประเภทผสมกัน เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้องและครบถ้วน ครูสามารถเลือกใช้เครื่องมือได้ให้สอดคล้องกับสถานการณ์และสิ่งแวดล้อมตามความเหมาะสม ดังนี้ (อิทธิพัทธ์ สุวทันพรกุล, 2555: 45)

1. แบบสัมภาษณ์ เป็นเครื่องมือที่ใช้ประกอบการพูดคุยซักถามระหว่างครูกับนักเรียนเพื่อรวบรวมข้อมูลที่ต้องการทำให้ครูสามารถสังเกตกริยาท่าทาง ลักษณะทางร่างกาย การแสดงพฤติกรรม ลักษณะการโต้ตอบ การสัมภาษณ์ที่ใช้ในโรงเรียนมักเป็นการสัมภาษณ์เพื่อหาข้อเท็จจริงและสัมภาษณ์เพื่อปรึกษาปัญหาหรือประเด็นที่น่าสนใจ

2. แบบสังเกต เป็นเครื่องมือที่ครูใช้ประกอบการสังเกตนักเรียนแต่ละคนหรือเป็นกลุ่มใดเวลาหนึ่งขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ในการสังเกตของครู การสังเกตที่ให้ผลเชื่อถือได้นั้นครูต้องสังเกตนักเรียนทีละคน ระบุพฤติกรรมที่สังเกตให้ชัดเจน จัดเวลาสังเกตให้เป็นระบบ สังเกตซ้ำ ๆ กันหลายช่วงเวลา ถ้าจะให้เชื่อถือได้สูงควรมีผู้สังเกต 2 คน สังเกตนักเรียนในช่วงเวลาเดียวกัน

3. แบบสอบถาม เป็นเครื่องมือที่ใช้รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับความคิดเห็นที่ให้ผู้ตอบเขียนตอบเองซึ่งมีหลายประเภท เช่น ให้ผู้ตอบทำเครื่องหมายเพื่อตอบ เขียนคำตอบสั้น ๆ หรือให้ทำเครื่องหมายเป็นมาตรประมาณค่า

4. แบบสำรวจรายการ เป็นเครื่องมือที่ใช้เก็บข้อมูลซึ่งเป็นข้อเท็จจริง โดยจัดทำเป็นรายการสำรวจเอาไว้ เมื่อเก็บข้อมูลก็ตรวจสอบไปที่ละรายการว่ามีหรือไม่ มักใช้ประกอบการเก็บข้อมูลโดยวิธีการสังเกตหรือการวัดทักษะการปฏิบัติ

5. แบบทดสอบ/แบบวัด เป็นเครื่องมือที่ประกอบไปด้วยชุดข้อคำถาม ที่สร้างขึ้นให้นักเรียนแสดงพฤติกรรมออกมาให้ครูสังเกตและวัดได้ ใช้ในวัดพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัยที่ซ่อนแฝงอยู่ในตัวบุคคล รวมถึงด้านเจตคติและด้านทักษะ

จากเครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนข้างต้นสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นค่าที่ได้จากการวัดจากเครื่องมือที่ใช้วัดที่หลากหลาย เช่น แบบสัมภาษณ์ แบบสังเกต แบบสอบถาม แบบสำรวจรายการ และแบบทดสอบ/แบบวัด เป็นต้น ในการใช้เครื่องมือประเภทใดขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของสถานการณ์หรือสิ่งที่ต้องการวัด

1.4 หลักการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์นับว่าเป็นเครื่องมือสำคัญในกระบวนการจัดการเรียนการสอนที่ครูใช้ในการประเมินพฤติกรรมหรือผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนอันเนื่องมาจากการจัดการเรียนการสอน ผลการทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจะเป็นสารสนเทศที่เป็นประโยชน์ต่อการปรับปรุงคุณภาพการจัดการเรียนการสอนของครู และเป็นข้อมูลที่ช่วยให้นักเรียนพัฒนาตนเองอย่างเต็มศักยภาพมากยิ่งขึ้น โดยการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีขั้นตอน 9 ขั้นตอน ดังนี้ (พิชิต ฤทธิ์เจริญ, 2557: 97-98, อิทธิพัทธ์ สุวทันพรกุล, 2555: 45)

1. การวิเคราะห์หลักสูตรและการสร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตร การวางแผนการสร้างแบบทดสอบควรเริ่มจากการวิเคราะห์หลักสูตร เพื่อให้เห็นจุดมุ่งหมายของหลักสูตรว่าต้องการให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ในเรื่องใด มีจุดมุ่งหมายปลายทางของพฤติกรรมที่ต้องการจะวัดอย่างไร นักเรียนที่ต้องการวัดคือระดับใด โดยนำมาสร้างเป็นตารางวิเคราะห์หลักสูตรสำหรับใช้ในการสร้างแบบทดสอบ โดยกำหนดสาระ มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้ ระบุจำนวนข้อสอบในแต่ละเรื่องและพฤติกรรมที่ต้องการจะวัด

2. การกำหนดจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม เป็นพฤติกรรมที่ครูคาดหวังให้นักเรียนเกิด หลังจากการจัดการเรียนการสอน โดยครูต้องกำหนดจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมไว้ล่วงหน้าก่อน จัดการเรียนการสอนและการสร้างแบบทดสอบ

3. กำหนดชนิดของข้อสอบและศึกษาวิธีสร้าง โดยการศึกษาตารางวิเคราะห์หลักสูตรเพื่อกำหนดชนิดของลักษณะข้อทดสอบ โดยต้องคำนึงถึงการเลือกแบบข้อสอบ เวลาที่ใช้ในการทดสอบ ความยากง่ายของแบบทดสอบ และวิธีดำเนินการสอบ ผู้สร้างแบบทดสอบจะต้องพิจารณาให้มีความเหมาะสมกับปัจจัยที่กำหนด

4. เขียนข้อสอบ ในการสร้างแบบทดสอบผู้สร้างจะต้องคำนึงถึงรายละเอียดที่กำหนดไว้ใน ตารางวิเคราะห์หลักสูตร และสร้างข้อสอบให้มีจำนวนมากกว่าที่ใช้จริงเพื่อพิจารณานำมาใช้เลือก เป็นแบบทดสอบจริงในการสอบ

5. การคัดเลือกข้อสอบ นำข้อสอบที่สร้างขึ้นมามาคัดเลือกเฉพาะข้อที่มีเนื้อหาและระดับ พฤติกรรมตรงตามตารางวิเคราะห์หลักสูตรได้กำหนดไว้ และมีคุณลักษณะที่ถูกต้องตามหลักการ เขียนข้อสอบ

6. ตรวจสอบข้อสอบ เพื่อตรวจสอบหาข้อบกพร่องของข้อสอบให้ถูกต้องตามหลักการเขียน ข้อสอบ และเป็นการลดความผิดพลาดของข้อสอบ ผู้สร้างต้องตรวจสอบข้อสอบเป็นรายข้อและ ตรวจสอบภาพรวมทั้งฉบับก่อนจัดพิมพ์

7. จัดพิมพ์แบบทดสอบฉบับทดลอง เมื่อผู้สร้างตรวจสอบข้อสอบเสร็จ ก็นำมาจัดพิมพ์เพื่อ นำข้อสอบฉบับทดลองไปทดลองใช้ต่อไป

8. ทดลองและวิเคราะห์ข้อสอบ เป็นขั้นตอนการนำแบบทดสอบไปทดลองใช้กับกลุ่ม ตัวอย่างอื่นที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างที่ต้องการทดสอบ โดยกลุ่มตัวอย่างดังกล่าวต้องมีลักษณะที่ คล้ายคลึงกับกลุ่มตัวอย่างที่ต้องการทดสอบ เพื่อนำผลการทดสอบที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าความยาก และอำนาจจำแนก และนำมาปรับปรุงข้อสอบต่อไป ก่อนนำไปใช้จริง

9. จัดทำแบบทดสอบฉบับจริง ในการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างอื่นจะทำให้ทราบค่าความยาก และอำนาจจำแนก ผู้สร้างต้องนำค่าดังกล่าวมาปรับปรุงและแก้ไขให้แบบทดสอบที่สร้างมาคุณภาพ ดี เหมาะสมพอที่นำไปใช้ทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างจริง

จากหลักการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนข้างต้นสรุปได้ว่า การสร้าง แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีขั้นตอน 9 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การวิเคราะห์หลักสูตรและการ สร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตร 2) การกำหนดจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม 3) กำหนดชนิดของข้อสอบ และศึกษาวิธีสร้าง 4) เขียนข้อสอบ 5) การคัดเลือกข้อสอบ 6) ตรวจสอบข้อสอบ 7) จัดพิมพ์ แบบทดสอบฉบับทดลอง 8) ทดลองและวิเคราะห์ข้อสอบ และ 9) จัดทำแบบทดสอบฉบับจริง ซึ่ง แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เคมีอินทรีย์ ที่สร้างขึ้นผู้วิจัยได้สร้างตามรูปแบบ กระบวนการดังกล่าว

ในการวัดผลเพื่อให้ได้คะแนนที่มีความเชื่อถือได้นั้น เครื่องมือที่ใช้วัดต้องมีคุณภาพ ซึ่งคุณลักษณะของแบบทดสอบที่ดีสามารถสรุปได้ ดังนี้ (ชวาล แพรัตกุล. 2552: 81-89)

1. แบบทดสอบที่ดีต้องมีความเที่ยงตรง (Validity) จัดว่าเป็นคุณลักษณะที่สำคัญของเครื่องมือทั้งหลายจำเป็นต้องมี ทั้งนี้ความเที่ยงตรง เป็นคุณสมบัติที่จะทำให้ผู้วัดได้รับข้อมูลที่ถูกต้อง ใกล้เคียงกับความจริงมากที่สุด สามารถแบ่งความเที่ยงตรงของแบบทดสอบออกเป็น 4 ประเภท ได้แก่ ความเที่ยงตรงตามเนื้อหา ความเที่ยงตรงตามโครงสร้าง ความเที่ยงตรงตามสภาพ และความเที่ยงตรงตามพยากรณ์

2. แบบทดสอบที่ดีต้องมีความยุติธรรม (Fair) กล่าวคือ โจทย์ข้อคำถามทั้งหลายไม่มีช่องแคะให้เด็กคาดเดาคำตอบได้ถูก การที่ข้อสอบจะเกิดความเสมอภาคได้เช่นนี้ ผู้ออกต้องอาศัยการออกคำถามให้ครอบคลุมหลักสูตร

3. แบบทดสอบที่ดีต้องถามลึก (Searching) ข้อคำถามที่ดีนั้นจะต้องถามที่ครอบคลุมพฤติกรรมการเรียนรู้ ไม่ถามเพียงระดับขั้นความรู้ ความจำ ตามตำรา และมุ่งวัดความรู้ในลักษณะที่ตรงตามเนื้อหาที่มีความลุ่มลึก ไม่ถามเนื้อหาที่กว้างไป

4. แบบทดสอบที่ดีต้องยั่วเป็นเยี่ยงอย่าง (Exemplary) ข้อคำถามนั้น มีลักษณะท้าทายสามารถกระตุ้นให้เด็กไขว่คว้าหาความรู้ให้ผู้ตอบเกิดกระบวนการคิด

5. แบบทดสอบที่ดีต้องจำเพาะเจาะจง (Definite) ข้อคำถามต้องถามตรงประเด็น ไม่คลุมเครือ

6. แบบทดสอบที่ดีต้องมีความเป็นปรนัย (Objectivity) กล่าวคือ ผู้สอบเมื่ออ่านคำถามต้องมีความชัดเจน เข้าใจว่าคำถามต้องการถามเรื่องใด และในขณะที่ผู้ตรวจจะต้องแปลความหมายคะแนนได้ตรงกัน

7. แบบทดสอบที่ดีต้องมีประสิทธิภาพ (Efficiency) สามารถให้คะแนนที่เที่ยงตรงและเชื่อถือได้มากที่สุด

8. แบบทดสอบที่ดีต้องยากพอเหมาะ (Difficulty) เป็นคุณสมบัติที่บอกว่าแบบทดสอบฉบับนั้นมีความยาก ง่ายเพียงใด คะแนนที่เด็กสอบได้ขึ้นอยู่กับความยากง่ายของข้อสอบ

9. แบบทดสอบที่ดีต้องมีความจำแนก (Discrimination) เป็นคุณสมบัติที่จำแนกนักเรียนที่มีความสามารถแตกต่างกัน สามารถจำแนกกลุ่มเด็กออกเป็นกลุ่ม ๆ ได้ เช่น จำแนกเด็กกลุ่มเก่ง และกลุ่มอ่อน แบ่งกันได้อย่างชัดเจน

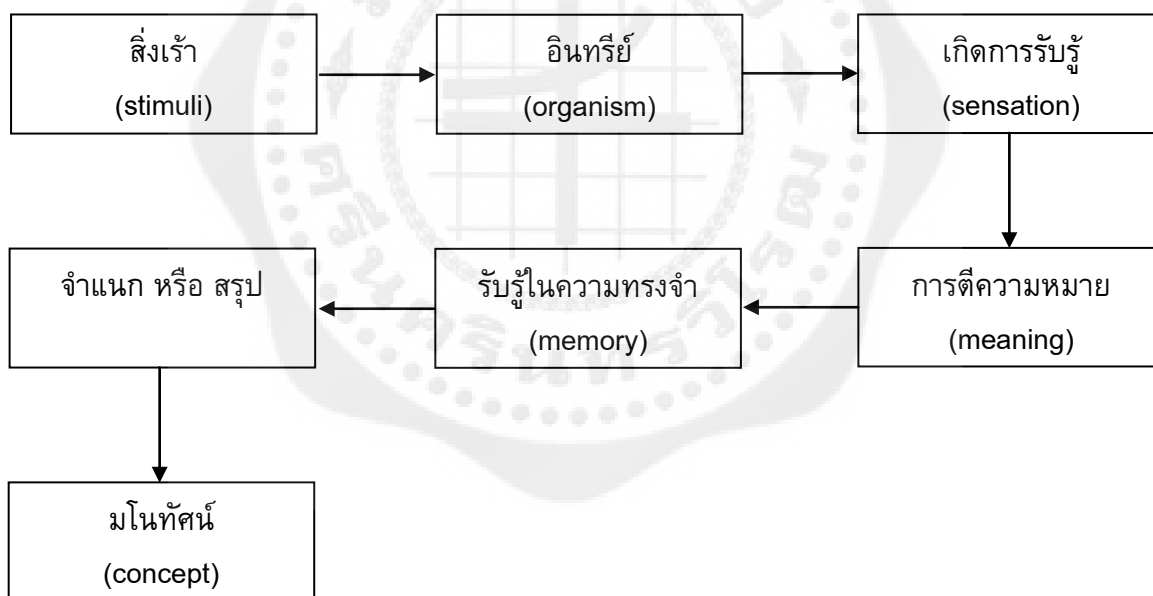
10. แบบทดสอบที่ดีต้องเชื่อมั่นได้ (Reliability) ข้อสอบนั้นสามารถให้วัดได้ค่าที่แน่นอนไม่ว่าจะวัดกี่ครั้งก็ย่อมต้องได้ผลที่ใกล้เคียงกันมากที่สุด

จากคุณลักษณะของแบบทดสอบที่ดีข้างต้นสรุปได้ว่า แบบทดสอบที่ใช้เป็นเครื่องมือในการวัดควรมีความเที่ยงตรง ความยุติธรรม มีลักษณะชัดเจนไม่คลุมเครือ โดยนักเรียนอ่านข้อคำถามสามารถตีความเป็นแนวเดียวกัน และมีความสามารถในการจำแนกเด็กออกเป็นกลุ่มได้

2. มโนทัศน์และทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน

2.1 ความหมายของมโนทัศน์

มโนทัศน์ (concept) หรือในวงวิชาการอาจมีชื่อเรียกที่แตกต่างกันได้แก่ ความคิดรวบยอด ความเข้าใจความคิด แนวคิด สังกัป หรืออาจใช้คำที่ตรงกับภาษาอังกฤษว่า คอนเซปต์ ได้มีนักวิชาการศึกษาให้นิยามคำว่ามโนทัศน์เป็นจำนวนมากซึ่งโดย มีดิน ดัวกลาส แอล. (Medin, Douglas L. 1989) และ เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (2545) ได้ให้ความหมายไว้ว่า การรวบรวมแนวคิด หรือสิ่งใด ๆ ที่มีลักษณะทั่ว ๆ คล้ายกัน องค์ประกอบพื้นฐานใกล้เคียงกันรวมไว้ด้วยกัน ซึ่งสอดคล้องกับ นวลจิตต์ เซากีร์ติพงศ์ (2537) ได้ให้ความหมายมโนทัศน์ไว้ว่า ความเข้าใจทั้งหมดที่มีต่อสิ่งของหรือสถานการณ์อย่างใดอย่างหนึ่ง โดยอธิบายกระบวนการสร้างมโนทัศน์เกิดจากร่างกายได้รับสิ่งเร้า ซึ่งทำให้เกิดการรับรู้และตีความว่าสิ่งนั้นคืออะไร มีความหมายอย่างไร และเมื่อเกิดการตีความจะนำไปสู่การเก็บข้อมูลลงในความทรงจำ ซึ่งเมื่อเกิดการรับรู้ใหม่ สมองจะเกิดการประมวลผลจำแนกแยกแยะความแตกต่างได้ และสามารถเกิด มโนทัศน์หรือความเข้าใจได้ ซึ่งสามารถอธิบายได้ดังภาพประกอบ 2



ภาพประกอบ 4 กระบวนการสร้างมโนทัศน์

ที่มา: นวลจิตต์ เซากีร์ติพงศ์. (2537). ความคิดรวบยอดกับการเรียนการสอน. หน้า 55.

จากความหมายของมโนทัศน์ข้างต้นสรุปได้ว่า แนวความคิด ความเข้าใจร่วมกัน หรือสิ่งต่าง ๆ ที่มีองค์ประกอบร่วมกันนำมาจัดกลุ่มไว้ด้วยกัน โดยกระบวนการสร้างมโนทัศน์เกิดจาก

การรับรู้ ตีความหมายเพื่อแยกองค์ประกอบและหาความสัมพันธ์ร่วมกันซึ่งนำไปสู่การจำแนกเกิดเป็นความคิดรวบยอดหรือมโนทัศน์

2.2 ปัจจัยที่มีผลต่อการสร้างมโนทัศน์

นวลจิตต์ เชาวกิริติพงศ์ (2537: 57) ได้อธิบายปัจจัยที่สำคัญที่มีผลต่อการสร้างมโนทัศน์จากการเรียนรู้ ดังนี้

1. สิ่งเร้า ซึ่งมีความสำคัญที่ช่วยให้บุคคลเกิดการแยกแยะ คุณลักษณะที่มีความคล้ายคลึงกันออกเป็นกลุ่ม ๆ เพื่อจัดให้อยู่หมวดเดียวกัน

2. ความสามารถในการรับรู้ ตีความหมาย และการบันทึกความจำ โดยบุคคลที่มีลักษณะรับรู้ และตีความหมายได้เร็ว แม่นยำ จะสามารถสร้างมโนทัศน์ได้เร็ว ซึ่งลักษณะดังกล่าวของบุคคลสามารถโยงได้กับประเด็นนี้

2.1 อายุ เด็กมีความสามารถในการรับรู้ และจดจำประเด็นได้ดีกว่าผู้ที่มีอายุมากกว่า เพราะเซลล์ประสาทอยู่ในช่วงของการขยายเจริญ

2.2 ประสบการณ์ ผู้ใหญ่ที่มีอายุมากกว่าเด็กย่อมมีประสบการณ์มากกว่า สามารถเชื่อมโยงประสบการณ์ให้เกิดมโนทัศน์ได้เร็วกว่าเด็ก

3. ความสามารถในการจำแนกแยกแยะคุณลักษณะต่าง ๆ หรือเหตุการณ์ออกเป็นกลุ่ม ซึ่งบุคคลที่มีระดับปัญญาสูง จะมีความฉลาด และย่อมมองเห็นความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ ได้รวดเร็ว

4. ความสามารถในการสร้างจินตนาการ บุคคลที่มีความสามารถในการสร้างจินตนาการได้ดี ย่อมสามารถสร้างองค์ความรู้หรือมโนทัศน์ได้เร็ว เพราะคุณลักษณะบางอย่างไม่สามารถจับต้องได้ ย่อมต้องอาศัยการจินตนาการตีความเข้าช่วย

5. ความสามารถในการใช้ภาษา บุคคลที่มีทักษะทางภาษา จะสามารถสื่อสาร แปลความออกมาเป็นความคิดรวบยอดได้ถูกต้องและชัดเจน

จากปัจจัยที่มีผลต่อการสร้างมโนทัศน์ข้างต้นสรุปได้ว่า การสร้างมโนทัศน์มีปัจจัยที่เป็นองค์ประกอบ 5 ส่วน ได้แก่ 1) สิ่งเร้า 2) ความสามารถในการรับรู้ ตีความหมาย และการบันทึกความจำ 3) ความสามารถในการจำแนกแยกแยะคุณลักษณะต่าง ๆ 4) ความสามารถในการสร้างจินตนาการ และ 5) ความสามารถในการใช้ภาษา ซึ่งองค์ประกอบในข้างต้นมีความสัมพันธ์กันและมีความสำคัญต่อการสร้างมโนทัศน์ของนักเรียน

2.3 ความหมายของมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน

โอ ฟาร์เรล และแคทที แอน (O'Farrell; & Cathy Ann. 1989: 9) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนไว้ว่า ความเข้าใจผิดเกี่ยวกับคำอธิบายเกี่ยวกับปรากฏการณ์ที่สังเกตหรือความสัมพันธ์ที่ขัดแย้งกับมุมมองทางวิทยาศาสตร์ที่ยอมรับ ซึ่งสอดคล้องกับ บาฮาร์ เมแมท

(Bahar, Mehmet. 2003: 56) ที่ได้อธิบายมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนคือ ความเข้าใจผิดของแนวคิด การตีความ ความหมายของนักเรียน โดย Drive, R (1986); อ้างอิงจาก Aikenhead, Glen S. (1990) ให้ความหมายไว้ว่า แนวคิดหรือข้อสมมติฐานที่มีความเข้าใจผิด โดยได้รับมาก่อนการเรียนรู้ที่มีการ ผังรากลึก

จากความหมายของมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนข้างต้นสรุปได้ว่า มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเป็น การรับรู้ และตีความของเนื้อหาคลาดเคลื่อนผิดไปจากแนวคิดหรือข้อเท็จจริงที่ถูกต้อง โดยเมื่อเกิด การรับรู้ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนนั้นจะฝังรากลึกอยู่ในความคิดของบุคคลอย่างแนบหนา

2.4 การวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน

ศิริเดช สุชีวะ (2538: 2-9) ได้อธิบายการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสามารถแบ่ง ออกเป็น 5 วิธีการ ได้แก่

1) การวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนด้วยการสังเกตและการสอบถามนักเรียนเป็น รายบุคคล เป็นวิธีการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในระยะแรก ที่มีลักษณะแบบไม่เป็นทางการ โดยครูทำหน้าที่สังเกตและสอบถาม พูดคุยกับนักเรียนเป็นรายบุคคล ซึ่งครูต้องมีทักษะการสังเกต และการตั้งคำถามเป็นอย่างดี เพื่อให้ทราบถึงความรู้ แนวความคิดของนักเรียนที่มีต่อประเด็นคำถาม และถ้าครูมีความชำนาญในเนื้อหาและการสอนแล้วนั้น จะเป็นปัจจัยเสริมที่ช่วยในการวินิจฉัย มโนทัศน์มีความเที่ยงตรงสูง ทั้งนี้ข้อจำกัดของวิธีดังกล่าวจะใช้ได้ดีก็ต่อเมื่อใช้กับนักเรียนกลุ่มเล็ก มีจำนวนไม่มาก เนื่องจากครูต้องทำหน้าที่สังเกตและใกล้ชิดกับนักเรียน อีกทั้งยังมีระยะเวลาในการ วินิจฉัยค่อนข้างนาน ซึ่งสภาพการทำงานของครูในปัจจุบัน มีหน้าที่ความรับผิดชอบมากขึ้น ส่งผล ให้การนำวิธีดังกล่าวไปปฏิบัติมีข้อจำกัดหลาย ๆ ด้าน

2) การวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนจากการแสดงวิธีทำของนักเรียนในแบบฝึกหัด หรือในแบบสอบอัตนัย มีรูปแบบที่ใช้แบบฝึกหัดหรือแบบทดสอบอัตนัยเพื่อให้นักเรียนแสดงวิธีทำ กระบวนการคิดที่เขียนออกมาผ่านตัวอักษร ซึ่งครูสามารถอ่านและวิเคราะห์แนวคิด ความเข้าใจของ นักเรียนได้ โดยวิธีการดังกล่าวมีจุดเด่นที่สามารถใช้วินิจฉัยมโนทัศน์พื้นฐานและมโนทัศน์ที่มีความ ซับซ้อน ส่วนข้อจำกัดของวิธีการนี้คือ ครูที่ทำการสอนและวินิจฉัยมโนทัศน์ต้องมีความเชี่ยวชาญใน เนื้อหานั้นเป็นอย่างดี อีกทั้งกระบวนการวินิจฉัยมีระยะเวลาในการสอบ การตรวจที่ค่อนข้างมาก

3) การวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนด้วยแบบสอบวินิจฉัย เป็นวิธีที่เป็นทางการและ ถูกนำมาใช้ในวงการศึกษาอย่างแพร่หลายเพื่อวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน โดยแบบ สอบวินิจฉัย คือแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเพื่อใช้วิเคราะห์แนวคิดที่มีลักษณะคลาดเคลื่อนไปจาก ข้อเท็จจริง สามารถใช้วิเคราะห์จุดอ่อนหรือจุดด้อยของนักเรียนในทางวิชาการและทางด้านจิตพิสัย เพื่อค้นหาว่านักเรียนมีจุดอ่อนเรื่องใดและมีสาเหตุมาจากจุดใด โดยแบบสอบวินิจฉัยมีลักษณะ ดังนี้

3.1 เป็นแบบทดสอบที่ใช้ตรวจสอบจุดอ่อน ข้อบกพร่อง และสาเหตุของจุดอ่อน อย่างมีระบบ

3.2 แบบทดสอบที่ถูกสร้างขึ้น ต้องมีเนื้อหาในการวัดครอบคลุมกับจุดประสงค์การเรียนรู้ตามหลักสูตร หรือผลการเรียนรู้ที่กำหนด

3.3 เนื้อหาต้องแบ่งออกเป็นตอน ๆ ตามลำดับชั้นการเรียนรู้

3.4 แบบทดสอบต้องเรียงลำดับตามข้อจุดประสงค์การเรียนรู้

3.5 ข้อสอบที่สร้างขึ้นต้องมีคุณภาพที่สามารถสะท้อนแนวคิด กระบวนการคิดของนักเรียนได้เพียงพอที่ครูสามารถนำมาวิเคราะห์หาข้อบกพร่องได้

3.6 เป็นแบบทดสอบที่ไม่กำหนดเวลาและขั้นตอนการประเมิน สามารถนำมาเทียบกับเกณฑ์ขั้นต่ำที่เหมาะสม ที่จะทราบได้ว่านักเรียนมีข้อบกพร่องด้านใด

3.7 มีจุดประสงค์เพื่อวิเคราะห์คำตอบของนักเรียนเป็นรายข้อ

3.8 สามารถวิเคราะห์ข้อบกพร่อง มโนทัศน์ทางการเรียนของนักเรียนที่ผ่านมา และสามารถวัดความก้าวหน้าทางการเรียนได้

4) การวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนด้วยดัชนีบ่งชี้ความผิดปกติของแบบแผนคะแนนการตอบ เป็นดัชนีที่นักวัดผลให้ความสนใจในการศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนจากแบบแผนคะแนนการตอบ ที่ออกมาในรูปของการพัฒนาดัชนีความผิดปกติของแบบแผนการตอบจากการเทียบแบบแผนคะแนนการตอบที่มีลักษณะเป็นกฏแมนสมบูรณ์ โดยข้อจำกัดของวิธีนี้คือสามารถแปลความหมายได้เพียงว่าแบบแผนคะแนนของนักเรียนตอบผิดปกติ แต่ไม่สามารถระบุได้ว่าความผิดปกตินั้นเป็นผลมาจากแนวคิดใด

5) การวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนด้วยวิธีการของทาทซุโอกะ เป็นวิธีที่ทาทซุโอกะและคณะ ได้พัฒนาการตรวจสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนจากแนวคิดการประเมินกฎ ที่เริ่มต้นด้วยการตรวจสอบแนวคิดที่นักเรียนใช้ในการแก้ปัญหา จากนั้นสร้างแบบทดสอบให้ครอบคลุมจุดประสงค์ และคำนวณคำตอบด้วยการคิดที่ผิดที่ละแบบ

จากการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสรุปได้ว่า การวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสามารถแบ่งออกเป็น 5 วิธีการ ได้แก่ 1) การวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนด้วยการสังเกตและการสอบถามนักเรียนเป็นรายบุคคล 2) การวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนจากการแสดงวิธีทำของนักเรียนในแบบฝึกหัดหรือในแบบสอบอัตนัย 3) การวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนด้วยแบบสอบวินิจฉัย 4) การวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนด้วยดัชนีบ่งชี้ความผิดปกติของแบบแผนการตอบ และ 5) การวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนด้วยวิธีการของทาทซุโอกะ โดยการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนจากการแสดงวิธีทำของนักเรียนในแบบฝึกหัดหรือในแบบสอบอัตนัยเป็นวิธีการที่นิยมนำมาใช้ในการวินิจฉัยมากที่สุด

2.5 การแก้ไขมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนตามเงื่อนไขของโพสเนอร์

2.5.1 เงื่อนไขการแก้ไขมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของโพสเนอร์

การจัดการเรียนการสอนที่มุ่งเน้นให้นักเรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงมโนทัศน์ ในระหว่างกระบวนการเรียนรู้ ครูควรสอดแทรก จัดกิจกรรมตามเงื่อนไขทั้ง 4 ประการที่โพสเนอร์และคณะ (Posner, George J.; et al. 1982: 225) ได้อธิบายไว้ ดังนี้

1) นักเรียนจะต้องมีความไม่พอใจกับมโนทัศน์ที่มีอยู่ (There must be dissatisfaction with existing concept) โดยครูต้องเปลี่ยนมโนทัศน์หลักของนักเรียนที่เกิดการเข้าใจในที่คลาดเคลื่อน ดังนั้นก่อนการปรับตัวจะเกิดขึ้น นักเรียนแต่ละคนจะต้องมีการเก็บความสับสนหรือการสูญเสียความเชื่อมั่นในความสามารถการแก้ปัญหาปัจจุบันที่นักเรียนมีอยู่

2) มโนทัศน์ใหม่จะต้องเป็นสิ่งที่สามารถเกิดการเรียนรู้ที่เข้าใจ (A new conception must be intelligible)

3) มโนทัศน์ใหม่ต้องมีความเป็นเหตุเป็นผล (A new conception must appear initially plausible) โดยมโนทัศน์ที่นำมาศึกษาอย่างน้อยจะต้องมีการบ่งบอกถึงการใช้ความสามารถในการแก้ปัญหาจากนักเรียนที่เรียนก่อนหน้านี้

4) จากงานวิจัยที่ชี้ให้เห็นถึงความสำเร็จของการเรียนรู้พบว่า มโนทัศน์ใหม่ที่นักเรียนเกิดการเรียนรู้ สามารถนำไปใช้สืบเสาะ แก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้

จากเงื่อนไขการแก้ไขมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของโพสเนอร์ข้างต้นสรุปได้ว่าการเปลี่ยนแปลงแนวคิดหรือความคิดของนักเรียนครูต้องออกแบบการเรียนรู้ที่สร้างสถานการณ์โดยสอดแทรกเงื่อนไข 4 ประการ ได้แก่ 1) นักเรียนจะต้องมีความไม่พอใจกับมโนทัศน์ที่มีอยู่ 2) มโนทัศน์ใหม่จะต้องเป็นสิ่งที่สามารถเกิดการเรียนรู้ที่เข้าใจ 3) มโนทัศน์ใหม่ต้องมีความเป็นเหตุเป็นผล 4) มโนทัศน์ใหม่ที่นักเรียนเกิดการเรียนรู้ สามารถนำไปใช้สืบเสาะ แก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้ โดยเงื่อนไขดังกล่าวเป็นกระบวนการที่ต่อเนื่องกันที่ส่งผลให้นักเรียนเกิดการเปลี่ยนความเข้าใจที่ผิดให้มีความเข้าใจที่ถูกต้อง

2.5.2 กลยุทธ์การสอนของครูในการแก้ไขมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน

โพสเนอร์และคณะ (Posner, George J.; et al. 1982: 225) ได้อธิบายองค์ประกอบหนึ่งที่สำคัญของการแก้ไขมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในนักเรียนคือ กลยุทธ์การสอนหรือวิธีการสอนของครูที่นำมาประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอน ดังนี้

1) การสอนที่สามารถอธิบายเนื้อหาได้ดี โดยครูต้องจัดการเรียนการสอนที่เน้นการแก้ปัญหา การสาธิต การทดลองปฏิบัติ และจัดกิจกรรมที่ทำทนายให้นักเรียนได้นำความรู้ความสามารถออกมาทดสอบข้อเท็จจริง

2) ในระหว่างที่ครูจัดการจัดการเรียนการสอน ต้องหาโอกาสในการทดสอบนักเรียนด้วยวิธีการต่าง ๆ เพื่อพิจารณาความเข้าใจของนักเรียน จากการเรียนรู้เนื้อหา และเป็นการการ

วินิจฉยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในการคิดของนักเรียน ซึ่งป้องกันไม่ให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้และเข้าใจที่ผิดพลาด

3) การพัฒนากลยุทธ์ของครูที่ต้องแสดงบทบาทการปฏิบัติตัวต่อนักเรียนที่เกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน และต้องกำจัดความรู้ที่คลาดเคลื่อนอันเป็นอุปสรรคต่อการเรียนรู้ของนักเรียน

4) ช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ ทำความเข้าใจเนื้อหา โดยใช้เนื้อหาการเรียนรู้ที่หลากหลาย และให้นักเรียนเกิดการเชื่อมโยงความรู้จากมโนทัศน์หนึ่งไปสัมพันธ์กับอีกมโนทัศน์หนึ่ง

5) การพัฒนาเทคนิคการประเมินผล โดยใช้การประเมินที่มีความหลากหลาย เพื่อช่วยให้ครูติดตามกระบวนการคิดของนักเรียนว่ามีกระบวนการคิดที่คลาดเคลื่อนเนื้อหาส่วนใด และมีการคิดคลาดเคลื่อนเป็นอย่างไร เพื่อข้อมูลที่ได้จากการวัดและประเมินผลนำมาออกแบบแก้ไขให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ที่ถูกต้อง

จากกลยุทธ์การสอนของครูในการแก้ไขมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนข้างต้นสรุปได้ว่าการเปลี่ยนความคิดของนักเรียนที่มีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนนอกจากรูปแบบเงื่อนไขที่สร้างสถานการณ์ในการเรียนรู้ใหม่แล้ว ยังมีปัจจัยที่เป็นองค์ประกอบความสำเร็จของการเปลี่ยนความคิดของนักเรียน ซึ่งเป็นปัจจัยที่เกิดจากตัวครูคือกลยุทธ์หรือวิธีการในการสอน โดยครูต้องอธิบายเนื้อหาที่ชัดเจน เข้าใจง่าย เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเพื่อตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน และมีการใช้รูปแบบการประเมินผลที่หลากหลาย

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนและเงื่อนไขการเปลี่ยนมโนทัศน์ของโพสเนอร์

การศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเป็นการศึกษาที่มีผู้สนใจศึกษาเป็นจำนวนมากจากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนและเงื่อนไขการเปลี่ยนมโนทัศน์ของโพสเนอร์ ดังนี้

มนตรี เชื้อพันธุ์งาน (2544: 65-69) ได้ศึกษาการวิเคราะห์มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยมีความมุ่งหมายในการวิจัยเพื่อวิเคราะห์มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาเคมี (ว032) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มตัวอย่างที่ทดลองคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 177 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบทดสอบวัดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ผลการวิจัยพบว่า 1) บทเรียนเรื่องสมบัติธาตุตามตารางธาตุ นักเรียนมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนด้านคำตอบ โดยมีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ 9.3 - 23.7 เมื่อแยกวิเคราะห์เนื้อหาที่นักเรียนมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนด้านคำตอบพบว่าเป็นมโนทัศน์เรื่อง จุดเดือด จุดหลอมเหลว และครึ่งชีวิตคิดเป็นร้อยละ 23.7 ส่วนมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนด้านการให้เหตุผล โดยมีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ 5.6 - 30.5 เมื่อแยกวิเคราะห์เนื้อหาที่นักเรียนมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนด้านการให้เหตุผลพบว่าเป็น

มโนทัศน์เรื่อง ขนาดอะตอม คิดเป็นร้อยละ 30.5 2) บทเรียนเรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ 2 นักเรียนมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนด้านคำตอบ โดยมีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ 7.1 – 18.4 เมื่อแยกวิเคราะห์เนื้อหาที่นักเรียนมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนด้านคำตอบพบว่าเป็นมโนทัศน์เรื่อง ความเข้มข้นสารละลายคิดเป็นร้อยละ 18.4 ส่วนมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนด้านการให้เหตุผล โดยมีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ 10.5 – 24.3 เมื่อแยกวิเคราะห์เนื้อหาที่นักเรียนมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนด้านการให้เหตุผลพบว่าเป็นมโนทัศน์เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของสาร คิดเป็นร้อยละ 24.3 3) อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี นักเรียนมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนด้านคำตอบ โดยมีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ 11.7 – 21.5 เมื่อแยกวิเคราะห์เนื้อหาที่นักเรียนมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนด้านคำตอบพบว่าเป็นมโนทัศน์เรื่อง การอธิบายผลของปัจจัยต่าง ๆ ต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี คิดเป็นร้อยละ 21.5 ส่วนมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนด้านการให้เหตุผล โดยมีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ 6.2 – 18.9 เมื่อแยกวิเคราะห์เนื้อหาที่นักเรียนมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนด้านการให้เหตุผลพบว่าเป็นมโนทัศน์เรื่อง ความหมายของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี คิดเป็นร้อยละ 18.9

วิไลภรณ์ ผุยพรม (2550: 60-62) ได้ศึกษาการศึกษามโนคติที่คลาดเคลื่อนในวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ธาตุ สารประกอบ และปฏิกิริยาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยมีความมุ่งหมายวิจัยเพื่อศึกษามโนคติที่คลาดเคลื่อนในวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ธาตุ สารประกอบ และปฏิกิริยาเคมี กลุ่มตัวอย่างจำนวน 49 คน โดยใช้แบบทดสอบวัดมโนคติที่คลาดเคลื่อน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีมโนคติที่คลาดเคลื่อนในวิชาวิทยาศาสตร์จำนวน 12 มโนคติ ได้แก่ 1) ความหมายของธาตุ 2) สารประกอบ 3) ความเหมือนหรือความแตกต่างของธาตุและสารประกอบ 4) สมบัติของธาตุโลหะ 5) สมบัติของธาตุกึ่งธาตุโลหะ 6) ธาตุแก๊สมีตระกูล 7) ลักษณะของอะตอม 8) ความสัมพันธ์ระหว่างอะตอมและโมเลกุล 9) ปฏิกิริยาเคมี 10) ปฏิกิริยาดูดพลังงาน 11) ความแตกต่างของปฏิกิริยาดูดพลังงานและคายพลังงาน 12) อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีและการวัดปฏิกิริยาเคมี โดยสาเหตุสำคัญของการเกิดมโนคติที่คลาดเคลื่อน ได้แก่ 1) ความเข้าใจเนื่องจากการอ่านหนังสือเรียนหรือหนังสือคู่มือเตรียมสอบ 2) ความเข้าใจเนื่องจากการสอนของครู 3) ความเข้าใจเนื่องจากเพื่อนหรือผู้ปกครอง และ 4) ความเข้าใจเนื่องจากความไม่ไฝ่รู้

นันทน์ภัส ลิมสันติธรรม (2546: 53-56) ได้ศึกษาการศึกษามโนคติที่คลาดเคลื่อนเรื่องความร้อน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 แผนกการเรียนวิทยาศาสตร์ โรงเรียนระดับมัธยมศึกษา ในเขตพื้นที่การศึกษา กรุงเทพมหานคร เขต 1 กลุ่ม 3 โดยมีความมุ่งหมายการวิจัยเพื่อสำรวจมโนคติที่คลาดเคลื่อนเรื่องความร้อน กลุ่มตัวอย่างนักเรียนแผนกวิทยาศาสตร์ โรงเรียนปทุมคงคา และสุรศักดิ์มนตรี จำนวน 316 คน โดยใช้แบบทดสอบวัดมโนคติของเรียนในเรื่องความร้อน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีมโนคติเรื่องความร้อน 5 มโนคติ ได้แก่ 1) อุณหภูมิของน้ำและน้ำแข็ง 2) การเปลี่ยนแปลงสถานะของน้ำ 3) สมดุลความร้อน 4) การถ่ายโอนความร้อน 5) ความรู้สึกร้อนและเย็นของร่างกาย

กาญจนา เป็งวงศ์ (2546: 56-60) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการปรับเปลี่ยนมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ในวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องกลไกมนุษย์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มตัวอย่างจำนวน 48 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แผนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่องกลไกมนุษย์ 2) แผนการสอนโดยใช้กลวิธีตามทฤษฎีของ Posner และคณะ ส่วนเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล 1) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องกลไกมนุษย์ 2) แบบทดสอบวัดมโนทัศน์วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องกลไกมนุษย์ ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนที่ได้รับการแบบสืบเสาะหาความรู้ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องกลไกมนุษย์ สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 2) แผนการสอนโดยใช้กลวิธีตามทฤษฎีของ Posner และคณะ สามารถปรับเปลี่ยนมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องกลไกมนุษย์ได้

ประมวล วิโย (2551: 64-68) ผลการสอนเพื่อเปลี่ยนมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน วิชาชีววิทยา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่องการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม โดยใช้เอกสารอ่านประกอบซึ่งสร้างตามทฤษฎีการเปลี่ยนมโนทัศน์ของโพสเนอร์และคณะ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ – คณิตศาสตร์ จำนวน 56 คน เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็น แบบวัดความเข้าใจมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลการวิเคราะห์ระดับความเข้าใจมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนตัวอย่าง ในมโนทัศน์ 5 มโนทัศน์หลัก 12 มโนทัศน์ย่อย พบว่า ก่อนการใช้เอกสารอ่านประกอบเพื่อเปลี่ยนมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนตามทฤษฎีของโพสเนอร์และคณะ นักเรียนตัวอย่างมีระดับความเข้าใจมโนทัศน์ ตั้งแต่ระดับความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน คือเลือกคำตอบที่ถูกและให้เหตุผลที่ผิดหรือไม่ให้เหตุผล ไปจนถึงระดับที่มีมโนทัศน์ที่สมบูรณ์ แต่หลังได้รับการสอนโดยใช้เอกสารอ่านประกอบเพื่อเปลี่ยนมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนตามทฤษฎีของโพสเนอร์และคณะ พบว่านักเรียนตัวอย่างมีมโนทัศน์ที่ถูกต้องมากยิ่งขึ้น โดยส่วนใหญ่เข้าใจในระดับสมบูรณ์ และมีความเข้าใจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนลดลง 2) ผลจากคำร้อยละของนักเรียนตัวอย่างที่มีความเข้าใจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนหลังเรียนในแต่ละมโนทัศน์ เมื่อใช้เอกสารอ่านประกอบเพื่อเปลี่ยนมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนตามทฤษฎีของโพสเนอร์และคณะ พบว่านักเรียนตัวอย่างบางส่วนยังคงมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนใน 5 มโนทัศน์หลัก 12 มโนทัศน์ย่อย ที่ทำการศึกษา โดยมโนทัศน์ย่อยที่นักเรียนตัวอย่างมีมโนทัศน์คลาดเคลื่อนมากที่สุด คือ มโนทัศน์เรื่องพันธุกรรมจำกัดเพศ 3) การสอนโดยใช้เอกสารอ่านประกอบเพื่อเปลี่ยนมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนตามทฤษฎีของโพสเนอร์และคณะ ทำให้นักเรียนมีมโนทัศน์วิชาวิทยาศาสตร์ถูกต้องมากยิ่งขึ้น และผลการเปรียบเทียบคะแนนมโนทัศน์ก่อนและหลังเรียน พบว่าคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนตัวอย่างสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

วิลาวัลย์ ลาบุญเรือง (2543: 49-51) ได้ศึกษาผลการสอนเสริมเพื่อเปลี่ยนมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาพันธะเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยมีความมุ่งหมายการวิจัยเพื่อศึกษาผลการสอนเสริมเพื่อเปลี่ยนมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาพันธะเคมี โดยใช้วิธีการสอนตามทฤษฎีของโพสเนอร์และคณะ กับการสอนปกติกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนก

วิทยาศาสตร์ จำนวน 100 คน ได้มาจากการทดสอบโมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนจากกลุ่มประชากร จำนวน 487 คน แล้วเลือกนักเรียนที่มีโมโนทัศน์คลาดเคลื่อนมากที่สุดเรียงลำดับจนมาถึงลำดับที่ 100 จากนั้นแบ่งกลุ่มออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มแรกเป็นกลุ่มทดลอง และกลุ่มที่สองเป็นกลุ่มควบคุม ผลการวิจัยพบว่า 1) กลุ่มทดลองมีการเปลี่ยนแปลงมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเป็นมโนทัศน์วิทยาศาสตร์ในทุกมโนทัศน์และมีจำนวนผู้เปลี่ยนมโนทัศน์วิทยาศาสตร์มากกว่ากลุ่มควบคุม 2) กลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

สมควร ขนชัยภูมิ (2545: 37-38) ได้ศึกษาผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความเข้าใจโมโนทัศน์ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการสอนตามกลวิธีการเปลี่ยนมโนทัศน์ของโพสเนอร์และคณะ และกลุ่มที่ได้รับการสอนปกติ โดยกลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แบ่งเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 32 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ แบบวัดความเข้าใจโมโนทัศน์ วิชาฟิสิกส์ เรื่อง ปฏิกิริยาการเคลื่อนที่ และสถิติที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูล คือ ค่าความถี่ ร้อยละ และการทดสอบค่าที (t-test) ผลการวิจัยพบว่า 1) คะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการสอนตามกลวิธีการเปลี่ยนมโนทัศน์ของโพสเนอร์ มีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่า นักเรียนกลุ่มควบคุมที่ได้รับการสอนปกติ 2) หลังการทดลองคะแนนเฉลี่ยนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการสอนตามกลวิธีการเปลี่ยนมโนทัศน์ของโพสเนอร์มีระดับความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน ร้อยละ 0.00-0.37 ในขณะที่นักเรียนกลุ่มควบคุมมีระดับความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน ร้อยละ 3.12-56.25

เสงี่ยม ช่างเกวียน (2541: 58-63) ได้ทำการศึกษาผลของการซ่อมเสริมเปลี่ยนมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาฟิสิกส์ เรื่องแสง โดยใช้กลวิธีการสอนของโพสเนอร์และคณะ โดยนักเรียนกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ จำนวน 40 คน ที่ได้จากการเลือกเจาะจง โดยคัดนักเรียนจากห้องที่มีจำนวนนักเรียนที่เกิดความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนมากที่สุด เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบทดสอบวัดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนวิชาฟิสิกส์ เรื่องแสง และแผนการสอนตามทฤษฎีการเปลี่ยนมโนทัศน์ของโพสเนอร์และคณะ ที่ดำเนินการวิจัยจากการสำรวจความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนด้วยแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนกับกลุ่มตัวอย่าง และดำเนินการสอนตามตามทฤษฎีการเปลี่ยนมโนทัศน์ของโพสเนอร์และคณะ จากนั้นทดสอบความเข้าใจด้วยแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน และเปรียบเทียบคะแนนความเข้าใจโมโนทัศน์พบว่า นักเรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนลดลง

จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน สามารถแยกตามจุดประสงค์การศึกษาออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ 1) การศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน โดยการศึกษาในกลุ่มนี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาประเด็นมโนทัศน์ที่นักเรียนเกิดความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน 2) การศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนและแก้ไขมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน โดยการศึกษาในกลุ่มนี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาประเด็นมโนทัศน์ที่นักเรียนเกิดความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนและมุ่งแก้ไขมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน โดยเลือกใช้แนวคิดที่เปลี่ยนมโนทัศน์ และจากงานวิจัยเป็นจำนวนมากพบว่า ผู้วิจัยให้ความสนใจเลือกแนวคิดของโพสเนอร์และคณะมาใช้ในการเปลี่ยนมโนทัศน์ที่นักเรียนมีความคลาดเคลื่อน

ดังนั้น ผู้วิจัยสนใจศึกษาประเด็นมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในรายวิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์ และมุ่งแก้ไขความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนโดยเลือกใช้แนวคิดของโพสเนอร์มาใช้ในงานวิจัย เนื่องจากเป็นเงื่อนไขที่มีความเหมาะสมกับบริบทของกลุ่มนักเรียน

3. มโนทัศน์ที่เกี่ยวกับการวิจัยอิงการออกแบบ

การวิจัยอิงการออกแบบถูกพัฒนาในช่วงปลายศตวรรษที่ 19 โดย Collins และ Brown ซึ่งการวิจัยอิงการออกแบบได้รับการยอมรับว่าเป็นวิธีวิทยาการวิจัยที่มีประสิทธิภาพเนื่องจากสามารถสร้างสะพานเชื่อมโยงระหว่างการวิจัยและการปฏิบัติที่เป็นระบบ จากงานวิจัยของ แอนเดอร์สัน ที. และชัททัก เจ. (Anderson, T., & Shattuck, J. 2012). ยืนยันได้ว่าการวิจัยอิงการออกแบบได้รับความนิยมนักวิจัยจำนวนมาก

3.1 ความหมายของการวิจัยอิงการออกแบบ

แวง เฟ่ง และแฮนนาฟิน มิเชล (Wang, Feng; & Hannafin, Michael J. 2005: 6-7) ได้อธิบายว่า การวิจัยอิงการออกแบบ (Design-based research: DBR) เป็นวิธีวิทยาการวิจัยประเภทหนึ่งที่เป็นระบบแต่มีความยืดหยุ่น (flexible) มีจุดมุ่งหมายเพื่อปรับปรุงการปฏิบัติงานทางการศึกษา ผ่านกระบวนการวิเคราะห์ การออกแบบพัฒนา และนำไปปฏิบัติ ที่ดำเนินการวิจัยโดยอาศัยความร่วมมือจากนักวิจัยและผู้ปฏิบัติที่ลงมือทดลองในพื้นที่จริง ซึ่งผลที่ได้จากกระบวนการนี้คือ หลักการออกแบบหรือทฤษฎีที่เกิดจากการปรับปรุงทำซ้ำในกลุ่มตัวอย่างนั้น ๆ

จากความหมายของการวิจัยอิงการออกแบบข้างต้นสรุปได้ว่า การวิจัยอิงการออกแบบเป็นการวิจัยที่เริ่มต้นด้วยการนำแนวคิด ทฤษฎี หรือหลักการมาเป็นสิ่งตั้งต้น เพื่อนำไปสู่การออกแบบ พัฒนา ปรับปรุงแนวคิด ทฤษฎี หรือหลักการที่เลือกใช้โดยกระทำซ้ำ ๆ เพื่อให้ได้รูปแบบที่มีความเหมาะสม สอดคล้องกับบริบทของกลุ่มเป้าหมาย โดยการออกแบบกระบวนการต้องอาศัยกลุ่มคนหลายฝ่ายที่มีความเชี่ยวชาญในด้านนั้น ๆ

3.2 ลักษณะสำคัญของการวิจัยอิงการออกแบบ

แวง เฟ่ง และแฮนนาฟิน มิเชล (Wang, Feng; & Hannafin, Michael J. 2005: 6-7) ได้สรุปลักษณะสำคัญของการวิจัยอิงการออกแบบ 5 ประการ ได้แก่ 1) เน้นการปฏิบัติได้จริง 2) ฐานการวิจัย 3) การทำซ้ำ ปฏิสัมพันธ์ และมีความยืดหยุ่น 4) การบูรณาการ และ 5) ยึดตามบริบท

ลักษณะสำคัญประการแรกคือ เน้นการปฏิบัติได้จริง (Pragmatic) เพราะ การวิจัยอิงการออกแบบมุ่งเน้นการออกแบบและปรับปรุงทฤษฎีต่าง ๆ ที่นำมาใช้แก้ไขปัญหอย่างต่อเนื่อง โดยมีการดำเนินงานเป็นรูปแบบวงจรซ้ำ ๆ ซึ่งมีความแตกต่างจากการวิจัยทางการศึกษาแบบดั้งเดิมคือ มุ่งเน้นการทดสอบทฤษฎี ที่สร้างนวัตกรรมผ่านการทดลองที่ควบคุมสิ่งแวดล้อมในระบบ

อย่างเข้มงวด ดังนั้นในการวิจัยอิงการออกแบบ นักวิจัยจะออกแบบปรับปรุงทฤษฎีต่าง ๆ เพื่อนำ
นวัตกรรมที่ออกแบบขึ้นมาใช้ปฏิบัติในชีวิตจริง (สุวิมล ว่องวาณิช. 2559: 83-84)

ลักษณะสำคัญประการที่สองคือ ฐานการวิจัย (Grounded) กล่าวคือ ลักษณะสำคัญ
ของการวิจัยอิงการออกแบบมีฐานการออกแบบที่ดำเนินการวิจัยโดยการนำทฤษฎีมาเป็นฐานในการ
ออกแบบ ปรับปรุงทฤษฎี ที่ยึดตามบริบทหรือสถานการณ์สิ่งแวดล้อมจริงที่จะนำรูปแบบนวัตกรรม
ไปใช้

ลักษณะสำคัญประการที่สามคือ การทำซ้ำ ปฏิสัมพันธ์ และมีความยืดหยุ่น
(Interactive, iterative, and flexible) การวิจัยอิงการออกแบบเป็นวิธีวิทยาการวิจัยเป็นระบบ ผ่าน
การทำงานเป็นวงจรทำซ้ำ ๆ โดยเริ่มจากการวิเคราะห์ปัญหา ออกแบบและพัฒนาวัตกรรม เก็บ
ข้อมูล วิเคราะห์ผล และสะท้อนผลเพื่อนำไปสู่การวิเคราะห์และปรับปรุงออกแบบนวัตกรรมใหม่ที่
สอดคล้องเหมาะสมกับนักเรียน ทั้งนี้จะสังเกตได้ว่าการวิจัยอิงการออกแบบมีความยืดหยุ่นสูงกว่า
การวิจัยเชิงทดลองแบบดั้งเดิม เนื่องจากสามารถปรับเปลี่ยนนวัตกรรมให้เหมาะสมกับสภาพการ
เรียนรู้ที่แท้จริงได้ โดยกระบวนการทำงานต้องมีความร่วมมือจากหลายฝ่ายทั้งนักวิจัย ครู และ
ผู้เข้าร่วมการทดลอง

ลักษณะสำคัญประการที่สี่คือ การบูรณาการ (Integrative) ผสมผสานวิธีวิจัยที่มี
หลากหลายในการศึกษาแต่ละระยะของการวิจัย ตามสถานการณ์และจุดเน้นของการเก็บรวบรวม
ข้อมูล ซึ่งจะทำให้ได้ข้อมูลที่หลากหลายแหล่งเพื่อให้ข้อค้นพบมีความน่าเชื่อถือของการวิจัย

ลักษณะสำคัญประการที่ห้าคือ ยึดตามบริบท (Contextual) กระบวนการวิจัย
ผลการวิจัย และการปรับปรุงการออกแบบทุกครั้งจะถูกบันทึกผล ผลการวิจัยจะถูกนำมาสะท้อน
อ้างอิงการออกแบบและบริบทการศึกษา

จากลักษณะสำคัญของการวิจัยอิงการออกแบบที่ แวง เฟ่ง และ แฮนนาฟิน มิเชล
(Wang, Feng. & Hannafin, Michael J: 8) ได้อธิบายสามารถสรุป ดังตาราง 1

ตาราง 1 ลักษณะสำคัญของการวิจัยอิงการออกแบบ

ลักษณะสำคัญ	รายละเอียด
เน้นการปฏิบัติได้จริง (Pragmatic)	- การปรับปรุงทฤษฎีที่กระทำควบคู่ไปกับการลงมือปฏิบัติ - คุณค่าของทฤษฎีถูกประเมินได้จากขอบเขตการให้หลักการและปรับปรุงปฏิบัติ
ฐานการวิจัย (Grounded)	- การออกแบบมีการนำทฤษฎีมาเป็นฐานในการวิจัย - ออกแบบตามสถานการณ์สิ่งแวดล้อมที่เป็นจริง โดยดำเนินอยู่ในกระบวนการวิจัยอิงการออกแบบ

ตาราง 1 (ต่อ)

ลักษณะสำคัญ	รายละเอียด
การทำซ้ำ ปฏิสัมพันธ์ และมีความยืดหยุ่น (Interactive, iterative, and flexible)	● นักวิจัย นักออกแบบ และผู้เข้าร่วมการวิจัยต้องมีปฏิสัมพันธ์กัน ● มีการดำเนินงานที่เป็นวงจรซ้ำ ๆ ประกอบด้วย การกำหนดปัญหา การออกแบบ เก็บข้อมูล และสะท้อนผล
การบูรณาการ (Integrative)	● ผสมผสานวิธีวิจัยที่หลากหลาย ตามสถานการณ์และจุดเน้นของการเก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อเพิ่มความน่าเชื่อถือของการวิจัย
ยึดตามบริบท (Contextual)	● กระบวนการวิจัย ผลการวิจัย และการปรับปรุงการออกแบบจะถูกบันทึกผลทุกครั้ง

ที่มา: Wang, Feng. & Hannafin, Michael J. (2005). *Design-Based Research and Technology-Enhanced Learning Environments*. pp. 8

จากลักษณะสำคัญของการวิจัยอิงการออกแบบข้างต้นสรุปได้ว่า ลักษณะสำคัญของการวิจัยอิงการออกแบบมี 5 ประการ ได้แก่ 1) เน้นการปฏิบัติได้จริง 2) ฐานการวิจัย 3) การทำซ้ำ ปฏิสัมพันธ์ และมีความยืดหยุ่น 4) การบูรณาการ และ 5) ยึดตามบริบท โดยลักษณะที่แตกต่างไปจากวิธีวิจัยประเภทอื่น ๆ คือการนำแนวคิด ทฤษฎี มาปรับปรุงซ้ำ ๆ ตามบริบทของพื้นที่จริงและมีความยืดหยุ่นสูง ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้คือนวัตกรรมใหม่ที่มีความสอดคล้องเหมาะสมกับนักเรียน

แวง แฟง และ แฮนนาฟิน มิเชล (Wang, Feng; & Hannafin, Michael J. 2005: 7) ได้รวบรวมการอธิบายกระบวนการทัศน์ของรูปแบบวิธีวิทยาการวิจัยอื่น ๆ ได้แก่ Design experiments (Collins, 1992,1999), Design research (Edelson, 2002), Development research (van den Akker, 1999), Developmental research (Richey, Klein, & Nelson, 2003), Formative research (Reigeluth & Frick, 1999) โดยแต่ละวิธีวิทยามีความแตกต่างกันเล็กน้อย แต่เป้าหมายพื้นฐานและวิธีการมีความคล้ายคลึงกัน ดังตาราง 2

ตาราง 2 รูปแบบที่สำคัญและวิธีวิจัยแบบการวิจัยอิงการออกแบบ

รูปแบบ	รายละเอียด
การวิจัยอิงการออกแบบ Design-based research (Design-based research Collective, 2003)	เป็นวิธีวิจัยที่มีรูปแบบการดำเนินการเป็นวงจรในลักษณะของการกระทำซ้ำ ๆ โดยเริ่มจากการวิเคราะห์ปัญหา การออกแบบสู่การปฏิบัติ ซึ่งวิธีวิจัยประเภทนี้จะใช้เวลานาน นอกจากนี้ในกระบวนการดำเนินงานจะมีทั้งนักวิจัยและผู้ปฏิบัติที่อยู่ในสถานการณ์ทดลองจริง
การทดลองการออกแบบ Design experiments (Collins, 1992,1999)	การเปรียบเทียบผลของนวัตกรรมหลากหลายแบบ ซึ่งเป็นกระบวนการที่มีความซับซ้อน แต่มีความยืดหยุ่น ต้องอาศัยผู้เชี่ยวชาญจำนวนมากในการออกแบบ
การวิจัยการออกแบบ Design research (Edelson, 2002)	การออกแบบที่มุ่งพัฒนาทั้งการปฏิบัติและปรับปรุงความเข้าใจของนักวิจัย ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ การดำเนินการวิจัย, การศึกษา จัดเก็บเอกสารอย่างเป็นระบบ, การประเมินความก้าวหน้า และการสรุปอ้างอิง นอกจากนี้ได้การออกแบบแล้วยังได้ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 3 ทฤษฎี ได้แก่ 1) ทฤษฎีโดเมน (domain theories) 2) กรอบการออกแบบ (design frameworks) และ 3) วิธีวิทยาการออกแบบ (design methodologies)
การวิจัยการพัฒนา Development research (van den Akker, 1999)	มีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนานวัตกรรม โดยกระบวนการวิจัยเริ่มต้นจากการทบทวนวรรณกรรม การปรึกษาผู้เชี่ยวชาญ และวิเคราะห์ตัวอย่างกรณีศึกษา ซึ่งต้องมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักวิจัยกับผู้เข้าร่วมการวิจัย มีการศึกษาเอกสาร วิเคราะห์ผล และสะท้อนผลในกระบวนการวิจัย ใช้วิธีวิจัยที่หลากหลายและการประเมินความก้าวหน้าเป็นกิจกรรมหลัก

ตาราง 2 (ต่อ)

รูปแบบ	รายละเอียด
การวิจัยเชิงพัฒนา Developmental research (Richey, Klein, & Nelson, 2003)	เป็นการวิจัยที่มี 2 ประเภท คือ ประเภทที่ 1 จะมุ่งเน้นผลิตภัณฑ์หรือโปรแกรมที่เจาะจง ประเภทที่ 2 มุ่งเน้นกระบวนการวิจัย ซึ่งทั้งสองประเภทแตกต่างกันที่ประชากรที่เกี่ยวข้อง โดยการวิจัยนี้จะเริ่มต้นด้วยการระบุปัญหา และทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง ทั้งนี้รูปแบบต่าง ๆ ของการเก็บข้อมูลขึ้นอยู่กับความมุ่งเน้นของการวิจัย วิธีการเก็บข้อมูลมีความหลากหลาย เช่น การสังเกตภาคสนาม การวิเคราะห์เอกสาร การสัมภาษณ์เชิงลึก การสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ การสำรวจ เป็นต้น ในการวิเคราะห์และสังเคราะห์ข้อมูล จะบรรยายทั้งเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ
Formative research (Reigeluth & Frick, 1999)	มีจุดมุ่งหมายเพื่อนำมาปรับปรุงระบบการเรียนการสอน การพัฒนา และออกแบบทฤษฎีทางการศึกษา ควบคู่ไปกับการประเมิน

ที่มา: Wang, Feng. & Hannafin, Michael J. (2005). *Design-Based Research and Technology-Enhanced Learning Environments*. pp. 6-7; สุวิมล ว่องวาณิช. (2559). *วิธีวิทยาการวิจัยทางการศึกษา: จุดประกายความคิดใหม่*. หน้า. 88-89

3.3 หลักการของการวิจัยอิงการออกแบบ

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับหลักการของการวิจัยอิงการออกแบบ พบว่า แวง แฟง และ แฮนนอฟิน มิเชล (Wang, Feng; & Hannafin, Michael J. 2005: 8-9). และ สุวิมล ว่องวาณิช. (2559: 96) ได้อธิบาย การวิจัยอิงการออกแบบ ประกอบด้วย 9 ประการ ดังนี้

1) การออกแบบในระยะของการวิจัยขั้นต้น (Support Design with Research from the Outset) ก่อนการดำเนินการออกแบบ นักวิจัยต้องระบุแหล่งข้อมูลเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาครั้งนี้ เพื่อให้เข้าใจจุดมุ่งหมายของกระบวนการ

2) กำหนดเป้าหมายการปฏิบัติเพื่อพัฒนาทฤษฎีและแผนการปฏิบัติขั้นต้น (Set Practical Goals for Theory Development and Develop an Initial Plan) หลักจากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องแล้ว นักวิจัยเริ่มกำหนดเป้าหมายการปฏิบัติงานที่มีความชัดเจน วางแผนกิจกรรมการออกแบบที่มุ่งเป้าปรับปรุงแก้ไข พัฒนาทฤษฎี โดยแผนกิจกรรมจะมีรายละเอียดหรือข้อตกลงในแต่ละขั้นตอนของการวิจัย สมาชิกในการออกแบบ ผู้เข้าร่วมการวิจัย วิธีวิจัยและปัจจัยอื่น ๆ นอกจากนี้แผนกิจกรรมที่สร้างขึ้นจะมีความยืดหยุ่นรองรับการปรับแก้เปลี่ยนแปลงในกระบวนการวิจัย

3) ทำการวิจัยในพื้นที่จริง (Conduct Research in Representative Real-World Settings) ปัญหาการวิจัยที่นำมาใช้ในการออกแบบต้องเป็นปัญหาที่นำมาใช้ในการพัฒนาการเรียนการสอน โดยการวิเคราะห์ให้เหมาะสมกับสถานการณ์จริง นักออกแบบต้องคำนึงถึงสำหรับอิทธิพลของปัจจัยทางสังคมและการเปลี่ยนแปลงที่ส่งผลกระทบต่อทั้งผู้เข้าร่วมการออกแบบและกระบวนการออกแบบ เช่น วัฒนธรรมโรงเรียน ลักษณะของห้องเรียน

4) การทำงานใช้ชิดกันของผู้เกี่ยวข้อง (Collaborate Closely with Participants) ในการวิจัยต้องการออกแบบผู้ที่เกี่ยวข้อง เช่น นักวิจัย นักออกแบบ ครู นักเรียนที่เข้าร่วมการวิจัย ต้องมีปฏิสัมพันธ์กัน เพื่อช่วยกันและเพิ่มความมั่นใจในแผนการออกแบบที่มีความเหมาะสม การปรับปรุงแผนกิจกรรม และความเป็นไปได้ในการนำไปปฏิบัติ

5) ใช้วิธีวิจัยที่เป็นระบบและมีเป้าหมายชัดเจน (Implement Research Methods Systematically and Purposefully) นักวิจัยต้องดำเนินการวิจัยอย่างเป็นระบบ โดยใช้วิธีการที่หลากหลาย เช่น การสัมภาษณ์ การสำรวจ การวิเคราะห์เอกสาร การประเมินความก้าวหน้า และประเมินผลเพื่อสรุป ซึ่งวิธีการประเมินความก้าวหน้าจะถูกนำมาใช้ตรวจสอบเป้าหมายจากแผนการออกแบบ

6) วิเคราะห์ข้อมูลทันทีอย่างต่อเนื่องและให้ผลย้อนกลับ (Analyze Data Immediately Continuously, and Retrospectively) การวิเคราะห์ผลจะดำเนินการควบคู่ไปกับการเก็บข้อมูลในระหว่างการวิจัย เพื่อนำมาปรับปรุงทฤษฎี

7) ปรับการออกแบบอย่างต่อเนื่อง (Refine Designs Continually) แผนกระบวนการที่สร้างขึ้นจะมีความยืดหยุ่น โดยสามารถปรับแก้ไขอย่างต่อเนื่องเพื่อให้เหมาะสมกับเป้าหมายที่ดีที่สุด นักวิจัยและนักออกแบบสามารถทบทวนเอกสารในการปรับปรุงการออกแบบ

8) จัดเก็บข้อมูลที่มีผลต่อบริบทในการศึกษา (Document Contextual Influences with Design Principles) ข้อมูลที่เก็บจะช่วยชี้แนะการนำหลักการในการออกแบบไปประยุกต์ใช้

9) ตรวจสอบความเที่ยงตรงในการนำผลการออกแบบไปอ้างอิง (Validate the Generalizability of the Design) การเรียนการสอนแบบดั้งเดิมจะเน้นประสิทธิผลของวิธีการ แต่การวิจัยต้องการออกแบบ เป็นการวิจัยที่เป็นระบบมุ่งเน้นการปรับปรุง พัฒนาทฤษฎี การออกแบบที่ยืดบริบทในการนำไปใช้จริง และคำนึงถึงวิธีการที่ใช้ในการวิจัย

จากหลักการของการวิจัยต้องการออกแบบข้างต้นสรุปได้ว่า ในการออกแบบการวิจัยประเภทนี้ ผู้วิจัยต้องคำนึงถึงการกำหนดเป้าหมายการปฏิบัติงานที่มีความชัดเจน วิธีวิจัยที่เป็นระบบ การสะท้อนผลการทดลองที่กระทำอย่างต่อเนื่องเพื่อนำไปสู่การออกแบบ ปรับปรุง ทำซ้ำในวงจรต่อไป โดยมีความเหมาะสมกับบริบทการศึกษา ตามหลักการของวิธีวิจัยที่มีความยืดหยุ่นและระยะเวลาที่ทำการศึกษา

3.4) การประยุกต์การวิจัยอิงการออกแบบในการพัฒนานวัตกรรมการศึกษา

บทบาททางการศึกษาอย่างหนึ่งที่สำคัญสำหรับครูคือ การพัฒนา ปรับปรุงแก้ไข นวัตกรรม โดยมีองค์ประกอบในการพัฒนาทั้ง 3 ได้แก่ 1) นวัตกรรมในการเรียนการสอนและการเรียนรู้ที่มีความสำคัญเป็นพิเศษเกี่ยวกับเทคโนโลยีใหม่ที่ขยายการศึกษา 2) ความสำเร็จของวิธีการสอนใหม่ ๆ ขึ้นอยู่กับความสามารถของครูในการคิดค้นและใช้วิธีการสอนที่เป็นนวัตกรรมใหม่และวิธีการสร้างแรงจูงใจสามารถได้รับการออกแบบเพื่อส่งเสริมให้เกิดการใช้งานที่ประสบความสำเร็จของวิธีการดังกล่าว 3) การกำกับดูแลในการสร้างสรรค์นวัตกรรมและการปรับปรุงในการศึกษา (Flach, Torberg; Mang, Constantin. 2015: 1)

สุวิมล ว่องวาณิช (2559: 94). กล่าวว่า การวิจัยนวัตกรรมไม่ใช่เรื่องใหม่สำหรับการศึกษา และไม่ใช่เรื่องที่ทำเพียงบุคคลเดียว แนวคิดใหม่สำหรับการพัฒนานวัตกรรมการศึกษาในช่วงที่ผ่านมามีความก้าวหน้าเป็นอย่างมาก การพัฒนานวัตกรรมการศึกษาสามารถทำได้หลายวิธี เช่น การระดมความคิดของกลุ่มนักวิชาการ มีนักออกแบบที่มีความเชี่ยวชาญมาช่วยในการออกแบบ และนำไปปฏิบัติ แต่ความน่าเชื่อถือของนวัตกรรมที่ถูกสร้าง พัฒนาขึ้นคือ การใช้กระบวนการวิจัยในการพัฒนา

กระบวนการวิจัยเพื่อพัฒนาการศึกษาประกอบด้วยความอยู่อย่างน้อย 3 ส่วน คือ 1) ความรู้เกี่ยวกับกระบวนการเรียนรู้ของนักเรียน 2) ความรู้เกี่ยวกับการออกแบบการเรียนรู้ และ 3) ความรู้เกี่ยวกับการวิจัย โดยการพัฒนานวัตกรรมการศึกษาที่ใช้กระบวนการวิจัยเป็นฐานจะขาดความรู้ด้านใดไม่ได้ เนื่องจากถ้าครูไม่การออกแบบการเรียนรู้ก็ไม่สามารถบรรเทา หรือ สภาพแวดล้อมจริงที่จะนำมาออกแบบนวัตกรรมในการเรียนการสอน หรือถ้าขาดความรู้ด้านวิจัยก็ไม่สามารถสร้างสรรค์นวัตกรรมที่มีความน่าเชื่อถือได้จากการใช้กระบวนการวิจัยพัฒนานวัตกรรมที่มีความเหมาะสม และมีประสิทธิผล โดยเฉพาะเมื่อใช้การวิจัยอิงการออกแบบในการออกแบบ นวัตกรรมทางการศึกษา จำเป็นต้องอาศัยความร่วมมือระหว่างนักออกแบบ นักวิจัย ครู และนักเรียนที่อยู่ในสถานการณ์จริง เนื่องจากการพัฒนานวัตกรรมให้มีคุณภาพ ต้องผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญด้านการศึกษา และอาศัยความร่วมมือจากนักออกแบบที่มีความเชี่ยวชาญในศาสตร์ การออกแบบเมื่อครูหรือผู้ปฏิบัตินำไปใช้ จะได้ข้อมูลย้อนกลับนำมาปรับแก้ไขนวัตกรรมให้เหมาะสมกับสภาพการเรียนรู้จริง (สุวิมล ว่องวาณิช. 2559: 96)

จากการประยุกต์การวิจัยอิงการออกแบบในการพัฒนานวัตกรรมการศึกษาข้างต้นสรุปได้ว่า การวิจัยอิงการออกแบบเป็นวิธีวิจัยที่เป็นกระบวนการในการพัฒนานวัตกรรม เนื่องจากรูปแบบการพัฒนา ปรับปรุงแก้ไข โดยอาศัยความร่วมมือระหว่างนักออกแบบ นักวิจัย ครู และนักเรียน ซึ่งร่วมกันวิเคราะห์ผลการทดลองรูปแบบที่ใช้ มีการปรับปรุง ทำซ้ำ เพื่อให้ได้นวัตกรรมที่มีคุณภาพ

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมายเพื่อ 1) เพื่อศึกษาความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนในวิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์ 2) เพื่อออกแบบพัฒนากระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความเข้าใจในโมโนทัศน์ วิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์ โดยประยุกต์ใช้แนวคิดของโพสเนอร์ตามแนวทางการวิจัยอิงการออกแบบ และ 3) เพื่อศึกษาผลการใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความเข้าใจในโมโนทัศน์ วิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์ โดยประยุกต์ใช้แนวคิดของโพสเนอร์ตามแนวทางการวิจัยอิงการออกแบบ

วิธีการดำเนินการวิจัยนี้เริ่มต้นด้วยการศึกษาเชิงคุณภาพ เพื่อศึกษาประเด็น สาเหตุของความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนในการเรียนวิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์ เพื่อนำข้อมูลมาออกแบบกระบวนการจัดการเรียนรู้ในการส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความเข้าใจในโมโนทัศน์ที่นำเงื่อนไขการเปลี่ยนมโนทัศน์ของโพสเนอร์และคณะมาประยุกต์ใช้ในการออกแบบโดยนำการวิจัยอิงการออกแบบ (Design-Based Research) มาใช้ในการขับเคลื่อนกระบวนการวิจัย และนำไปสู่การศึกษาค้นคว้าผลการใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้ในการส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความเข้าใจในโมโนทัศน์ วิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์ ด้วยการศึกษาระดับปริมาณโดยใช้ระเบียบวิธีวิจัยกึ่งทดลอง โดยขั้นตอนการวิจัยแบ่งเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การศึกษาความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนในวิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์

ขั้นตอนที่ 2 การออกแบบพัฒนากระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความเข้าใจในโมโนทัศน์ วิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์ โดยประยุกต์ใช้แนวคิดของโพสเนอร์ตามแนวทางการวิจัยอิงการออกแบบ

ขั้นตอนที่ 3 การศึกษาผลการใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความเข้าใจในโมโนทัศน์ วิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์ โดยประยุกต์ใช้แนวคิดของโพสเนอร์ตามแนวทางการวิจัยอิงการออกแบบ

จากขั้นตอนการวิจัยทั้ง 3 ขั้นตอน สามารถสรุปความมุ่งหมาย กิจกรรม และผลลัพธ์ ดังตาราง 3

ตาราง 3 ขั้นตอนกิจกรรม และผลลัพธ์ในการวิจัย

ขั้นตอน	ความมุ่งหมาย	กิจกรรม	ผลลัพธ์
ขั้นตอนที่ 1: การศึกษาความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนวิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์	1. เพื่อศึกษาความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนในวิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์	1. วิเคราะห์ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังของวิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์ 2. ศึกษาหนังสือเรียนรายวิชาเคมีเพิ่มเติม เคมีเล่ม 5 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 (พ.ศ.2554) จัดทำโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) เรื่องเคมีอินทรีย์ 3. สัมภาษณ์ครูที่มีประสบการณ์สอนในวิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์	ประเด็นความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน วิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์
ขั้นตอนที่ 2: การออกแบบพัฒนากระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความเข้าใจในมโนทัศน์ วิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์ โดยประยุกต์ใช้แนวคิดของโพสเนอร์ตามแนวทางการวิจัยอิงการออกแบบ	2. เพื่อออกแบบพัฒนากระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความเข้าใจในมโนทัศน์ วิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์ โดยประยุกต์ใช้แนวคิดของโพสเนอร์ตามแนวทางการวิจัยอิงการออกแบบ	1. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเงื่อนไขการเปลี่ยนมโนทัศน์ของโพสเนอร์ 2. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยอิงการออกแบบ 3. วิเคราะห์คำอธิบายรายวิชาเพิ่มเติม ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังรายวิชาเคมี เล่ม 5 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 (พ.ศ. 2554) จัดทำโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) เรื่อง เคมีอินทรีย์ 4. สร้างแผนการจัดการเรียนรู้ในการแก้ไขความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนในวิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์ โดยประยุกต์ใช้แนวคิดของโพสเนอร์ตามแนวทางการวิจัยอิงการออกแบบ 5. ตรวจสอบคุณภาพ ความถูกต้องของกระบวนการจัดการเรียนรู้ด้วยผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์	กระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความเข้าใจในมโนทัศน์ วิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์โดยประยุกต์ใช้แนวคิดของโพสเนอร์ตามแนวทางการวิจัยอิงการออกแบบ

ตาราง 3 (ต่อ)

ขั้นตอน	ความมุ่งหมาย	กิจกรรม	ผลลัพธ์
ขั้นตอนที่ 3 : การศึกษาผลการใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความเข้าใจในมโนทัศน์ วิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์ โดยประยุกต์ใช้แนวคิดของโพสเนอร์ตามแนวทางการวิจัยอิงการออกแบบ	3. เพื่อศึกษาผลการใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความเข้าใจในมโนทัศน์ในวิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์ โดยประยุกต์ใช้แนวคิดของโพสเนอร์ตามแนวทางการวิจัยอิงการออกแบบ	1. ออกแบบกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความเข้าใจในมโนทัศน์ วิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์ โดยประยุกต์ใช้แนวคิดของโพสเนอร์ตามแนวทางการวิจัยอิงการออกแบบ 2. ทดลองกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความเข้าใจในมโนทัศน์ วิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์ โดยประยุกต์ใช้แนวคิดของโพสเนอร์ตามแนวทางการวิจัยอิงการออกแบบ 3. รวบรวมข้อมูลจากการทดลองกระบวนการจัดการเรียนรู้ 4. ปรับแก้กระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความเข้าใจในมโนทัศน์ วิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์ โดยประยุกต์ใช้แนวคิดของโพสเนอร์ตามแนวทางการวิจัยอิงการออกแบบ ให้สอดคล้องกับบริบทตามสภาพจริงของนักเรียน 5. ประเมินผลการเรียนรู้หลังการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความเข้าใจในมโนทัศน์ วิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์ โดยประยุกต์ใช้แนวคิดของโพสเนอร์ตามแนวทางการวิจัยอิงการออกแบบ	1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์ 2. ความเข้าใจในมโนทัศน์ วิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์

ขั้นตอนที่ 1 การศึกษาความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนในวิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์

ผู้วิจัยศึกษาและรวบรวมประเด็นเนื้อหาที่นักเรียนเกิดความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนในการเรียนวิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์ โดยใช้การศึกษาเชิงคุณภาพ โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. การกำหนดปัญหาการวิจัย

ในการศึกษาเชิงคุณภาพ ผู้วิจัยได้ทำการกำหนดปัญหาการวิจัย เพื่อเป็นแนวทางในการมุ่งแสวงหาคำตอบจากกลุ่มตัวอย่างที่ให้ข้อมูล นำไปสู่การตอบความมุ่งหมาย ประเด็นปัญหาที่ต้องการศึกษาอย่างชัดเจน โดยปัญหาที่ผู้วิจัยกำหนด คือ ประเด็นความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนในวิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์

2. การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังของรายวิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์ และศึกษาเนื้อหาบทเรียนจากหนังสือเรียนรายวิชาเคมีเพิ่มเติม เคมีเล่ม 5 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 (พ.ศ. 2554) จัดทำโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) เรื่อง เคมีอินทรีย์ เพื่อนำมาประกอบการกำหนดคำถามการวิจัย ที่ใช้การเก็บข้อมูลโดยการสัมภาษณ์

3. การเลือกผู้ให้ข้อมูล

ผู้วิจัยได้เลือกผู้ให้ข้อมูลแบบเจาะจง (purposive sampling) ซึ่งเป็นครูที่สอนในสถานศึกษาของรัฐ สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ จำนวน 3 คน โดยมีรายชื่อดังภาคผนวก ซึ่งได้กำหนดเกณฑ์ในการคัดเลือกผู้ให้ข้อมูลดังนี้

- 1) เป็นครูที่สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีทางด้านวิทยาศาสตร์ สาขาเคมี หรือสำเร็จการศึกษาระดับปริญญาโท สาขาการสอนวิทยาศาสตร์-เคมี โดยตรง
- 2) มีประสบการณ์สอนวิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์ มากกว่า 5 ปี
- 3) มีวิทยฐานะระดับชำนาญการขึ้นไป

4. กำหนดการเก็บข้อมูลภาคสนาม

ผู้วิจัยได้กำหนดแผนการเก็บข้อมูลจากแหล่งข้อมูล เพื่อให้การดำเนินการเป็นไปตามเป้าหมายที่กำหนดไว้ และยังเป็นกำหนดขอบเขตของการศึกษาอย่างชัดเจน อันนำไปสู่การแสวงหาข้อมูลเพื่อตอบความมุ่งหมายได้ตรง ดังตาราง 4

ตาราง 4 แผนการศึกษาภาคสนาม

ความมุ่งหมาย	วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล	แหล่งข้อมูล	ระยะเวลา
เพื่อศึกษาความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนในวิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์	การสัมภาษณ์	ครูที่มีประสบการณ์สอนวิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์ จำนวน 3 คน	วันที่ 2-9 ธันวาคม พ.ศ. 2559

5. การเก็บข้อมูลภาคสนาม

ในการเก็บข้อมูลภาคสนาม ผู้วิจัยได้ใช้วิธีการสัมภาษณ์ ซึ่งเป็นเทคนิคหลักของการเก็บข้อมูล เนื่องจากเป็นวิธีที่สะดวกและผู้วิจัยสามารถโต้ตอบ ชักถามประเด็นที่สงสัย เพื่อให้ได้รายละเอียดมากที่สุด ซึ่งผู้วิจัยใช้การสัมภาษณ์อย่างไม่เป็นทางการ (Informal Interview) เนื่องจากระเบียบในการสัมภาษณ์ของอาศัยการโต้ตอบ ชักถามเชิงลึก อีกทั้งยังสามารถร่วมวิเคราะห์ประเด็นของการเกิดความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนได้ โดยจะเป็นการเปิดโอกาสให้ผู้ให้ข้อมูลสามารถบอกรายละเอียดของประเด็นได้อย่างลึกซึ้ง

ตัวอย่าง แบบสัมภาษณ์

แบบสัมภาษณ์	
ประเด็นการสัมภาษณ์: ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนในวิชาเคมี เรื่องเคมีอินทรีย์	
ชื่อผู้ให้ข้อมูล	
ชื่อโรงเรียนของผู้ให้ข้อมูล	
วันที่ เวลา	
ประเด็นคำถาม	คำตอบ
1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องเคมีอินทรีย์ของนักเรียนเป็นอย่างไร	
2. นักเรียนกลุ่มที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำมีสาเหตุมาจากอะไร	
3. ในระหว่างเรียนนักเรียนเกิดข้อสงสัยหรือไม่อย่างไร	
4. นักเรียนเกิดความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนในเรื่องเคมีอินทรีย์ ในประเด็นหัวข้อใดบ้าง และนักเรียนที่มีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนมีแนวคิดหรือความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนอย่างไร	
5. คุณครูมีวิธีการแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนที่มีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนในเรื่องเคมีอินทรีย์อย่างไร	

6. การจัดกระทำข้อมูล

เมื่อผู้วิจัยได้เก็บข้อมูลจากภาคสนามแล้วขั้นตอนต่อไปคือการวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งเป็นกระบวนการที่ควบคู่กับการเก็บข้อมูล โดยมีกิจกรรม 2 กิจกรรม ดังนี้

6.1 การลดทอนข้อมูล (Data Reduction)

ข้อมูลที่เก็บได้จากแหล่งข้อมูลทั้ง 3 คน ผู้วิจัยได้นำมาลดทอนข้อมูล เพื่อสกัดออกมาเป็นประเด็นต่าง ๆ ที่นักเรียนมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนตามเนื้อหาวิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์

6.2 การวิเคราะห์และนำเสนอข้อมูล

จากการลดทอนแล้วนั้น ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์เนื้อหาและนำเสนอประเด็นมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนโดยแยกเป็นประเด็น

ขั้นตอนที่ 2 การออกแบบพัฒนากระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความเข้าใจใหม่โนทัศน์ วิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์ โดยประยุกต์ใช้แนวคิดของโพสเนอร์ตามแนวทางการวิจัยอิงการออกแบบ

การดำเนินการสร้างและพัฒนากระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความเข้าใจใหม่โนทัศน์ วิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์ โดยประยุกต์ใช้แนวคิดของโพสเนอร์ตามแนวทางการวิจัยอิงการออกแบบ มีขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเงื่อนไขการเปลี่ยนมโนทัศน์ของโพสเนอร์ โดยมีรายละเอียดดังนี้

1.1 ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับเงื่อนไขในการเปลี่ยนมโนทัศน์ของโพสเนอร์

1.2 วิเคราะห์และสังเคราะห์ผลการศึกษาจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนและเงื่อนไขการเปลี่ยนมโนทัศน์ของโพสเนอร์

2. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยอิงการออกแบบ

3. วิเคราะห์คำอธิบายรายวิชาเพิ่มเติม ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังของเคมี เล่ม 5

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 (พ.ศ. 2554) จัดทำโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) เรื่อง เคมีอินทรีย์

4. ศึกษาประเด็นความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน วิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์ ที่ได้จากการศึกษาเชิงคุณภาพจากกรณีศึกษาในขั้นตอนที่ 1

5. สร้างแผนการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความเข้าใจใหม่โนทัศน์ใน วิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์ โดยประยุกต์ใช้แนวคิดของโพสเนอร์

6. ตรวจสอบความถูกต้องของกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความเข้าใจใหม่โนทัศน์ วิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์ โดยประยุกต์ใช้แนวคิดของโพสเนอร์ ด้วยผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์จำนวน 5 คน โดยกำหนดเกณฑ์ในการคัดเลือกผู้เชี่ยวชาญดังนี้

1) เป็นครู อาจารย์ที่สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีทางด้านวิทยาศาสตร์ สาขาเคมี หรือสำเร็จการศึกษาระดับปริญญาโท สาขาการสอนวิทยาศาสตร์-เคมี โดยตรง

2) มีประสบการณ์สอน มากกว่า 5 ปี

7. ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ โดยผู้เชี่ยวชาญได้เสนอแนะประเด็นในการแก้ไขและเพิ่มเติม ดังนี้

1) อธิบายรายละเอียดกิจกรรมในแต่ละขั้นตอนของแผนการจัดการเรียนรู้ให้มีความชัดเจน และขยายความแนวการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้

2) อธิบายและขยายความกิจกรรมที่กำหนดในแต่ละเงื่อนไขการเปลี่ยนโน้ตทัศน์ของโพสเนอร์ให้มีความชัดเจน เพื่อแสดงถึงความโดดเด่นของกิจกรรมที่ออกแบบ

3) การนำสื่ออิเล็กทรอนิกส์มาประยุกต์ใช้ในการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อช่วยเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความเข้าใจในมโนทัศน์

8. นำแผนการจัดการเรียนรู้ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง โดยในระหว่างการทำเนิการวิจัย ผู้วิจัยนำผลสะท้อนจากการจัดการเรียนรู้มาแก้ไข ปรับปรุงกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความเข้าใจในมโนทัศน์ วิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์ โดยประยุกต์ใช้แนวคิดของโพสเนอร์ตามแนวทางการวิจัยอิงการออกแบบในการพัฒนา กระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสม สอดคล้องกับนักเรียนตามสภาพสิ่งแวดล้อม

ขั้นตอนที่ 3 การศึกษาผลการใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความเข้าใจในมโนทัศน์ วิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์ โดยประยุกต์ใช้แนวคิดของโพสเนอร์ตามแนวทางการวิจัยอิงการออกแบบ

การศึกษาผลการใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความเข้าใจในมโนทัศน์ วิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์ โดยประยุกต์ใช้แนวคิดของโพสเนอร์ตามแนวทางการวิจัยอิงการออกแบบ มีรายละเอียดดังนี้

1. ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 6 โรงเรียนสันติราษฎร์วิทยาลัย สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 จำนวนนักเรียนทั้งหมด 82 คน

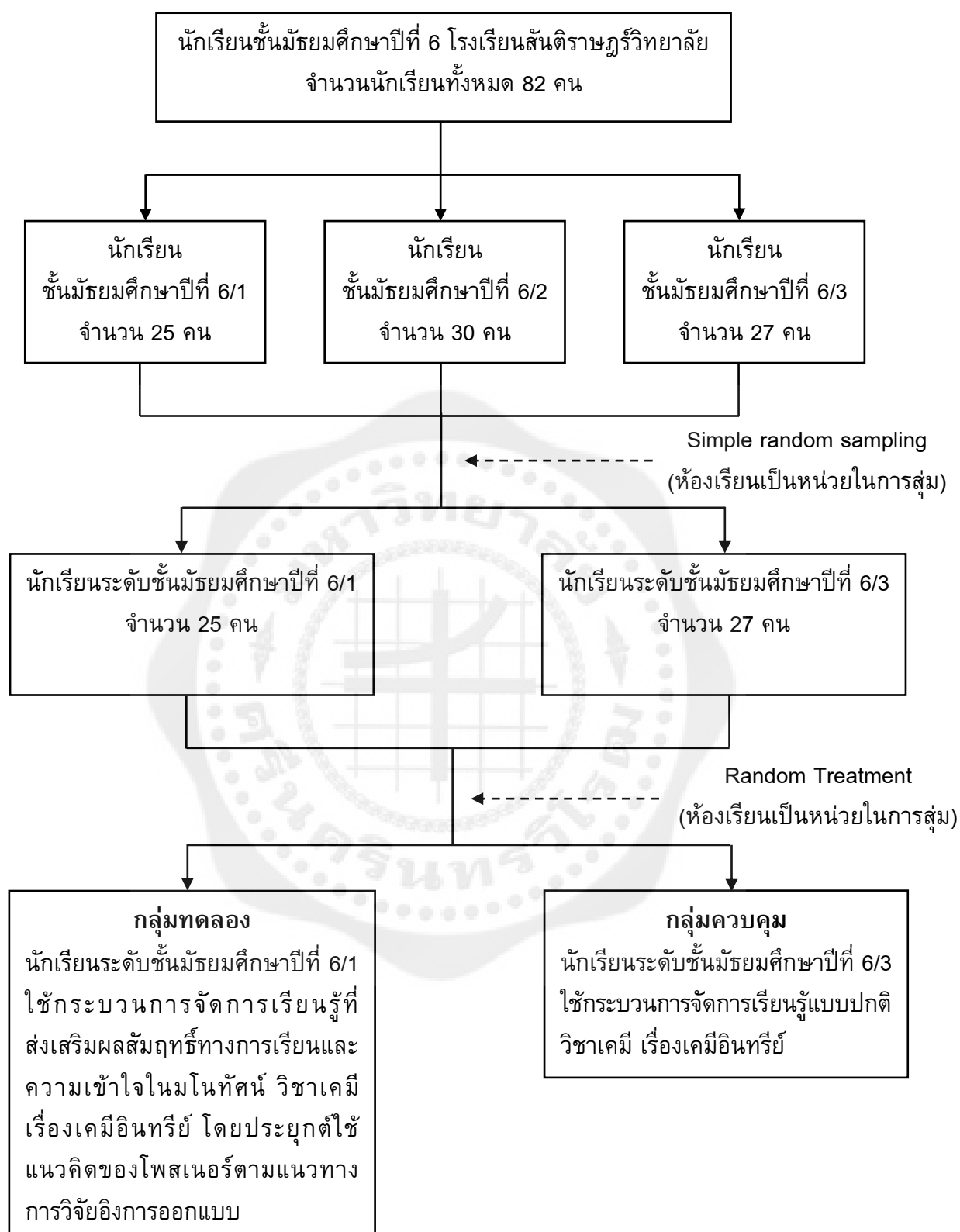
2. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 6 จำนวน 52 คน ซึ่งได้จากการกำหนดขนาดตัวอย่างโดยใช้โปรแกรม G*Power version 3.0.10 เพื่อหาจำนวนขนาดกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสม โดยกำหนดค่าอิทธิพลจากงานวิจัยของ อรวดี ศรีบัว. (2558: 141) มีค่าขนาดอิทธิพลเท่ากับ 0.90 กำหนดค่าระดับนัยสำคัญที่ .05 และอำนาจการทดสอบเท่ากับ 0.80 โดยผู้วิจัยใช้วิธีการสุ่มกลุ่มตัวอย่างแบบ 2 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 การสุ่มกลุ่มตัวอย่างโดยใช้วิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple random sampling) ที่ใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยในการสุ่ม ซึ่งนักเรียนแต่ละห้องมีการละความสามารถภายในห้องเรียน

ขั้นที่ 2 การสุ่มห้องเรียนเพื่อจัดกระทำ แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/1 จำนวน 25 คน และกลุ่มควบคุม คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/3 จำนวน 27 คน ดังภาพประกอบ 5





ภาพประกอบ 5 การสุ่มกลุ่มตัวอย่าง

3. ตัวแปรที่ศึกษา

การศึกษาผลการใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความเข้าใจในมโนทัศน์ วิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์ โดยประยุกต์ใช้แนวคิดของโพสเนอร์ตามแนวทางการวิจัยอิงการออกแบบ

ตัวแปรอิสระ คือ การใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้ แบ่งเป็น 2 วิธี ได้แก่ 1) การใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้ วิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์ โดยประยุกต์ใช้แนวคิดของโพสเนอร์ตามแนวทางการวิจัยอิงการออกแบบ และ 2) การใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ วิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์

ตัวแปรตาม คือ 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์ และ 2) ความเข้าใจในมโนทัศน์ วิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์

4. ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยดำเนินการทดลองในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 โดยผู้วิจัยดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยตนเอง ใช้เวลาในการทดลองจำนวน 6 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 คาบเรียน คาบเรียนละ 50 นาที รวมทั้งสิ้น 18 คาบเรียน ดังตาราง 5

ตาราง 5 เนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง

สัปดาห์ที่	หัวข้อ	จำนวนคาบ
1	พันธะของคาร์บอน	3
	พันธะของคาร์บอน (ต่อ)	
2	หมู่ฟังก์ชัน	1
	สารประกอบไฮโดรคาร์บอน	
3	สารประกอบไฮโดรคาร์บอน (ต่อ)	5
	สารประกอบไฮโดรคาร์บอน (ต่อ)	
4	สารประกอบอินทรีย์ที่มีธาตุออกซิเจนเป็นองค์ประกอบ	4
	สารประกอบอินทรีย์ที่มีธาตุออกซิเจนเป็นองค์ประกอบ (ต่อ)	
5	สารประกอบอินทรีย์ที่มีธาตุออกซิเจนเป็นองค์ประกอบ (ต่อ)	2
	สารประกอบอินทรีย์ที่มีธาตุไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ	
6	สารประกอบอินทรีย์ที่มีธาตุออกซิเจนและไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ	3
	สารประกอบอินทรีย์ที่มีธาตุออกซิเจนและไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ(ต่อ)	

5. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดเนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย เป็นเนื้อหาในวิชาเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง เคมีอินทรีย์ ซึ่งประกอบด้วยเนื้อหาดังนี้

1. พันธะของคาร์บอน
2. หมู่ฟังก์ชัน
3. สารประกอบไฮโดรคาร์บอน
4. สารประกอบอินทรีย์ที่มีธาตุออกซิเจนเป็นองค์ประกอบ
5. สารประกอบอินทรีย์ที่มีธาตุไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ
6. สารประกอบอินทรีย์ที่มีธาตุออกซิเจนและไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ

6. แบบแผนการทดลอง

การวิจัยครั้งนี้เป็นการทดลองใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความเข้าใจในมโนทัศน์ในวิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์ โดยประยุกต์ใช้แนวคิดของโพสเนอร์ตามแนวทางการวิจัยอิงการออกแบบ ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นโดยใช้แบบแผนการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Design) ที่มีกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมและมีการทดสอบก่อนและหลังการทดลอง (Pretest Posttest Control Group Design) ดังตาราง 6

ตาราง 6 รูปแบบการทดลอง

กลุ่ม (Group)	การวัด ก่อนการทดลอง	ตัวแปรจัด กระทำ	การวัด หลังการทดลอง
กลุ่มทดลอง (Group 1)	Obs ₁₁	Tx ₁	Obs ₁₂
กลุ่มควบคุม (Group 2)	Obs ₂₁	Tx ₂	Obs ₂₂

ที่มา: Leedy, Paul D; & Ormrod, Jeanne Ellis. (2013). *Practical Research: Planning and design*. 10th ed. New Jersey: Pearson Education. p. 234.

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการทดลอง

- Group 1 คือ กลุ่มทดลองที่เรียนด้วยกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความเข้าใจในมโนทัศน์ในวิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์โดยประยุกต์ใช้แนวคิดของโพสเนอร์ตามแนวทางการวิจัยอิงการออกแบบ
- Group 2 คือ กลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ
- Obs₁₁ คือ ผลที่วัดได้ก่อนการทดลองด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบทดสอบวัดความเข้าใจในมโนทัศน์ในกลุ่มทดลอง

Obs ₂₁	คือ	ผลที่วัดได้ก่อนการทดลองด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบทดสอบวัดความเข้าใจในมโนทัศน์ในกลุ่มควบคุม
Obs ₁₂	คือ	ผลที่วัดได้หลังการทดลองด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบทดสอบวัดความเข้าใจในมโนทัศน์ในกลุ่มทดลอง
Obs ₂₂	คือ	ผลที่วัดได้หลังการทดลองด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบทดสอบวัดความเข้าใจในมโนทัศน์ในกลุ่มควบคุม
Tx ₁	คือ	การใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความเข้าใจในมโนทัศน์ วิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์ โดยประยุกต์ใช้แนวคิดของโพสเนอร์ตามแนวทางการวิจัยเชิงการออกแบบ
Tx ₂	คือ	การใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ วิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์

7. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง และเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล

7.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง คือ

7.1.1 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความเข้าใจในมโนทัศน์ วิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์ โดยประยุกต์ใช้แนวคิดของโพสเนอร์ตามแนวทางการวิจัยเชิงการออกแบบ

7.1.2 แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ วิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์

7.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล คือ

7.2.1 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

7.2.2 แบบทดสอบวัดความเข้าใจในมโนทัศน์

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลมีจำนวน 20 ข้อ โดยแบบทดสอบ 1 ข้อ ประกอบด้วย 2 ส่วน ให้นักเรียนเลือกตอบ กล่าวคือ ส่วนแรกเป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบปรนัยแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก และส่วนที่สองเป็นแบบทดสอบวัดความเข้าใจในมโนทัศน์แบบปรนัยแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ที่มีลักษณะการให้เหตุผลในการอธิบายถึงสาเหตุในการตอบในส่วนแรก โดยเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยมีรายละเอียดดังนี้

7.1.1 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความเข้าใจใน มโนทัศน์ วิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์ โดยประยุกต์ใช้แนวคิดของโพสเนอร์ตามแนวทางการวิจัยอิงการออกแบบ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความเข้าใจในมโนทัศน์ใน วิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์ โดยประยุกต์ใช้แนวคิดของโพสเนอร์ตามแนวทางการวิจัยอิงการออกแบบ ถูกนำมาใช้เป็นเครื่องมือในการทดลองครั้งนี้ ประกอบด้วยจำนวน 11 แผน มีลำดับ การสร้าง ดังนี้

1. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเงื่อนไขการเปลี่ยนมโนทัศน์ของโพสเนอร์ โดยมีรายละเอียดดังนี้

1.1 ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับเงื่อนไขในการเปลี่ยนมโนทัศน์ของโพสเนอร์

1.2 วิเคราะห์และสังเคราะห์ผลการศึกษาจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนและเงื่อนไขการเปลี่ยนมโนทัศน์ของโพสเนอร์

2. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยอิงการออกแบบ

3. วิเคราะห์คำอธิบายรายวิชาเพิ่มเติม ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังของเคมี เล่ม 5 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 (พ.ศ. 2554) จัดทำโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) เรื่อง เคมีอินทรีย์

4. ศึกษาประเด็นความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนในวิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์ ที่ได้จากการศึกษาเชิงคุณภาพจากกรณีศึกษา ในตอนที่ 1

5. สร้างแผนการจัดการเรียนรู้ในการแก้ไขความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนในรายวิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์ โดยประยุกต์ใช้แนวคิดของโพสเนอร์ตามแนวทางการวิจัยอิงการออกแบบที่ประกอบด้วยหัวข้อต่อไปนี้

- 1) แผนผังความคิด
- 2) สารสำคัญ
- 3) ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง
- 4) สารการเรียนรู้
- 5) กิจกรรม/กระบวนการจัดการเรียนรู้
- 6) สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้
- 7) การวัดและประเมินผล
- 8) บันทึกหลังสอน

กิจกรรมการเรียนมีการดำเนินการ 3 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน 2) ขั้นสอน และ 3) ขั้นสรุปบทเรียน ทั้งนี้ในการจัดการเรียนการสอนแต่ละครั้งครูจะต้องสอดแทรกเงื่อนไขการเปลี่ยนมโนทัศน์ตามแนวคิดของโพสเนอร์ ทั้ง 4 ประการ ได้แก่ 1) ครูสร้างสถานการณ์เพื่อให้นักเรียนไม่พึงพอใจกับความรู้เดิมที่มีอยู่ 2) ครูจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อให้นักเรียนเกิด มโนทัศน์ใหม่ 3) ครูสร้างสถานการณ์เพื่อเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิม หรือยกสถานการณ์ที่ให้นักเรียนนำ

ความรู้ใหม่ไปใช้แก้ไขสถานการณ์ต่าง ๆ และ 4) มโนทัศน์ดังกล่าวจะต้องมีศักยภาพที่จะขยายขอบเขตของการแสวงหาความรู้อื่นๆ

6. นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างไปเสนอต่ออาจารย์ควบคุมปริมาณนิพนธ์ เพื่อพิจารณาความถูกต้องของเนื้อหาและความเหมาะสมของจุดประสงค์การเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนการสอน/สื่อ/อุปกรณ์/แหล่งเรียนรู้

7. ตรวจสอบความถูกต้องของกระบวนการจัดการเรียนรู้ในการแก้ไขความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนในวิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์ โดยประยุกต์ใช้แนวคิดของโพสเนอร์ตามแนวทางการวิจัยการออกแบบ ด้วยผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์จำนวน 5 คน โดยกำหนดเกณฑ์ในการเลือกผู้เชี่ยวชาญ ดังรายนามในภาคผนวกซึ่งมีคุณสมบัติดังนี้

7.1 เป็นครู อาจารย์ที่สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีทางด้านวิทยาศาสตร์ สาขาเคมี หรือสำเร็จการศึกษาระดับปริญญาโท สาขาการสอนวิทยาศาสตร์-เคมี โดยตรง

7.2 มีประสบการณ์สอน มากกว่า 5 ปี

8. ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

9. นำแผนการจัดการเรียนรู้ไปใช้กับนักเรียนกลุ่มทดลอง ในระหว่างการดำเนินการวิจัย ผู้วิจัยนำผลสะท้อนจากการจัดการเรียนรู้ออกมาแก้ไข ปรับปรุงกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความเข้าใจในมโนทัศน์ วิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์ โดยประยุกต์ใช้แนวคิดของโพสเนอร์ตามแนวทางการวิจัยการออกแบบในการพัฒนา กระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสม สอดคล้องกับสภาพการเรียนรู้ของนักเรียนที่มีการลดความสามารถ

7.1.2 แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ รายวิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์

1. วิเคราะห์หลักสูตร คำอธิบายรายวิชาเพิ่มเติม ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังของเคมี เล่ม 5 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 (พ.ศ. 2554) จัดทำโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) เรื่อง เคมีอินทรีย์

2. สร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ โดยในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ขั้นสอน และขั้นสรุป

3. นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างไปเสนอต่ออาจารย์ควบคุมปริมาณนิพนธ์ เพื่อพิจารณาความถูกต้องของเนื้อหาและความเหมาะสมของจุดประสงค์การเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนการสอน/สื่อ/อุปกรณ์/แหล่งเรียนรู้

4. นำแผนการจัดการเรียนรู้ออกมาปรับแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ควบคุมปริมาณนิพนธ์ และนำเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน โดยกำหนดเกณฑ์ในการเลือกผู้เชี่ยวชาญ ดังรายนามในภาคผนวกซึ่งมีคุณสมบัติดังนี้

4.1 เป็นครู อาจารย์ที่สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีทางด้านวิทยาศาสตร์ สาขาเคมี หรือสำเร็จการศึกษาระดับปริญญาโท สาขาการสอนวิทยาศาสตร์-เคมี โดยตรง

4.2 มีประสบการณ์สอน มากกว่า 5 ปี

เพื่อพิจารณา ปรับแก้ความถูกต้อง เหมาะสมของจุดประสงค์การเรียนรู้ กิจกรรมการเรียน การสอน/สื่อ/อุปกรณ์/แหล่งเรียนรู้

5. นำแผนการจัดการเรียนรู้มาปรับแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ และนำไปใช้กับ นักเรียนกลุ่มควบคุมต่อไป

ตาราง 7 การเปรียบเทียบกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและ ความเข้าใจในโมทัศน์ วิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์ โดยประยุกต์ใช้แนวคิดของโพสเนอร์ตาม แนวทางการวิจัยการออกแบบ กับกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ รายวิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์

กระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความเข้าใจในโมทัศน์ วิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์ โดยประยุกต์ใช้แนวคิดของโพสเนอร์ตามแนวทางการวิจัยการออกแบบ	กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ วิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์
<u>ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน (10 นาที)</u> 1) ครูให้นักเรียนยกตัวอย่างสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิตที่นักเรียนพบในชีวิตประจำวันมีอะไรบ้าง โดยครูกระตุ้นให้นักเรียนตอบมากที่สุด 2) นักเรียนร่วมกันดูคลิปวิดีโอ การกำเนิดสิ่งมีชีวิต และร่วมกันอภิปราย 3) ครูให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายความแตกต่างระหว่างสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิต ซึ่งมีลักษณะใดที่ทำให้สิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิตแตกต่างกัน 4) จากคำตอบที่นักเรียนตอบมาแล้วนั้น ให้ครูกำหนดประเด็นการอภิปรายความแตกต่างของ “ธาตุที่เป็นองค์ประกอบ” ระหว่างสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิต 5) ครูยกตัวอย่างสารที่มีสูตรโครงสร้าง $\text{HO} - \text{COOH}$ แล้วให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายว่าเป็นสารประกอบอินทรีย์หรือไม่ (นักเรียนส่วนมากจะตอบว่าเป็นสารประกอบอินทรีย์ แต่สารดังกล่าวถ้าเขียนอยู่ในรูปสูตรโมเลกุลก็คือ กรดคาร์บอนิก (เงื่อนไข: การไม่พอใจต่อโมทัศน์ที่มีอยู่)	<u>ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน (10 นาที)</u> 1) ครูให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายความแตกต่างระหว่างสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิต ซึ่งมีลักษณะใดที่ทำให้สิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิตมีความแตกต่างกัน โดยครูเชื่อมโยงความแตกต่างการเปรียบเทียบระหว่างสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิตในเชิงธาตุที่เป็นองค์ประกอบ 2) นักเรียนร่วมกันอภิปรายความแตกต่างระหว่างสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิตในเชิงธาตุที่เป็นองค์ประกอบ 3) ครูเชื่อมโยงธาตุที่เป็นองค์ประกอบระหว่างสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิตเพื่ออธิบายความหมายของสารประกอบอินทรีย์

ตาราง 7 (ต่อ)

กระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความเข้าใจในมโนทัศน์ วิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์ โดยประยุกต์ใช้แนวคิดของโพสเนอร์ตามแนวทางการวิจัยอิงการออกแบบ	กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ วิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์
<u>ขั้นสอน (30 นาที)</u> 1) ครูอธิบายความหมายของสารประกอบอินทรีย์ พร้อมยกตัวอย่างและอธิบายสารประกอบอินทรีย์โดยเปรียบเทียบให้นักเรียนเห็นถึงความแตกต่างระหว่างสารประกอบทั้งสองโดยดำเนินการสาธิตกิจกรรม ดังนี้ (<u>เงื่อนไข: การสอนเพื่อให้เกิดมโนทัศน์ใหม่</u>) กิจกรรมการเปรียบเทียบสมบัติของสารประกอบอินทรีย์และสารประกอบอนินทรีย์ ในการอธิบายสมบัติการละลายของสารประกอบอินทรีย์และสารประกอบอนินทรีย์ ตัวแทนนักเรียนออกมาสาธิตสมบัติต่าง ๆ ได้แก่ <u>การละลาย</u> ให้เอกเซนเป็นตัวแทนของสารประกอบอินทรีย์ และเกลือแกงเป็นตัวแทนสารประกอบอนินทรีย์ เพื่อทดสอบคุณสมบัติการละลายน้ำ (ในการสาธิตควรผสมสีน้ำเปล่าให้เป็นสีแดง เพื่อให้นักเรียนเห็นการแยกชั้นระหว่างเอกเซนและน้ำ) <u>การนำไฟฟ้า</u> ให้เอกเซนเป็นตัวแทนของสารประกอบอินทรีย์ และแคลเซียมคลอไรด์ (CaCl_2) เป็นตัวแทนสารประกอบอนินทรีย์ เพื่อทดสอบคุณสมบัติการนำไฟฟ้าโดยใช้เครื่องวัดการนำไฟฟ้าจุ่มลงในสารละลายเพื่อทดสอบ	<u>ขั้นสอน (30 นาที)</u> 1) ครูอธิบายความหมายของสารประกอบอินทรีย์ โดยให้นักเรียนยกตัวอย่างสารประกอบอินทรีย์ที่รู้จักในชีวิตประจำวัน 2) นักเรียนร่วมกันเปรียบเทียบสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ลงในตาราง 3) นักเรียนร่วมกันอภิปรายหัวข้อความสัมพันธ์ระหว่างสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ โดยให้ตัวแทนนักเรียนออกมาอภิปรายหน้าห้องเรียน

ตาราง 7 (ต่อ)

กระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความเข้าใจในมโนทัศน์ วิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์ โดยประยุกต์ใช้แนวคิดของโพสเนอร์ตามแนวทางการวิจัยอิงการออกแบบ	กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ วิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์
2) ครูอธิบายสารประกอบที่มีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบแต่ไม่ใช่สารประกอบอินทรีย์ โดยมีจำนวน 9 ประเภท ตามหนังสือเรียน สสวท. หน้า 1 3) นักเรียนร่วมกันอภิปรายความแตกต่างของสารประกอบอินทรีย์และสารประกอบอนินทรีย์ และครูเน้นย้ำว่าสารที่มีคาร์บอนและไฮโดรเจนเป็นองค์ประกอบอาจจะไม่ใช่สารประกอบอินทรีย์เสมอไป (เงื่อนไข: การเชื่อมโยงมโนทัศน์ใหม่กับมโนทัศน์เดิม) <u>ขั้นสรุป (10 นาที)</u> 1) นักเรียนและครูร่วมกันทำแบบฝึกหัดเปรียบเทียบสมบัติของสารประกอบอินทรีย์และสารประกอบอนินทรีย์ 2) ครูยกตัวอย่างของสารต่างเพื่อให้ นักเรียนตอบว่าเป็นสารประกอบอินทรีย์หรือสารประกอบอนินทรีย์และให้อธิบายคุณสมบัติตามที่ครูถาม เช่น การนำไฟฟ้า การละลาย (เงื่อนไข: มโนทัศน์ใหม่สามารถขยายขอบเขตของการแสวงหาความรู้อื่นๆ) 3) ครูแจ้งให้นักเรียนทราบว่าในคาบถัดไป จะศึกษาการเขียนสูตรโครงสร้างสารประกอบอินทรีย์ พร้อมทั้งให้นักเรียนทบทวนหัวข้อพันธะของคาร์บอน	<u>ขั้นสรุป (10 นาที)</u> 1) นักเรียนและครูร่วมกันทำแบบฝึกหัดเปรียบเทียบสมบัติของสารประกอบอินทรีย์และสารประกอบอนินทรีย์ 2) ครูแจ้งให้นักเรียนทราบว่าในคาบถัดไป จะศึกษาการเขียนสูตรโครงสร้างสารประกอบอินทรีย์ พร้อมทั้งให้นักเรียนทบทวนหัวข้อพันธะของคาร์บอน

7.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลประกอบด้วย แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบทดสอบวัดความเข้าใจในมโนทัศน์ มีจำนวน 20 ข้อ โดยแบบทดสอบ 1 ข้อ ประกอบด้วย 2 ส่วน โดยมีวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบทดสอบวัดความเข้าใจในมโนทัศน์ ดังนี้

1. ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์และแบบทดสอบวัดความเข้าใจในมโนทัศน์
2. วิเคราะห์คำอธิบายรายวิชาเพิ่มเติม ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังของเคมี เล่ม 5 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 (พ.ศ. 2554) จัดทำโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) เรื่อง เคมีอินทรีย์
3. นำประเด็นที่ได้จากการศึกษาความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนในรายวิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์ จากการศึกษาตอนที่ 1 มาใช้ประกอบในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์และแบบทดสอบวัดความเข้าใจในมโนทัศน์ ซึ่งวัดด้านพุทธิพิสัย 2 ด้าน ได้แก่ ด้านความเข้าใจ และด้านการวิเคราะห์ ดังตาราง 8

ตาราง 8 เนื้อหาและจำนวนข้อคำถามตามระดับพฤติกรรมที่ต้องการวัด

เนื้อหา	พฤติกรรมการเรียนรู้		รวม
	ความเข้าใจ	การวิเคราะห์	
พันธะของคาร์บอน	1 (5.0%)	-	1 (5.0%)
หมู่ฟังก์ชัน	1 (5.0%)	-	1 (5.0%)
สารประกอบไฮโดรคาร์บอน	5 (25.0%)	3 (15.0%)	8 (40.0%)
สารประกอบอินทรีย์ที่มีธาตุออกซิเจนเป็นองค์ประกอบ	3 (15.0%)	1 (5.0%)	4 (20.0%)
สารประกอบอินทรีย์ที่มีธาตุไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ	3 (15.0%)	-	3 (15.0%)
สารประกอบอินทรีย์ที่มีธาตุออกซิเจนและไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ	1 (5.0%)	2 (10.0%)	3 (15.0%)
รวม	14 (70.0%)	6 (30.0%)	20 (100.0%)

4. สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบทดสอบวัดความเข้าใจในมโนทัศน์ มีจำนวน 20 ข้อ โดยแบบทดสอบ 1 ข้อ ประกอบด้วย 2 ส่วน คือส่วนที่เป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนแต่ละข้อคือ ถ้าตอบถูกให้ 1 คะแนน และถ้าตอบผิดให้ 0 คะแนน ส่วนที่สองเป็นแบบทดสอบวัดความเข้าใจในมโนทัศน์ แบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนแต่ละข้อคือ ถ้าตอบเหตุผลถูกให้ 1 คะแนน แต่ถ้าเลือกตอบเหตุผลที่ผิดให้ 0 คะแนน

5. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ ไปหาคุณภาพ โดยให้ผู้เชี่ยวชาญทางด้านการสอนวิชาเคมี จำนวน 5 คน โดยกำหนดเกณฑ์ในการเลือกผู้เชี่ยวชาญ ดังรายนามในภาคผนวกซึ่งมีคุณสมบัติดังนี้

5.1 เป็นครู อาจารย์ที่สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีทางด้านวิทยาศาสตร์ สาขาเคมี หรือสำเร็จการศึกษาระดับปริญญาโท สาขาการสอนวิทยาศาสตร์-เคมี โดยตรง

5.2 มีประสบการณ์สอน มากกว่า 5 ปี

ตรวจสอบความถูกต้องของภาษา และตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) โดยพิจารณาจากค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อคำถามและพฤติกรรมที่ต้องการวัด โดยมีเกณฑ์การพิจารณา ดังตาราง 9

ตาราง 9 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อคำถามและพฤติกรรมที่ต้องการวัด

คะแนน	ความหมาย
+1	หากข้อคำถามสอดคล้องกับเนื้อหา/ระดับพฤติกรรม
0	หากไม่แน่ใจว่าข้อคำถามสอดคล้องกับเนื้อหา/ระดับพฤติกรรม
-1	หากข้อคำถามไม่สอดคล้องกับเนื้อหา/ระดับพฤติกรรม

โดยผู้วิจัยคัดเลือกข้อที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป และนำข้อคำถามที่ผู้เชี่ยวชาญชี้แนะมาปรับปรุง

6. คัดเลือกข้อที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป และปรับปรุงตามคำชี้แนะของผู้เชี่ยวชาญมาจัดพิมพ์ และนำไปทดสอบหาคุณภาพ (Try out) กับนักเรียนที่มีลักษณะคล้ายกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 29 คน

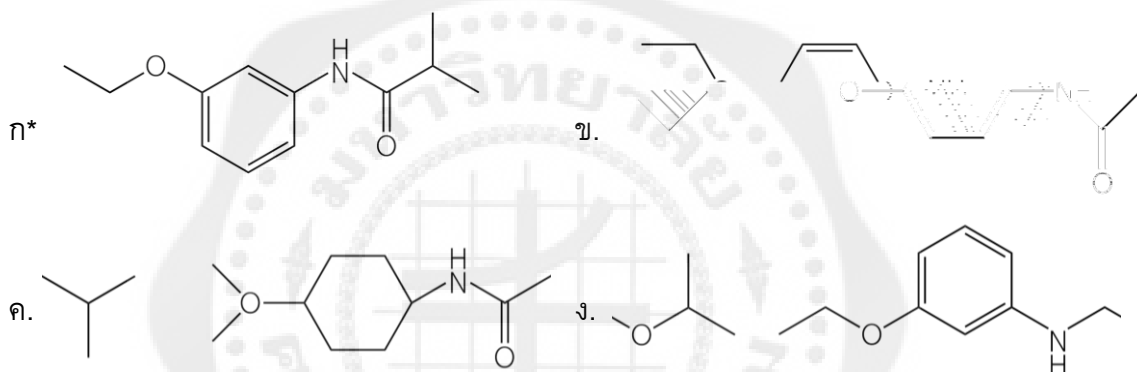
7. นำผลที่ได้จากการทดสอบมาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (p) และเลือกข้อที่มีค่าระหว่าง 0.2 – 0.8 ค่าอำนาจจำแนกรายข้อ (r) เลือกข้อที่มีมากกว่า 0.2 ขึ้นไป และนำผลที่ได้มาหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ โดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson Reliability) ซึ่งจากผลการวิเคราะห์การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้เก็บข้อมูลพบว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.33 – 0.80

ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.25 – 1.00 และค่าความเชื่อมั่นมีค่าเท่ากับ 0.92 ส่วนแบบทดสอบวัดความเข้าใจในมโนทัศน์ มีค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.07 – 0.80 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.13 – 1.00 และค่าความเชื่อมั่นมีค่าเท่ากับ 0.84 ทั้งนี้ข้อคำถามที่ไม่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด แต่ผู้วิจัยได้คัดเลือกและปรับแก้ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ เพื่อให้ได้ข้อคำถามที่ครอบคลุมระดับพฤติกรรมที่ต้องการวัด และเป็นข้อคำถามที่ใช้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความเข้าใจในมโนทัศน์ที่ครอบคลุมตามเนื้อหาที่กำหนด

ตัวอย่าง แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์และแบบทดสอบวัดความเข้าใจในมโนทัศน์

ขั้นความเข้าใจ

ข้อ 001. ข้อคำถาม จากสูตรโครงสร้างแบบย่อ $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{O}(\text{C}_6\text{H}_4)\text{NHCOCH}(\text{CH}_3)_2$ สามารถเขียนสูตรโครงสร้างแบบเส้นได้อย่างไร



เหตุผลที่ใช้ประกอบคำตอบคือข้อใด

- A. สายโซ่คาร์บอนของโครงสร้างด้านสารประกอบอีเทอร์ ที่เขียนแบบย่อเป็น $-\text{CH}_3\text{CH}_2\text{O}$ หมายถึง มีหมู่เมทิล 2 หมู่ มาเกาะที่อะตอมออกซิเจน
- B. สายโซ่คาร์บอนของโครงสร้างสารประกอบด้านหมู่เอไมด์ ที่เขียนแบบย่อเป็น $-\text{CH}(\text{CH}_3)_2$ หมายถึง คาร์บอนโซ่ตรง ที่มีจำนวนคาร์บอน 3 อะตอม
- C* สายโซ่คาร์บอนของโครงสร้างสารประกอบด้านหมู่เอไมด์ ที่เขียนแบบย่อเป็น $-\text{CH}(\text{CH}_3)_2$ หมายถึง มีหมู่เมทิล 2 หมู่ มาเกาะที่อะตอมคาร์บอน
- D. สายโซ่คาร์บอนของโครงสร้างสารประกอบด้านหมู่เอไมด์ ที่เขียนแบบย่อเป็น $-\text{CH}(\text{CH}_3)_2$ หมายถึง หมู่อัลคิลที่มีจำนวนคาร์บอน 3 อะตอม มาเกาะกับอะตอมของคาร์บอน

ขั้นการวิเคราะห์

ข้อ 002. ข้อคำถาม สาร X เป็นไฮโดรคาร์บอนโซ่เปิด ทำปฏิกิริยากับสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ได้ตะกอนสีน้ำตาลและผลิตภัณฑ์ Y ซึ่งมีสูตร $\text{C}_6\text{H}_{14}\text{O}_2$ เป็นสารประกอบแอลกอฮอล์ ดังนั้นสาร X ควรเป็นสารใด

ก. C_6H_{14}

ข* C_6H_{12}

ค. C_6H_{10}

ง. C_6H_8

เหตุผลที่ใช้ประกอบคำตอบคือข้อใด

- A. สาร X เกิดปฏิกิริยาการแทนที่พันธะเดี่ยวด้วยออกซิเจน
- B. สาร X เกิดปฏิกิริยาการฟอกสีที่ตำแหน่งพันธะเดี่ยวด้วยออกซิเจน
- C* สาร X เกิดปฏิกิริยาการฟอกสีในตำแหน่งพันธะคู่ในโมเลกุลด้วยออกซิเจน
- D. สาร X เกิดปฏิกิริยาการฟอกสีในตำแหน่งพันธะสามในโมเลกุลด้วยออกซิเจน

9. การจัดกระทำข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบทดสอบวัดความเข้าใจในมโนทัศน์ มาทำการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติ ดังต่อไปนี้

9.1 การวิเคราะห์ค่าสถิติบรรยาย

สถิติบรรยายที่ใช้ได้แก่ ค่าเฉลี่ย (M) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ความเบ้ (Sk) และความโด่ง (Ku) ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความเข้าใจในมโนทัศน์จากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

9.2 สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

สถิติการวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุนาม (One-way MANOVA) เพื่อตอบสมมติฐานข้อที่ 1 การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความเข้าใจในมโนทัศน์หลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความเข้าใจในมโนทัศน์ วิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์ โดยประยุกต์ใช้แนวคิดของโพสเนอร์ตามแนวทางการวิจัยการออกแบบ และนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ

สถิติ Hotelling's T^2 เพื่อตอบสมมติฐานข้อที่ 2 การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความเข้าใจในมโนทัศน์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความเข้าใจในมโนทัศน์ วิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์ โดยประยุกต์ใช้แนวคิดของโพสเนอร์ตามแนวทางการวิจัยการออกแบบ

9.3 เปรียบเทียบขนาดอิทธิพลโดยใช้โปรแกรม Effect Size Calculator ของ Marley W. Watkins ทั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้เกณฑ์การแปลความหมายขนาดอิทธิพลของ Jacob Cohen ซึ่งแบ่งเกณฑ์ขนาดอิทธิพลออกเป็น 3 ระดับ ดังนี้

ขนาดอิทธิพล (d)	ความหมาย
0.2	ระดับน้อย (Small Effect Size)
0.5	ระดับกลาง (Medium Effect Size)
0.8	ระดับมาก (Large Effect Size)

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยนี้เป็นการพัฒนากระบวนการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความเข้าใจในมโนทัศน์ รายวิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์ โดยประยุกต์ใช้แนวคิดของโพสเนอร์ตามแนวทางการวิจัยเพื่อการออกแบบ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ผู้วิจัยนำเสนอผลการวิจัยโดยแบ่งออกเป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการศึกษาความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนในวิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์

ตอนที่ 2 ผลการออกแบบพัฒนากระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความเข้าใจในมโนทัศน์ วิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์ โดยประยุกต์ใช้แนวคิดของโพสเนอร์ตามแนวทางการวิจัยเพื่อการออกแบบ

ตอนที่ 3 การศึกษาผลการใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความเข้าใจในมโนทัศน์ วิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์ โดยประยุกต์ใช้แนวคิดของโพสเนอร์ตามแนวทางการวิจัยเพื่อการออกแบบ ได้แก่

3.1 การวิเคราะห์สถิติบรรยาย ได้แก่ ค่าเฉลี่ย (M) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ความเบ้ (Sk) และความโด่ง (Ku) ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความเข้าใจในมโนทัศน์จากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

3.2 การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความเข้าใจในมโนทัศน์หลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความเข้าใจในมโนทัศน์ วิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์ โดยประยุกต์ใช้แนวคิดของโพสเนอร์ตามแนวทางการวิจัยเพื่อการออกแบบ และนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ วิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์ ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุนาม (One-way MANOVA)

3.3 การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความเข้าใจในมโนทัศน์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความเข้าใจในมโนทัศน์ วิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์ โดยประยุกต์ใช้แนวคิดของโพสเนอร์ตามแนวทางการวิจัยเพื่อการออกแบบ โดยใช้สถิติ Hotelling's T^2

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้ใช้สัญลักษณ์ต่าง ๆ แทนความหมาย ดังนี้

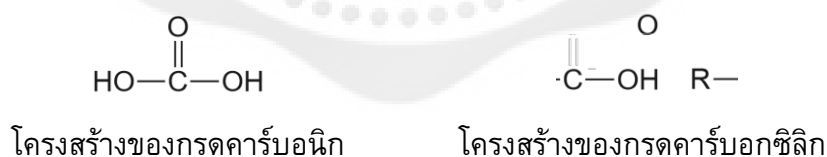
n	แทน	จำนวนนักเรียน
M	แทน	ค่าเฉลี่ย (Mean)
F	แทน	ค่าสถิติทดสอบเอฟ
SD	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation)
Sk	แทน	ค่าความเบ้ (Skewness)
Ku	แทน	ค่าความโด่ง (Kurtosis)
SS	แทน	ค่าผลโดยรวมกำลังสอง (Sum of Squares)
MS	แทน	ค่าเฉลี่ยผลรวมกำลังสอง (Mean Square)
*	แทน	มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
df	แทน	องศาอิสระ

การนำเสนอข้อมูลและผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ตอนที่ 1 ผลการศึกษาความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนในวิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์

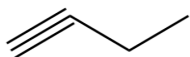
จากการสัมภาษณ์เชิงลึกจากผู้ให้ข้อมูลจำนวน 3 ท่าน เกี่ยวกับความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนที่เกิดขึ้นในระหว่างการเรียนวิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์ สามารถสรุปประเด็นเนื้อหาที่นักเรียนมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน โดยมีประเด็นดังนี้

1. นักเรียนจำนวนหนึ่งที่มีความเข้าใจว่าสารประกอบกรดคาร์บอนิก (H_2CO_3) เป็นสารประกอบอินทรีย์ เนื่องจากเมื่อเขียนโครงสร้างของกรดคาร์บอนิก พบว่าโครงสร้างของกรดคาร์บอนิกมีความคล้ายกับโครงสร้างของกรดคาร์บอกซิลิกตรงบริเวณหมู่ฟังก์ชัน ดังภาพประกอบ 6



ภาพประกอบ 6 โครงสร้างของกรดคาร์บอนิกและโครงสร้างของกรดคาร์บอกซิลิก

2. การเขียนสูตรโครงสร้างแบบเส้นและมุมของสารประกอบที่มีพันธะสามในโมเลกุล พบว่านักเรียนเขียนสูตรโครงสร้างแบบเส้นและมุมต่อกันแบบซิกแซก โดยหลักการเขียนที่ถูกต้องคือโมเลกุลที่มีพันธะสามบริเวณระหว่างอะตอมคาร์บอน ต้องเขียนเป็นแนวเส้นตรง เนื่องจากบริเวณพันธะสามมีแรงผลักระหว่างอิเล็กตรอนมาก ทำให้มุมไม่สามารถเขียนเป็นแบบซิกแซกได้ ดังภาพประกอบ 7



โครงสร้างแบบเส้นและมุมที่เขียนผิด



โครงสร้างแบบเส้นและมุมที่เขียนถูกต้อง

ภาพประกอบ 7 โครงสร้างแบบเส้นและมุมของโมเลกุลที่มีพันธะสาม

“คือตรงพันธะสาม มุมระหว่างพันธะคาร์บอน เป็นมุม 180 องศา พันธะสามควรเป็น 180 องศา แต่เด็กเขาจะเขียนมุมของคาร์บอนเหมือนพันธะเดี่ยว พันธะคู่”

(ผู้ให้ข้อมูลคนที่ 1 , สัมภาษณ์ , 2 ธันวาคม 2559)

3* ปัญหาความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนเรื่องไอโซเมอร์ พบว่า สารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่เป็นไอโซเมอร์กัน นักเรียนไม่สามารถจินตนาการภาพโครงสร้างของสารประกอบอินทรีย์ได้ เนื่องจากมีความเข้าใจผิดในประเด็นสมมาตรของโครงสร้าง และการหาโซ่หลักของสารประกอบ จึงเป็นสาเหตุของมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน

“ไอโซเมอร์นักเรียนมักไม่มองโซ่หลัก โดยขาดความรอบคอบการหาสายโซ่หลัก และยังมีปัญหาทำให้การอ่านชื่อของสารประกอบผิดไปด้วย”

(ผู้ให้ข้อมูลคนที่ 1 , สัมภาษณ์ , 2 ธันวาคม 2559)

“ปัญหาดตรงไอโซเมอร์มองไม่เห็นภาพ 3 มิติ วิธีการของเราก็คือ ให้เด็กสร้างโมเดล ที่นี้โมเดลทำให้เด็กเกิดความเข้าใจเรียนรู้ที่มากขึ้น เขามีแบบกล่อง ๆ ให้อยู่แล้ว เราก็ใช้โครงสร้างที่เป็นเส้น การหมุนโดยรอบของโครงสร้าง”

(ผู้ให้ข้อมูลคนที่ 2 , สัมภาษณ์ , 7 ธันวาคม 2559)

“ในเรื่อง Isomerism เด็กอาจจะมองไม่ออกเนื่องจากสูตรเคมีมันจะเหมือนกัน แต่สูตรโครงสร้างภายในโมเลกุลต่างกัน ถูกไหม มันจะทางทั้งหมด 3 มิติ tri dimension เพราะฉะนั้นต้องมองให้ดี พลิกบนพลิกล่าง ตะแครงซ้ายตะแครงขวา กลับไปกลับมา จะต้องมองให้ออก”

“แต่สิ่งสำคัญต้องดูไอโซเมอร์ เพราะไอโซเมอร์มันหลอกตาได้หมด พลิกกลับไปกลับมา การไล่พันธะ โซ่หลักก่อน แล้วตัดมาเป็นโซ่กิ่งที่เรียกว่าไอโซ”

(ผู้ให้ข้อมูลคนที่ 3 , สัมภาษณ์ , 9 ธันวาคม 2559)

4. สารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่มีจำนวนอะตอมคาร์บอนเท่ากัน ระหว่างสารประกอบ แอลเคนไซเปิดกับสารประกอบแอลเคนที่มีโครงสร้างแบบวงหรือไซโคลแอลเคน ซึ่งในสูตรโมเลกุลมีจำนวนอะตอมไฮโดรเจนน้อยกว่าสารประกอบแอลเคนไซเปิดอยู่ 2 อะตอม พบว่า นักเรียนเกิดความเข้าใจว่าไซโคลแอลเคนมีสมบัติการทำปฏิกิริยาแตกต่างกับแอลเคนไซเปิด โดยที่นักเรียนไม่ได้พิจารณาว่าสารประกอบทั้งสองต่างก็คือสารประกอบแอลเคน

“...นักเรียนจะมองว่าไซโคลแอลเคนเป็นพวกไม่อิ่มตัว เพราะว่าสารประกอบไซโคลแอลเคนโดยทั่วไปมีไฮโดรเจนเท่ากับพันธะคู่”

(ผู้ให้ข้อมูลคนที่ 1 , สัมภาษณ์ , 2 ธันวาคม 2559)

“การอิ่มตัวไม่อิ่มตัวด้วยไฮโดรเจน เพราะอิ่มหรือไม่อิ่มเนี่ยจะแตกต่างด้วยคุณสมบัติ เพราะอย่าลืมว่า Alicyclic เป็นอิ่มตัวเหมือน Aliphatic ได้ มันคือ แอลเคน ไซโคลแอลเคนที่มีคุณสมบัติเหมือนกัน ฉะนั้นเด็กต้องมองให้ออก เพราะเวลาเขียนสูตรอย่างย่อ จะไม่เห็นพันธะ เพราะเราไม่เขียนให้ ถูกไหม...เพราะมีแต่เส้นโครงสร้าง เพราะเราไม่เขียนให้ ฉะนั้นตรงจุดนี้ข้อสอบจะหลอกไปหรือมา”

(ผู้ให้ข้อมูลคนที่ 3 , สัมภาษณ์ , 9 ธันวาคม 2559)

5. การเขียนโครงสร้างสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่เป็นวง สำหรับสารประกอบที่โมเลกุลมีพันธะสาม พบว่า นักเรียนมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนว่าสารประกอบโมเลกุลตัวที่เล็กที่สุดที่มีพันธะสามเริ่มต้นด้วยอะตอมคาร์บอน 3 อะตอม เหมือนกับไซโคลแอลเคน ซึ่งโมเลกุลที่เล็กที่สุดเริ่มต้นด้วยอะตอมคาร์บอน 3 อะตอม โดยโมเลกุลที่เล็กที่สุดของไซโคลแอลไคน์คือ ไซโคลออกไทน์ ซึ่งมีจำนวนอะตอมคาร์บอน 8 อะตอม

“มุมไซโคลแอลไคน์ พันธะสามมีแรงผลักระยะ มุมจะกว้าง นักเรียนจะเข้าใจว่าไซโคลแอลไคน์ จะเริ่มต้นด้วยคาร์บอน 3 อะตอม ซึ่งในสมัยก่อนเราเอาหนังสือกวตริศา... (สถาบันหนึ่ง)...ของนักเรียนมาเปิดดูก็เห็นว่าเขาสอนผิด”

(ผู้ให้ข้อมูลคนที่ 1 , สัมภาษณ์ , 2 ธันวาคม 2559)

6. การเกิดไอโซเมอร์เรขาคณิต ซึ่งเป็นไอโซเมอร์แบบซิส และไอโซเมอร์แบบทรานส์ พบว่า นักเรียนมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน โดยการเกิดไอโซเมอร์เรขาคณิตจะเกิดเฉพาะสารประกอบแอลคีนที่อะตอมหรือกลุ่มอะตอมจัดเรียงตัวใน 3 มิติ แตกต่างกันเท่านั้น ซึ่งการเกิด ไอโซเมอร์เรขาคณียังสามารถเกิดขึ้นกับสารประกอบไซโคลแอลเคนได้

“...เรื่อง Geometric Isomer เด็กบางคนเข้าใจว่าจะเกิดขึ้นเมื่อมีแค่พันธะคู่เท่านั้น”

(ผู้ให้ข้อมูลคนที่ 1 , สัมภาษณ์ , 2 ธันวาคม 2559)

7. การเรียงลำดับความว่องไวในการเกิดปฏิกิริยาของสารประกอบประกอบไฮโดรคาร์บอน พบว่า นักเรียนจำนวนมากมีความเข้าใจว่าสารประกอบอะโรมาติกมีความว่องไวในการเกิดปฏิกิริยาการแทนที่เร็วที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับสารประกอบแอลเคน แอลคีน และแอลไคน์ เนื่องจากโครงสร้างโมเลกุลของสารประกอบอะโรมาติกมีพันธะเดี่ยวสลับพันธะคู่ โดยพันธะคู่จำนวน 3 พันธะจะมีอะตอมไฮโดรเจนหรือฮาโลเจนเข้ามาแทนที่ได้ ซึ่งเป็นประเด็นที่ทำให้นักเรียนมีความเข้าใจคลาดเคลื่อน

“การเรียงลำดับความว่องไวก็มีปัญหาบ้าง บางตัวมีข้อยกเว้นนะอะในเคมีเนี้ย เพราะฉะนั้นเด็กต้องได้คอนเซปหลักก่อน และอะไรที่เป็นตัวยกเว้นเราก็เพิ่มเข้าไปเป็นความรู้ความจำ อันนี้คือตัวยกเว้นนั้นจ้ะ เหมือนตอน ม.4 ก็เหมือนกัน”

(ผู้ให้ข้อมูลคนที่ 2 , สัมภาษณ์ , 7 ธันวาคม 2559)

“โจทย์จะถามว่าอะไรเอ่ยไม่ทำปฏิกิริยากับโบรมีนในที่มืด คือ แอลเคน อะโรมาติก ซึ่งตรงเนี้ยก็เป็นจุดที่เด็กบางส่วนเรียงผิด ซึ่งตรงเนี้ยเด็กจะต้องตอบให้ได้เลย จุดตรงนี้ต้องเข้าใจ คือจะเข้าใจได้ต้องทดลอง ฎูกใหม่ เพราะบางโรงเรียนแลบแห้ง ถ้าแลบแห้งจัง”

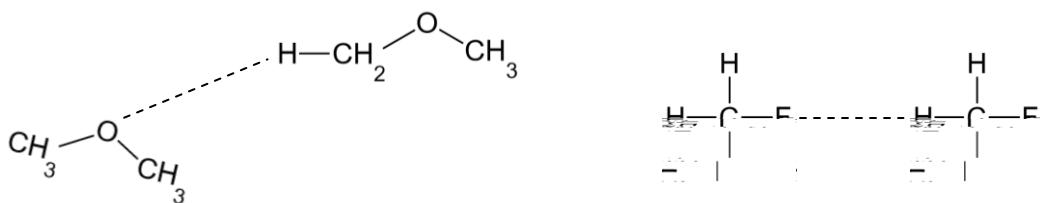
(ผู้ให้ข้อมูลคนที่ 3 , สัมภาษณ์ , 9 ธันวาคม 2559)

8. ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนเกี่ยวกับสารประกอบฟีนอล พบว่า นักเรียนมีความเข้าใจว่าสารประกอบฟีนอลมีคุณสมบัติเป็นกลางเหมือนกับสารประกอบแอลกอฮอล์ เนื่องจากฟีนอลมีหมู่ฟังก์ชันไฮดรอกซิล ซึ่งเป็นหมู่ฟังก์ชันของสารประกอบแอลกอฮอล์ โดยโมโนทัศน์เกี่ยวกับคุณสมบัติความเป็นกรด-เบสของฟีนอล คือ ฟีนอลมีคุณสมบัติเป็นกรดอ่อน

“เด็กบางคนจะเข้าใจว่าฟีนอลมีคุณสมบัติเป็นกลางเหมือนกับแอลกอฮอล์ แต่น้องลองดูหมู่ฟังก์ชันของฟีนอลสิ มันเป็น $-OH$ ซึ่งมันสามารถแตกตัวให้ H^+ ได้”

(ผู้ให้ข้อมูลคนที่ 1 , สัมภาษณ์ , 2 ธันวาคม 2559)

9. การเกิดพันธะไฮโดรเจนระหว่างโมเลกุลของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน พบว่าจุดที่นักเรียนมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน คือ การเกิดพันธะไฮโดรเจนจะเกิดระหว่างอะตอมไฮโดรเจนกับอะตอมของฟลูออรีน, ออกซิเจน หรือไนโตรเจน ซึ่งนักเรียนจำนวนหนึ่งมีความคิดที่สรุปว่าถ้าอะตอมไฮโดรเจนติดกับอะตอมของฟลูออรีน, ออกซิเจน หรือไนโตรเจนจะเกิดพันธะไฮโดรเจนได้ แต่เงื่อนไขการเกิดพันธะไฮโดรเจน คือ อะตอมไฮโดรเจนที่จะสร้างพันธะไฮโดรเจนในโมเลกุลนั้น อะตอมไฮโดรเจนต้องสร้างพันธะกับธาตุที่มีค่าอิเล็กโตรเนกาติวิตีสูง แล้วจะสามารถเกิดพันธะไฮโดรเจนได้กับอะตอมของฟลูออรีน, ออกซิเจน หรือไนโตรเจน ในอีกโมเลกุลหนึ่ง ซึ่งอะตอมเหล่านี้ต้องสร้างพันธะกับไฮโดรเจน ดังภาพประกอบ 8



ภาพประกอบ 8 มโนภาพที่นักเรียนเข้าใจคลาดเคลื่อนในการเกิดพันธะไฮโดรเจน

“สารประกอบที่จะเกิดพันธะไฮโดรเจนได้นั้นไฮโดรเจนต้องติดกับธาตุที่มีค่า EN สูง และไฮโดรเจนก็จะเกิดพันธะไฮโดรเจนกับอะตอมในโมเลกุลอื่นที่มีค่า EN สูง ซึ่งบางทีเด็กจะเข้าใจว่า อย่างออกซิเจนที่อยู่ในหมู่ $-CO$ จะเกิดพันธะไฮโดรเจนกับไฮโดรเจนในโมเลกุลอื่นได้”

(ผู้ให้ข้อมูลคนที่ 1 , สัมภาษณ์ , 2 ธันวาคม 2559)

จากการเก็บข้อมูลเชิงคุณภาพจากแหล่งข้อมูล 3 คน ในระหว่างวันที่ 2-9 ธันวาคม พ.ศ. 2560 จากการสัมภาษณ์และนำข้อมูลที่ได้มาทำการวิเคราะห์เนื้อหา พบว่า วิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์ ที่ประกอบด้วยเนื้อหา 6 หัวข้อ โดยนักเรียนมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด 9 ประเด็น

ตอนที่ 2 ผลการออกแบบพัฒนากระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความเข้าใจใหม่ในทศน์ วิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์ โดยประยุกต์ใช้แนวคิดของโพสเนอร์ตามแนวทางการวิจัยอิงการออกแบบ

การออกแบบพัฒนากระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความเข้าใจใหม่ในทศน์มีระยะเวลาดำเนินการ 6 สัปดาห์ หรือ 18 คาบเรียน ที่นำแนวคิดเงื่อนไขการเปลี่ยนมโนทัศน์ของโพสเนอร์มาออกแบบพัฒนากระบวนการจัดการเรียนรู้ให้มีความเหมาะสมกับบริบทและสภาพการเรียนรู้ของนักเรียน โดยตลอดระยะการดำเนินการมีเหตุการณ์ ข้อสังเกตเพื่อนำมาออกแบบ ปรับเปลี่ยน ปรับปรุงเงื่อนไข ดังนี้

ตาราง 10 การออกแบบพัฒนากระบวนการจัดการเรียนรู้โดยประยุกต์ใช้แนวคิดของโพสเนอร์ตามแนวทางการวิจัยอิงการออกแบบ

แผนการจัดการเรียนรู้	ผลการสอน	ข้อค้นพบ	แนวทางการออกแบบ	รูปแบบเงื่อนไขที่ใช้ออกแบบในแผนการจัดการเรียนรู้ครั้งต่อไป
1	การสอนสามารถดำเนินกิจกรรมตามแผนการจัดการเรียนรู้ได้อย่างเรียบร้อย เนื่องจากเนื้อหาที่สอนเป็นการทบทวนความรู้พื้นฐานของสารประกอบอินทรีย์และเพิ่มเติมการสอนเนื้อหาใหม่ คือ ความหมายของสารประกอบอินทรีย์ นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กับครูในระหว่างการเรียนการสอน ส่งผลให้การอธิบายเนื้อหาทำได้ อย่างเต็มที่ และมุ่งเน้นให้นักเรียนสามารถเปรียบเทียบให้เห็นความแตกต่าง โดยนักเรียนสามารถตอบคำถามถูกต้อง	เนื้อหาบางจุด มีนักเรียนบางคนไม่สามารถตีความ เข้าใจในรายละเอียดได้ เนื่องจากเนื้อหาดังกล่าวมีลักษณะที่ต้องอาศัยการจดจำ อีกทั้งจำนวนตัวอย่างที่เรียนในหนังสือมีจำนวนน้อย ส่งผลให้นักเรียนไม่สามารถนำความรู้ที่เรียนไปอธิบายหรือตอบคำถามเมื่อพบปัญหาใหม่ได้ ทั้งนี้ครูได้แก้ปัญหาโดยยกตัวอย่างที่นอกเหนือจากหนังสือเรียน	การตั้งคำถามใหม่ ๆ ซึ่งอยู่ในเงื่อนไขมนทัศน์ใหม่สามารถขยายขอบเขตของการแสวงหาความรู้อื่น ๆ ได้นั้น อาจจะยากและใช้เงื่อนไขนี้สอดแทรกอยู่ในเงื่อนไขการเชื่อมโยงมนทัศน์ใหม่กับมนทัศน์เดิม เพื่อให้รูปแบบของเงื่อนไขมีความกระชับ และอาจเพิ่มเงื่อนไขการเชื่อมโยงมนทัศน์หนึ่งไปสัมพันธ์กับอีกมนทัศน์หนึ่งเพื่อให้นักเรียนนำมนทัศน์ที่ได้เรียนรู้ไปผสาน ขยายผลเชื่อมโยงต่อซึ่งจะส่งผลให้นักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหามากขึ้น	1. เงื่อนไขการไม่พอใจต่อมนทัศน์ที่มีอยู่ 2. เงื่อนไขการสอนเพื่อให้เกิดมนทัศน์ 3. เงื่อนไขการเชื่อมโยงมนทัศน์ใหม่กับมนทัศน์เดิม 4. เงื่อนไขการเชื่อมโยงมนทัศน์หนึ่งไปสัมพันธ์กับอีกมนทัศน์หนึ่ง (คงเงื่อนไขที่ 1-3 ดังเดิม แต่ปรับเงื่อนไขที่ 4 จากเงื่อนไขมนทัศน์ใหม่สามารถขยายขอบเขตการแสวงหาความรู้อื่น ๆ เปลี่ยนเป็นเงื่อนไขการเชื่อมโยงมนทัศน์หนึ่งไปสัมพันธ์กับอีกมนทัศน์หนึ่ง
				

ตาราง 10 (ต่อ)

แผนการจัดการ เรียนรู้	ผลการสอน	ข้อค้นพบ	แนวทางการออกแบบ	รูปแบบเงื่อนไข
2	การสอนช่วงแรกเป็นไปด้วยความเรียบร้อย นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์ดีกับครู สังเกตจากการตอบคำถามและร่วมอภิปรายประเด็นที่ครูตั้งขึ้น ส่วนในการสอนช่วงสุดท้ายเรื่องไอโซเมอร์ นักเรียนบางส่วนยังไม่สามารถเข้าใจเนื้อหา เนื่องจากเนื้อหามีความซับซ้อน แต่นักเรียนก็มีความพยายามในการเรียนรู้ เพื่อแสวงหาคำตอบซึ่งเป็นปัญหาที่ครูกำหนด	ในช่วงแรกยังไม่พบปัญหาอุปสรรคใด ๆ ที่เกิดการจากออกแบบการสอน แต่ในช่วงเวลาชั่วโมงที่ 2 พบว่านักเรียนบางส่วนยังไม่สามารถเข้าใจเนื้อหาที่เรียนรู้ โดยครูดำเนินการแก้ปัญหาด้วยการสาธิต อธิบายการทำกิจกรรมตามการทดลองที่นักเรียนสับสน	จากการค้นพบปัญหาที่นักเรียนบางส่วนยังไม่สามารถเข้าใจเนื้อหาในระหว่างการจัดการเรียนรู้ เมื่อทำการวิเคราะห์พบว่าปัญหาดังกล่าวเกิดจากความซับซ้อนของเนื้อหาที่เรียนไม่ได้เกิดจากข้อบกพร่องของรูปแบบเงื่อนไข ดังนั้นการออกแบบเงื่อนไขกระบวนการเรียนรู้ ผู้วิจัยเห็นควรใช้รูปแบบเงื่อนไขต่อไป เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของรูปแบบดังกล่าว	คงกระบวนการจัดการเรียนรู้ตามเงื่อนไขการเปลี่ยนมโนทัศน์ดั้งเดิม
				

ตาราง 10 (ต่อ)

แผนการจัดการ เรียนรู้	ผลการสอน	ข้อค้นพบ	แนวทางการออกแบบ	รูปแบบเงื่อนไข
3	บรรยายภาคในห้องเรียนพบว่า นักเรียนมีความตื่นตัวตลอดเวลา เนื่องจากการออกแบบการเรียนรู้ มีความหลากหลาย ได้นำวิธีสอน บรรยาย และสาธิตมาจัดการ เรียนรู้ ซึ่งเป็นกลวิธีที่โพสเนอร์ และคณะได้แนะนำ เพื่อสร้างให้ นักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหา มากขึ้น อีกทั้งยังเปิดโอกาสให้ นักเรียนมีส่วนร่วมในการสาธิต	การจัดการเรียนการสอนในคาบ นี้ไม่พบข้อสังเกต หรือปัญหาใน ระหว่างการสอน นักเรียน สามารถตอบคำถามได้ถูกต้อง อีกทั้งยังร่วมอภิปราย คัดคะเน คำตอบได้ถูกต้อง	จากการวิเคราะห์เนื้อหาพบว่า เนื้อหาที่สอนในคาบนี้มีระดับ ความง่าย และระดับการวัด เนื้อหาเชิงพฤติกรรมอยู่ในระดับ ความรู้ความจำ ส่งผลให้นักเรียน สามารถเข้าใจเนื้อหาได้รวดเร็ว ดังนั้นผู้วิจัยจึงตั้งประเด็นว่า ถ้า การเรียนรู้ในเนื้อหาที่มีความง่าย เกินไป ทำให้นักเรียนไม่มีความ เข้าใจที่คลาดเคลื่อน ซึ่งการวัด วินิจฉัยมโนทัศน์ของนักเรียน อาจไม่ถูกต้อง และการออกแบบ การสอนอาจไม่สอดคล้องกับ เงื่อนไขของโพสเนอร์ ผู้วิจัยเห็น ควรปรับเปลี่ยนเงื่อนไข กระบวนการจัดการเรียนรู้ให้มี	1. เงื่อนไขความไม่เข้าใจต่อ มโนทัศน์ที่เรียนรู้ 2. เงื่อนไขการสอนเพื่อให้ เข้าใจมโนทัศน์ 3. เงื่อนไขการขยายมโนทัศน์ ที่เรียนรู้เพื่อแก้ไขปัญหาหรือ สถานการณ์ใหม่ (คงเงื่อนไขที่ 1 และ 2 ดังเดิมแต่ ปรับเงื่อนไขที่ 3 การเชื่อมโยง มโนทัศน์ใหม่กับมโนทัศน์เดิม และเงื่อนไขที่ 4 การเชื่อมโยง มโนทัศน์หนึ่งไปสัมพันธ์กับอีก มโนทัศน์หนึ่งเปลี่ยนเป็นเงื่อนไข การขยายมโนทัศน์ที่เรียนรู้เพื่อ แก้ไขปัญหาหรือสถานการณ์ ใหม่)

ตาราง 10 (ต่อ)

แผนการจัดการ เรียนรู้	ผลการสอน	ข้อค้นพบ	แนวทางการออกแบบ	รูปแบบเงื่อนไข
			ความสอดคล้องกับบริบทของ นักเรียนและสามารถรองรับ เนื้อหาที่มีระดับความยากง่ายได้	
	↓	↓	↓	↓
4	การจากปรับเปลี่ยนเงื่อนไขการเรียนรู้พบว่า นักเรียนสามารถเรียนรู้เนื้อหาได้ดี สังเกตจากการตอบคำถามที่มีความถูกต้องเกินร้อยละ 80 ตามเกณฑ์ที่ผู้วิจัยได้ตั้งไว้	จากผลการสอนพบว่า เงื่อนไขที่พัฒนาขึ้นมีความเหมาะสมสอดคล้องกับบริบทของนักเรียน ทั้งนี้ข้อค้นพบอีกประการในระหว่างการสอน คือ การสอนที่ครูสร้างบรรยากาศการแข่งขัน ส่งผลให้นักเรียนมีความตั้งใจเรียนมากขึ้น อีกทั้งยังสนใจที่จะมุ่งแสวงหาคำตอบเพื่อต้องการได้รับคำชมจากครู	จากข้อค้นพบทำให้ผู้วิจัยเห็นควรคงกระบวนการจัดการเรียนรู้ตามเงื่อนไขในการเรียนรู้ไว้ แต่เป็นการจัดการเรียนรู้ภายใต้เงื่อนไขบรรยากาศการแข่งขัน	1. เงื่อนไขความไม่เข้าใจต่อมโนทัศน์ที่เรียนรู้ 2. เงื่อนไขการสอนเพื่อให้เข้าใจมโนทัศน์ 3. เงื่อนไขการขยายมโนทัศน์ที่เรียนรู้เพื่อแก้ไขปัญหาหรือสถานการณ์ใหม่ ** การจัดการเรียนรู้ภายใต้บรรยากาศการแข่งขัน (คงรูปแบบเดิม แต่เพิ่มการจัดการเรียนรู้ภายใต้บรรยากาศการแข่งขัน)
	↓	↓	↓	↓

ตาราง 10 (ต่อ)

แผนการจัดการ การเรียนรู้	ผลการสอน	ข้อค้นพบ	แนวทางการออกแบบ	รูปแบบเงื่อนไข
5	สภาพการสอนดำเนินการได้ตาม แผนการจัดการเรียนรู้ที่ออกแบบ ไว้ ในระหว่างการสอนมีการ ทดสอบความเข้าใจพบว่า นักเรียนสามารถตอบคำถามได้ ถูกต้อง อาจมีสาเหตุมาจาก ธรรมชาติของเนื้อหาที่ไม่ ซับซ้อน อีกทั้งบรรยากาศที่มี การแข่งขัน ส่งผลให้นักเรียน ตั้งใจเรียนมากขึ้น แต่มีนักเรียน บางคนที่ยังเข้าใจเนื้อหาไม่ลึกซึ้ง ทำให้เข้าใจเนื้อหาผิด แต่ครูได้ ดำเนินการแก้ไขแล้ว	การดำเนินการสอนในคาบนี้ พบว่า นักเรียนมีความตั้งใจเรียน ตลอดเวลา และเมื่อทดสอบ ความเข้าใจของเนื้อหาพบว่า นักเรียนเกินร้อยละ 80 สามารถ คำถามได้ถูกต้อง ดังนั้นผู้วิจัย วิเคราะห์สภาพบรรยากาศและ ผลที่เกิดขึ้นแล้ว เห็นควรใช้ กระบวนการจัดการเรียนรู้ตาม เงื่อนไขการเปลี่ยนนวัตกรรมคง เดิมในการสอนครั้งต่อไป	ยังคงกระบวนการจัดการเรียนรู้ ตามเงื่อนไขการเปลี่ยนนวัตกรรม ที่ประกอบด้วย 3 เงื่อนไข ภายใต้การจัดการเรียนรู้แบบ แข่งขันคงเดิม	คงกระบวนการจัดการ เรียนรู้ตามเงื่อนไข การเปลี่ยนนวัตกรรมเดิม
				

ตาราง 10 (ต่อ)

แผนการจัดการ การเรียนรู้	ผลการสอน	ข้อค้นพบ	แนวทางการออกแบบ	รูปแบบเงื่อนไข
6	จากการดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้ออกแบบตามเงื่อนไขกระบวนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 3 ภายใต้อบรมวิชาการแข่งขันแล้วนั้นสามารถส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียนมากขึ้น โดยเนื้อหาในการสอนคาบนี้เป็นเนื้อหาที่ต้องอาศัยความจำ ซึ่งผู้วิจัยได้ใช้วิธีสอนที่หลากหลายและสอดแทรกสถานการณ์ตามเงื่อนไขดังกล่าวโดยใช้การบรรยายเนื้อหากระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสงสัย และดำเนินการสอนเพื่อให้เกิดความเข้าใจโดยให้นักเรียนลงมือปฏิบัติจริง จากนั้นนำไปสู่การอภิปรายเพื่อสรุปองค์ความรู้	ในการสอนตามเงื่อนไขการเปลี่ยนมโนทัศน์ทั้ง 3 ประการ นั้นโดยเมื่อครูสอนเพื่อให้เกิดมโนทัศน์ที่เข้าใจ แล้วตั้งปัญหาเพื่อให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้ไปแก้ปัญหาซึ่งเป็นไปตามเงื่อนไขที่ 3 พบว่านักเรียนส่วนใหญ่สามารถแก้ปัญหาหรือตอบโจทย์ปัญหาได้ แต่นักเรียนบางคนสามารถตอบปัญหาได้แต่ไม่สามารถนำความรู้ใหม่ไปสัมพันธ์กับความรู้เดิมได้ ซึ่งผู้วิจัยได้สังเกตจากข้อสงสัยของนักเรียน	จากการวิเคราะห์ปัญหาดังกล่าวพบว่า กระบวนการจัดการเรียนรู้ตามเงื่อนไขการเปลี่ยนมโนทัศน์ที่พัฒนาขึ้น มุ่งเน้นออกแบบให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาใหม่ และนำความรู้ที่ได้ไปแก้ไขปัญหาสถานการณ์ใหม่ ๆ แต่ไม่ได้ออกแบบเพื่อทดสอบความรู้เก่ากับความรู้ใหม่เข้าใจด้วยกัน ผู้วิจัยจึงเห็นควรปรับเปลี่ยนโดยการเพิ่มเงื่อนไขการเชื่อมโยงมโนทัศน์ใหม่กับมโนทัศน์เดิมที่เคยเรียนรู้ ภายใต้การจัดการเรียนรู้ในบรรยากาศการแข่งขัน	1. เงื่อนไขความไม่เข้าใจต่อมโนทัศน์ที่เรียนรู้ 2. เงื่อนไขการสอนเพื่อให้เข้าใจมโนทัศน์ 3. เงื่อนไขการเชื่อมโยงมโนทัศน์ใหม่กับมโนทัศน์เดิมที่เคยเรียนรู้ 4. เงื่อนไขการขยายมโนทัศน์ที่เรียนรู้เพื่อแก้ไขปัญหาหรือสถานการณ์ใหม่ ** การจัดการเรียนรู้ภายใต้บรรยากาศการแข่งขัน (คงรูปแบบเดิมแต่เพิ่มเงื่อนไขการเชื่อมโยงมโนทัศน์ใหม่กับมโนทัศน์เดิมที่เคยเรียนรู้เป็นเงื่อนไขที่ 3)

ตาราง 10 (ต่อ)

แผนการจัดการ เรียนรู้	ผลการสอน	ข้อค้นพบ	แนวทางการออกแบบ	รูปแบบเงื่อนไข
	↓	↓	↓	↓
7	ผลสะท้อนที่ได้จากการสังเกตบรรยากาศในห้องเรียนพบว่านักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหา และสามารถเชื่อมโยงความรู้ที่ได้เรียนจากคาบที่แล้วมาผสมผสานกับความรู้ใหม่ที่ได้เรียนในคาบนี้เนื่องจากเนื้อหามีความต่อเนื่องกันโดยการเรียนที่นักเรียนสามารถตกผลึกความรู้ได้เช่นนี้จะส่งผลต่อการเรียนในคาบต่อ ๆ ไป	จากผลการสอนในคาบนี้สะท้อนให้เห็นถึงประสิทธิภาพของเงื่อนไขที่นำมาใช้ออกแบบกระบวนการจัดการเรียนรู้ ส่งผลให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นและเข้าใจในเนื้อหามากขึ้น	ผู้วิจัยเห็นควรนำกระบวนการจัดการเรียนรู้ตามเงื่อนไขการเปลี่ยนมโนทัศน์ทั้ง 4 ประการคงเดิมในแผนการจัดการเรียนรู้ครั้งต่อไป	คงกระบวนการจัดการเรียนรู้ตามเงื่อนไขการเปลี่ยนมโนทัศน์ดังเดิม
	↓	↓	↓	↓

ตาราง 10 (ต่อ)

แผนการจัดการ เรียนรู้	ผลการสอน	ข้อค้นพบ	แนวทางการออกแบบ	รูปแบบเงื่อนไข
8	การสอนในคาบนี้มี 2 มโนทัศน์ที่นักเรียนต้องเรียนรู้ โดยในช่วงแรกของการสอน ครูได้นำคำถามที่คาดการณ์ว่านักเรียนส่วนใหญ่จะตอบผิดมาเป็นสิ่งเร้ากระตุ้นให้นักเรียนใช้ปัญหาเป็นสิ่งที่เร้าการเรียนรู้ มุ่งแสวงหาคำตอบ และจากการสอนพบว่านักเรียนส่วนใหญ่สามารถเรียนรู้เข้าใจในมโนทัศน์ทั้ง 2 และสามารถตกผลึกความรู้ที่ได้เรียนโดยครูสังเกตจากการตอบและแบบฝึกหัดที่นักเรียนทำ	จากการสอนในครั้งนี้ซึ่งประกอบด้วยเนื้อหา 2 มโนทัศน์ที่ดำเนินการสอนตามกระบวนการจัดการเรียนรู้ตามเงื่อนไขการเปลี่ยนมโนทัศน์พบว่า สามารถใช้ได้กับการออกแบบการเรียนรู้ที่มี 2 มโนทัศน์ ในหนึ่งคาบเรียนได้และใช้ได้มีประสิทธิภาพ	ผลสะท้อนที่ได้รับหลังการสอนพบว่า กระบวนการจัดการเรียนรู้ตามเงื่อนไขการเปลี่ยนมโนทัศน์ทั้ง 4 เงื่อนไข มีประสิทธิภาพและมีความเหมาะสม สอดคล้องกับสภาพนักเรียน ดังนั้นยังคงใช้เงื่อนไขทั้ง 4 ออกแบบกระบวนการจัดการเรียนรู้ในครั้งต่อไป	คงกระบวนการจัดการเรียนรู้ตามเงื่อนไขการเปลี่ยนมโนทัศน์ดั้งเดิม
	↓	↓	↓	↓

ตาราง 10 (ต่อ)

แผนการจัดการ เรียนรู้	ผลการสอน	ข้อค้นพบ	แนวทางการออกแบบ	รูปแบบเงื่อนไข
9	การสอนเป็นไปตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ออกแบบตามเงื่อนไขการเปลี่ยนมโนทัศน์ 4 ประการ นักเรียนมีความเข้าใจแจ่มแจ้งกับเนื้อหา และสามารถร้อยเรียงเนื้อหาแรกกับเนื้อหาที่สองเข้าด้วยกัน อีกทั้งยังสามารถเปรียบเทียบเนื้อหาที่เรียนในวันนี้กับเนื้อหาที่เคยเรียนผ่านมาสะท้อนให้เห็นถึงการเชื่อมโยงมโนทัศน์ใหม่กับมโนทัศน์เดิมที่เคยเรียนรู้	ในครั้งนี้มีการสอน 2 มโนทัศน์ ในหนึ่งคาบเรียน โดยใช้การออกแบบดั้งเดิม ผู้วิจัยมีข้อสังเกตว่ากระบวนการจัดการเรียนรู้ตามเงื่อนไขการเปลี่ยนมโนทัศน์ ดังกล่าวสามารถช่วยให้การสอนง่ายขึ้น เนื่องจากนักเรียนเมื่อได้เรียนรู้จากมโนทัศน์แรกแล้วนั้น ก็สามารถนำมโนทัศน์แรกมาใช้เรียนรู้ในการเรียนมโนทัศน์ที่สองต่อไปได้อีก	ยังคงใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้ตามเงื่อนไขการเปลี่ยนมโนทัศน์ที่ประกอบด้วยเงื่อนไขทั้ง 4 ประการ ในการออกแบบการเรียนรู้ครั้งต่อไป เพราะมีความเหมาะสมกับสภาพของนักเรียน	คงกระบวนการจัดการเรียนรู้ตามเงื่อนไขการเปลี่ยนมโนทัศน์ดั้งเดิม
	↓	↓	↓	↓
10	นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กับครูเป็นอย่างดี ในการตั้งคำถามพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่เกินร้อยละ 80	การออกแบบกระบวนการเรียนรู้ตามเงื่อนไขดังกล่าวมีความเหมาะสมกับกลุ่มนักเรียนเป็น	ผู้วิจัยยังคงยืนยันประสิทธิภาพกระบวนการจัดการเรียนรู้ตามเงื่อนไขการเปลี่ยนมโนทัศน์ทั้ง	คงกระบวนการจัดการเรียนรู้ตามเงื่อนไขการเปลี่ยนมโนทัศน์ดั้งเดิม

ตาราง 10 (ต่อ)

แผนการจัดการ เรียนรู้	ผลการสอน	ข้อค้นพบ	แนวทางการออกแบบ	รูปแบบเงื่อนไข
10	สามารถตอบคำถามถูกต้องและ นอกจากนี้ยังสังเกตการ แบบฝึกหัดท้ายบทที่นักเรียน อธิบายคำตอบได้ถูกต้อง	อย่างยิ่ง อีกทั้งยังสามารถจัด ปัญหาการเรียนรู้ และส่งเสริม การตกผลึกความคิดรวบยอด ของนักเรียนเป็นอย่างดี	4 เงื่อนไขดั้งเดิม	
	↓	↓	↓	↓
11	การจัดการเรียนรู้ผ่านได้ด้วยดี มี บรรยากาศของการแข่งขันที่ช่วย กระตุ้นให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหา เพิ่มขึ้น	กระบวนการจัดการเรียนรู้ตาม เงื่อนไขการเปลี่ยนมโนทัศน์ที่ ประกอบด้วย 4 เงื่อนไข ช่วย ส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียน และทำให้นักเรียนมีความตั้งใจ เรียนมากขึ้น	เงื่อนไขการเรียนรู้ดังกล่าวมี ประสิทธิภาพ และมีความ เหมาะสมกับนักเรียน	คงกระบวนการจัดการ เรียนรู้ตามเงื่อนไข การเปลี่ยนมโนทัศน์ดั้งเดิม

จากตาราง 10 ที่แสดงการออกแบบปรับปรุง แก๊ซ พัฒนากระบวนการจัดการเรียนรู้ตามเงื่อนไขการเปลี่ยนมโนทัศน์เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความเข้าใจในมโนทัศน์จากการเริ่มต้นด้วยแนวคิดเงื่อนไขการเปลี่ยนมโนทัศน์ของโพสเนอร์ ที่ประกอบด้วย 4 เงื่อนไข ได้แก่ 1) เงื่อนไขการไม่พอใจต่อมโนทัศน์ที่มีอยู่ 2) เงื่อนไขการสอนเพื่อให้เกิดมโนทัศน์ใหม่ 3) เงื่อนไขการเชื่อมโยงมโนทัศน์ใหม่กับมโนทัศน์เดิม และ 4) เงื่อนไขมโนทัศน์ใหม่สามารถขยายขอบเขตของการแสวงหาความรู้อื่นๆ ในระหว่างการจัดการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้ออกแบบปรับปรุง แก๊ซ พัฒนา กระบวนการจัดการเรียนรู้ตามเงื่อนไขการเปลี่ยนมโนทัศน์ดังกล่าวให้มีความเหมาะสมกับบริบทของกลุ่มนักเรียนที่มีการลดความสามารถเพื่อช่วยในการส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความเข้าใจในมโนทัศน์ วิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์ โดยระยะเวลาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แผนการเรียนรู้ที่ 1 ผู้วิจัยใช้รูปแบบเงื่อนไขการเรียนรู้ของโพสเนอร์ออกแบบกิจกรรม หลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแผนการเรียนรู้ที่ 1 จบผู้วิจัยได้วิเคราะห์ และสะท้อนผลที่เกิดขึ้น พร้อมทั้งปรับปรุงเงื่อนไขการเปลี่ยนมโนทัศน์ที่ใช้ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 โดยคงเงื่อนไขที่ 1-3 ดังเดิม แต่ในเงื่อนไขที่ 4 มีการเปลี่ยนแปลงจากเงื่อนไขมโนทัศน์ใหม่สามารถขยายขอบเขตการแสวงหาความรู้อื่นๆ เปลี่ยนเป็นเงื่อนไขการเชื่อมโยงมโนทัศน์หนึ่งไปสัมพันธ์กับอีกมโนทัศน์หนึ่ง

เมื่อทำการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 จบลง ผู้วิจัยพบว่ากระบวนการจัดการเรียนรู้ตามเงื่อนไขการเปลี่ยนมโนทัศน์ยังคงมีประสิทธิภาพและมีความเหมาะสมกับกลุ่มตัวอย่าง จึงคงกระบวนการจัดการเรียนรู้ตามเงื่อนไขการเปลี่ยนมโนทัศน์ดังกล่าวใช้ในการออกแบบการจัดการเรียนรู้ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

ต่อมาเมื่อทำการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 จบลง ผู้วิจัยได้ปรับปรุงกระบวนการจัดการเรียนรู้ตามเงื่อนไขการเปลี่ยนมโนทัศน์ในแผนการเรียนรู้จากเดิมประกอบด้วย 4 เงื่อนไข ปรับเปลี่ยนเหลือเพียง 3 เงื่อนไข โดยต่างจากเดิม คือในเงื่อนไขที่ 1 ได้ปรับเงื่อนไขจากเดิมคือเงื่อนไขความไม่พอใจต่อมโนทัศน์ที่มีอยู่ ปรับเปลี่ยนเป็นเงื่อนไขความไม่เข้าใจต่อมโนทัศน์ที่เรียนรู้ เนื่องจากเนื้อหาบางส่วนเป็นเนื้อหาที่นักเรียนไม่ได้เรียนมาก่อน ซึ่งการปรับข้อเงื่อนไขใหม่จะมีความเหมาะสมกับเนื้อหาที่จัดการเรียนการสอนมากขึ้น โดยกระบวนการจัดการเรียนรู้ตามเงื่อนไขการเปลี่ยนมโนทัศน์ที่ปรับปรุงจะถูกนำไปใช้ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4

เมื่อดำเนินการจัดกิจกรรมตามแผนการเรียนรู้ที่ 4 จบลง ผู้วิจัยพบว่ารูปแบบกิจกรรมการเรียนการสอนตามรูปแบบเงื่อนไขการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับนักเรียน แต่ข้อค้นพบระหว่างการจัดกิจกรรม คือ ในระหว่างการจัดกิจกรรมภายใต้บรรยากาศของการแข่งขันช่วยส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งวัดได้จากข้อคำถาม ดังนั้นในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 ยังคงกระบวนการจัดการเรียนรู้ตามเงื่อนไขการเปลี่ยนมโนทัศน์ดังเดิม โดยเพิ่มเติมการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ภายใต้บรรยากาศของการแข่งขัน

ต่อมาเมื่อดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการเรียนรู้ที่ 5 จบลง พบว่า กระบวนการจัดการเรียนรู้ตามเงื่อนไขการเปลี่ยนมโนทัศน์มีความเหมาะสมกับนักเรียน และเป็นเงื่อนไขที่สร้างบรรยากาศภายในห้องเรียนที่เต็มไปด้วยบรรยากาศของการเรียนรู้ ดังนั้นในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 ยังคงใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้ดังเดิม ซึ่งประกอบด้วย 4 เงื่อนไข กับการจัดการเรียนรู้ภายใต้บรรยากาศของการแข่งขัน

ผลที่ได้หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 จบลง พบว่านักเรียนมีความเข้าใจเนื้อหาที่เรียนขณะนั้น แต่มีนักเรียนบางส่วนไม่สามารถเชื่อมโยงเนื้อหาที่เรียนปัจจุบันกับเนื้อหาที่เคยเรียนผ่านไป ดังนั้นผู้วิจัยจึงปรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ตามเงื่อนไขการเปลี่ยนมโนทัศน์ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 ซึ่งเพิ่มเงื่อนไขการเชื่อมโยงมโนทัศน์ใหม่กับมโนทัศน์เดิมที่เคยเรียนรู้ เพื่อแก้ปัญหาที่นักเรียนไม่สามารถเชื่อมโยงมโนทัศน์ใหม่กับมโนทัศน์เดิมที่เคยเรียนรู้ จากนั้นในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ระหว่างแผนการเรียนรู้ที่ 8-11 ได้ดำเนินการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้ตามเงื่อนไขการเปลี่ยนมโนทัศน์คงเดิม ซึ่งเป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพและมีความเหมาะสมกับบริบทสภาพจริงของนักเรียน อีกทั้งยังส่งผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความเข้าใจในมโนทัศน์ วิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์ ทั้งนี้รูปแบบเงื่อนไขการเรียนรู้ส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความเข้าใจในมโนทัศน์ ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้สามารถสรุปได้ ดังภาพประกอบ 9

แผนการจัดการเรียนรู้					
	แผนการจัดการเรียนรู้ที่	แผนการจัดการเรียนรู้ที่	แผนการจัดการเรียนรู้ที่	แผนการจัดการเรียนรู้ที่	แผนการจัดการเรียนรู้ที่
	1	2-3	4	5-6	7-11
รูปแบบเงื่อนไขการเรียนรู้	1. เงื่อนไขการไม่พอใจต่อมโนทัศน์ที่มีอยู่ 2. เงื่อนไขการสอนเพื่อให้เกิดมโนทัศน์ใหม่ 3. เงื่อนไขการเชื่อมโยงมโนทัศน์ใหม่กับมโนทัศน์เดิม 4. เงื่อนไขมโนทัศน์ใหม่สามารถขยายขอบเขตการแสวงหาความรู้อื่นๆ	1. เงื่อนไขการไม่พอใจต่อมโนทัศน์ที่มีอยู่ 2. เงื่อนไขการสอนเพื่อให้เกิดมโนทัศน์ 3. เงื่อนไขการเชื่อมโยงมโนทัศน์ใหม่กับมโนทัศน์เดิม 4. เงื่อนไขการเชื่อมโยงมโนทัศน์หนึ่งไปสัมพันธ์กับอีกมโนทัศน์หนึ่ง	1. เงื่อนไขความไม่เข้าใจต่อมโนทัศน์ที่เรียนรู้ 2. เงื่อนไขการสอนเพื่อให้เข้าใจมโนทัศน์ 3. เงื่อนไขการขยายมโนทัศน์ที่เรียนรู้เพื่อแก้ไขปัญหาหรือสถานการณ์ใหม่	1. เงื่อนไขความไม่เข้าใจต่อมโนทัศน์ที่เรียนรู้ 2. เงื่อนไขการสอนเพื่อให้เข้าใจมโนทัศน์ 3. เงื่อนไขการขยายมโนทัศน์ที่เรียนรู้เพื่อแก้ไขปัญหาหรือสถานการณ์ใหม่ ** การจัดการเรียนรู้ภายใต้บรรยากาศการแข่งขัน	1. เงื่อนไขความไม่เข้าใจต่อมโนทัศน์ที่เรียนรู้ 2. เงื่อนไขการสอนเพื่อให้เข้าใจมโนทัศน์ 3. เงื่อนไขการเชื่อมโยงมโนทัศน์ใหม่กับมโนทัศน์เดิมที่เคยเรียนรู้ 4. เงื่อนไขการขยายมโนทัศน์ที่เรียนรู้เพื่อแก้ไขปัญหาหรือสถานการณ์ใหม่ ** การจัดการเรียนรู้ภายใต้บรรยากาศการแข่งขัน

ภาพประกอบ 9 กระบวนการจัดการเรียนรู้ตามเงื่อนไขการเปลี่ยนมโนทัศน์ที่ส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความเข้าใจในมโนทัศน์ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางการวิจัยอิงการออกแบบ

ตอนที่ 3 การศึกษาผลการใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความเข้าใจในมโนทัศน์ วิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์ โดยประยุกต์ใช้แนวคิดของโพสเนอร์ตามแนวทางการวิจัยอิงการออกแบบ ได้แก่

3.1 การวิเคราะห์สถิติบรรยาย ได้แก่ ค่าเฉลี่ย (M) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ความเบ้ (Sk) และความโด่ง (Ku) ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความเข้าใจในมโนทัศน์จากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

ผลการวิเคราะห์สถิติพื้นฐานค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.65 และ 5.64 ตามลำดับ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน มีค่าเท่ากับ 2.16 และ 1.88 ตามลำดับ สำหรับค่าความเบ้ มีค่าเท่ากับ 0.23 และ 0.24 ตามลำดับ แสดงว่าโค้งการแจกแจงมีลักษณะโค้งเบ้ขวา และค่าความโด่งของนักเรียนกลุ่มทดลอง มีค่าเท่ากับ -0.39 แสดงว่าคะแนนมีการแจกแจงที่มีลักษณะต่ำกว่าโค้งปกติ ส่วนค่าความโด่งของนักเรียนกลุ่มควบคุม มีค่าเท่ากับ 0.12 แสดงว่าคะแนนมีการแจกแจงที่มีลักษณะสูงกว่าโค้งปกติ

ผลการวิเคราะห์สถิติพื้นฐานค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 15.76 และ 8.76 ตามลำดับ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน มีค่าเท่ากับ 2.99 และ 3.04 ตามลำดับ สำหรับค่าความเบ้ มีค่าเท่ากับ -0.97 และ -0.44 ตามลำดับ แสดงว่าโค้งการแจกแจงมีลักษณะโค้งเบ้ซ้าย และค่าความโด่ง มีค่าเท่ากับ -1.47 และ -0.93 ตามลำดับ แสดงว่าคะแนนมีการแจกแจงที่มีลักษณะต่ำกว่าโค้งปกติ ดังตาราง 11

ตาราง 11 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

กลุ่ม	n	คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ก่อนเรียน)				คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (หลังเรียน)			
		M	SD	Sk	Ku	M	SD	Sk	Ku
กลุ่มทดลอง	25	4.65	2.16	0.23	-0.39	15.76	2.99	-0.97	-1.47
กลุ่มควบคุม	27	5.64	1.88	0.24	0.12	8.76	3.04	-0.44	-0.93

ผลการวิเคราะห์สถิติพื้นฐานค่าเฉลี่ยคะแนนความเข้าใจในมโนทัศน์ก่อนเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.84 และ 5.45 ตามลำดับ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน มีค่าเท่ากับ 1.77 และ 1.90 ตามลำดับ สำหรับค่าความเบ้ของนักเรียนกลุ่มทดลอง มีค่าเท่ากับ -0.53 แสดงว่าโค้งการแจกแจงมีลักษณะโค้งเบ้ซ้าย

ส่วนค่าความเบ้ของนักเรียนกลุ่มควบคุม มีค่าเท่ากับ 0.09 แสดงว่าโค้งการแจกแจงความถี่มีลักษณะโค้งเบ้ขวา และค่าความโด่งของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม มีค่าเท่ากับ 0.10 และ 0.43 แสดงว่าคะแนนมีการแจกแจงที่มีลักษณะสูงกว่าโค้งปกติ

ผลการวิเคราะห์สถิติพื้นฐานค่าเฉลี่ยคะแนนความเข้าใจในมโนทัศน์หลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 12.17 และ 7.80 ตามลำดับ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน มีค่าเท่ากับ 3.04 และ 3.03 ตามลำดับ สำหรับค่าความเบ้ของนักเรียนกลุ่มทดลอง มีค่าเท่ากับ 0.19 แสดงว่าโค้งการแจกแจงความถี่มีลักษณะโค้งเบ้ขวา ส่วนค่าความเบ้ของนักเรียนกลุ่มควบคุม มีค่าเท่ากับ -0.65 แสดงว่าโค้งการแจกแจงความถี่มีลักษณะโค้งเบ้ซ้าย และค่าความโด่งของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม มีค่าเท่ากับ -0.99 และ -0.54 แสดงว่าคะแนนมีการแจกแจงที่มีลักษณะต่ำกว่าโค้งปกติ ดังตาราง 12

ตาราง 12 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนความเข้าใจในมโนทัศน์

กลุ่ม	n	คะแนนความเข้าใจในมโนทัศน์ (ก่อนเรียน)				คะแนนความเข้าใจในมโนทัศน์ (หลังเรียน)			
		M	SD	Sk	Ku	M	SD	Sk	Ku
กลุ่มทดลอง	25	4.84	1.77	-0.53	0.10	12.17	3.04	0.19	-0.99
กลุ่มควบคุม	27	5.45	1.90	0.09	0.43	7.80	3.03	-0.65	-0.54

2. การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความเข้าใจในมโนทัศน์หลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความเข้าใจในมโนทัศน์ วิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์ โดยประยุกต์ใช้แนวคิดของโพสเนอร์ตามแนวทางการวิจัยอิงการออกแบบ และนักเรียนกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ วิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์ ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุนาม (One-way MANOVA)

การวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความเข้าใจในมโนทัศน์หลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบข้อทกลงเบื้องต้นของสถิติที่ใช้ทดสอบ พบว่า การแจกแจงแบบปกติ (Normality) ของข้อมูลที่ทดสอบด้วยสถิติ Shapiro-Wilk คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่วัดจากหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและนักเรียนกลุ่มควบคุม มีการแจกแจงแตกต่างจากปกติ ($p=.03$ และ $p=.01$ ตามลำดับ) และการแจกแจงแบบปกติ (Normality) ของคะแนนความเข้าใจในมโนทัศน์ที่วัดจากหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและนักเรียนกลุ่มควบคุม มีการแจกแจงแบบปกติ ($p=.33$ และ $p=.13$ ตามลำดับ)

การทดสอบความเป็นเอกพันธ์ของเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วม (Homogeneity of covariance matrices) โดยใช้สถิติ Box's M เป็นสถิติในการทดสอบ พบว่า เมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมของทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน (Box's $M=2.74$, $F=0.87$, $df_1=3$, $df_2=563252$, $p=.45$) และเมื่อทดสอบความเท่าเทียมกันของความแปรปรวนของตัวแปรในแต่ละตัวแปรตามระหว่างกลุ่มตัวแปรอิสระด้วย Levene's Test ผลการทดสอบพบว่าค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความเข้าใจในมโนทัศน์มีความแปรปรวนแตกต่างกันในแต่ละวิธีการจัดการเรียนรู้ อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($F=.28$, $p=.60$ และ $F=.06$, $p=.81$ ตามลำดับ) และเมื่อทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตามโดยใช้ Bartlett's Test of Sphericity พบว่าตัวแปรตามระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความเข้าใจในมโนทัศน์มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($\chi^2=63.82$, $df=1$, $p=.00$) ซึ่งเป็นไปตามข้อตกลงเบื้องต้นของการทดสอบความแปรปรวนตัวแปรพหุนาม

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการจัดการเรียนรู้โดยประยุกต์ใช้แนวคิดของโพสเนอร์ตามแนวทางการวิจัยการออกแบบ มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความเข้าใจในมโนทัศน์ รายวิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์ สูงกว่านักเรียนที่ใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังตาราง 13

ตาราง 13 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนตัวแปรพหุนามของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความเข้าใจในมโนทัศน์ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม หลังการจัดกิจกรรมตามรูปแบบการเรียนรู้

Effect	Multivariate Tests	Value	F	Hypothesis df	Error df	p-value
วิธีการ	Pillai's Trace	.59	35.85*	2.00	49.00	.00
จัดการ	Wilks' Lambda	.40	35.85*	2.00	49.00	.00
เรียนรู้	Hotelling's Trace	1.46	35.85*	2.00	49.00	.00
	Roy's Largest Root	1.46	35.85*	2.00	49.00	.00
Tests of Between-Subjects Effects						
แหล่งความแปรปรวน	ตัวแปรตาม	SS	df	MS	F	p-value
วิธีการจัดการเรียนรู้	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	637.94	1	637.94	69.75*	.00
	ความเข้าใจในมโนทัศน์	250.29	1	250.29	27.12*	.00

ตาราง 13 (ต่อ)

แหล่งความแปรปรวน	ตัวแปรตาม	SS	df	MS	F	p-value
ความคลาดเคลื่อน	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	457.30	50	9.14	457.30	
	ความเข้าใจในมโนทัศน์	461.37	50	9.22	461.37	
รวมทั้งหมด	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	8740.06	52			
	ความเข้าใจในมโนทัศน์	5825.36	52			
Box's M=2.74, F=0.87, df1=3, df2=563252, p=.45						
Levene's Test : ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน F=.28, p=.60 , ความเข้าใจในมโนทัศน์ F=.06, p=.81						
Bartlett's Test of Sphericity : $\chi^2=63.82$, df=1, p=.00						
หมายเหตุ * p < .05						

นอกจากนี้ผู้วิจัยได้เปรียบเทียบขนาดอิทธิพลของการทดลอง โดยใช้โปรแกรม Effect Size Calculator ของ Marley W.Watkins พบว่า ค่าขนาดอิทธิพล (Effect Size) ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์ อยู่ในระดับมาก (Glass's $\Delta = 2.30$, Cohen's $d = 2.32$, Hedges's Unbiased $d = 2.29$) แสดงว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 วิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์ ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยกระบวนการจัดการเรียนรู้โดยประยุกต์ใช้แนวคิดของโพสเนอร์ตามแนวทางการวิจัยการออกแบบสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยวิธีการสอนปกติในระดับมาก (Large Effect Size)

นอกจากนี้ผู้วิจัยได้เปรียบเทียบขนาดอิทธิพลของการทดลอง โดยใช้โปรแกรม Effect Size Calculator ของ Marley W.Watkins พบว่า ค่าขนาดอิทธิพล (Effect Size) ของความเข้าใจในมโนทัศน์ วิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์ อยู่ในระดับมาก (Glass's $\Delta = 1.44$, Cohen's $d = 1.44$, Hedges's Unbiased $d = 1.42$) แสดงว่าความเข้าใจในมโนทัศน์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 วิชาเคมีเรื่อง เคมีอินทรีย์ ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยกระบวนการจัดการเรียนรู้โดยประยุกต์ใช้แนวคิดของโพสเนอร์ตามแนวทางการวิจัยการออกแบบสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยวิธีการสอนปกติในระดับมาก (Large Effect Size)

3. การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความเข้าใจใหม่โนทัศน์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความเข้าใจใหม่โนทัศน์ วิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์ โดยประยุกต์ใช้แนวคิดของโพสเนอร์ตามแนวทางการวิจัยการออกแบบด้วยสถิติ Hotelling's T^2

การทดสอบข้อตกลงเบื้องต้น ความเป็นเอกพันธ์ของเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วม (Homogeneity of covariance matrices) โดยใช้สถิติ Box's M เป็นสถิติในการทดสอบ พบว่า เมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความเข้าใจใหม่โนทัศน์แตกต่างกัน (Box's $M=14.78$, $F=4.70$, $df_1=3$, $df_2=414720$, $p=.00$) และเมื่อทดสอบความเท่าเทียมกันของความแปรปรวนของตัวแปรในแต่ละกลุ่มด้วย Levene's Test ผลการทดสอบพบว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความเข้าใจใหม่โนทัศน์มีความแปรปรวนแตกต่างกันในแต่ละช่วงเวลาในการจัดกิจกรรม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($F=6.53$, $p=.01$ และ $F=11.89$, $p=.00$ ตามลำดับ) และเมื่อทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตามโดยใช้ Bartlett's Test of Sphericity พบว่าตัวแปรตามระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความเข้าใจใหม่โนทัศน์มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($\chi^2=63.34$, $df=1$, $p=.00$)

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยประยุกต์ใช้แนวคิดของโพสเนอร์ตามแนวทางการวิจัยการออกแบบ มีค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความเข้าใจใหม่โนทัศน์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังตาราง 14

ตาราง 14 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนตัวแปรพหุนามของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความเข้าใจใหม่โนทัศน์ ก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยประยุกต์ใช้แนวคิดของโพสเนอร์ตามแนวทางการวิจัยการออกแบบของนักเรียนกลุ่มทดลองโดยใช้สถิติ Hotelling's T^2

Effect	Multivariate Tests	Value	F	Hypothesis df	Error df	p-value
ช่วงเวลา	Pillai's Trace	.83	119.81*	2.00	47.00	.00
ในการจัด	Wilks' Lambda	.16	119.81*	2.00	47.00	.00
กิจกรรม	Hotelling's Trace	5.09	119.81*	2.00	47.00	.00
	Roy's Largest Root	5.09	119.81*	2.00	47.00	.00

ตาราง 14 (ต่อ)

Tests of Between-Subjects Effects						
แหล่งความแปรปรวน	ตัวแปรตาม	SS	df	MS	F	p-value
ช่วงเวลาในการจัดกิจกรรม	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	1545.29	1	1545.29	226.46*	.00
	ความเข้าใจในมโนทัศน์	675.77	1	675.77	108.93*	.00
ความคลาดเคลื่อน	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	327.54	48	6.82		
	ความเข้าใจในมโนทัศน์	297.78	48	6.20		
รวมทั้งหมด	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	7080.64	50			
	ความเข้าใจในมโนทัศน์	4603.35	50			
Box's M=14.78, F=4.70, df1=3, df2=414720, p=.00						
Levene's Test : ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน F=6.53, p=.01 , ความเข้าใจในมโนทัศน์ F=11.89,p=.00						
Bartlett's Test of Sphericity : $\chi^2=63.34$, df=1, p=.00						
หมายเหตุ * p < .05						

นอกจากนี้ผู้วิจัยได้เปรียบเทียบขนาดอิทธิพลของการทดลอง โดยใช้โปรแกรม Effect Size Calculator ของ Marley W.Watkins พบว่า ค่าขนาดอิทธิพล (Effect Size) ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์ ก่อนเรียนและหลังเรียนอยู่ในระดับมาก (Glass's $\Delta = 5.14$, Cohen's d = 4.26, Hedges's Unbiased d = 4.19) แสดงว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 วิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์ ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยกระบวนการจัดการเรียนรู้โดยประยุกต์ใช้แนวคิดของโพสเนอร์ตามแนวทางการวิจัยการออกแบบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนในระดับมาก (Large Effect Size)

นอกจากนี้ผู้วิจัยได้เปรียบเทียบขนาดอิทธิพลของการทดลอง โดยใช้โปรแกรม Effect Size Calculator ของ Marley W.Watkins พบว่า ค่าขนาดอิทธิพล (Effect Size) ของความเข้าใจในมโนทัศน์ วิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์ ก่อนเรียนและหลังเรียนอยู่ในระดับมาก (Glass's $\Delta = 4.14$, Cohen's d = 2.95, Hedges's Unbiased d = 2.90) แสดงว่าความเข้าใจในมโนทัศน์ของนักเรียน

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 วิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์ ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยกระบวนการจัดการเรียนรู้โดยประยุกต์ใช้แนวคิดของโพสเนอร์ตามแนวทางการวิจัยการออกแบบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนในระดับมาก (Large Effect Size)



บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การพัฒนากระบวนการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความเข้าใจในมโนทัศน์ รายวิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์ โดยประยุกต์ใช้แนวคิดของโพสเนอร์ตามแนวทางการวิจัยอิงการออกแบบ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีความมุ่งหมายของการวิจัย 3 ข้อ ดังนี้

- 1) เพื่อศึกษาความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนในวิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์
- 2) เพื่อออกแบบพัฒนากระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความเข้าใจในมโนทัศน์ใน วิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์ โดยประยุกต์ใช้แนวคิดของโพสเนอร์ตามแนวทางการวิจัยอิงการออกแบบ และ
- 3) เพื่อศึกษาผลการใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความเข้าใจในมโนทัศน์ วิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์ โดยประยุกต์ใช้แนวคิดของโพสเนอร์ตามแนวทางการวิจัยอิงการออกแบบ

วิธีการดำเนินการวิจัยนี้เริ่มต้นด้วยการศึกษาเชิงคุณภาพ เพื่อศึกษาประเด็น สาเหตุของความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนในการเรียนวิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์ เพื่อนำข้อมูลมาออกแบบกระบวนการจัดการเรียนรู้ในการส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความเข้าใจในมโนทัศน์ที่นำเงื่อนไขการเปลี่ยนมโนทัศน์ของโพสเนอร์มาประยุกต์ใช้ในการออกแบบโดยนำการวิจัยอิงการออกแบบ (Design-Based Research) มาใช้ในการขับเคลื่อนกระบวนการวิจัย และนำไปสู่การศึกษาค้นคว้าผลการใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้ในการส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความเข้าใจในมโนทัศน์ วิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์ ด้วยการศึกษาระดับปริมาณโดยใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงทดลอง

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ แผนกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความเข้าใจในมโนทัศน์วิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์ โดยประยุกต์ใช้แนวคิดของโพสเนอร์ตามแนวทางการวิจัยอิงการออกแบบ และแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ วิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์ ส่วนเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลเป็นแบบทดสอบ แบบปรนัยที่มีลักษณะแบบเลือกตอบ จำนวน 20 ข้อ โดยแบบทดสอบ 1 ข้อ ประกอบด้วย 2 ส่วน ให้นักเรียนเลือกตอบ กล่าวคือ ส่วนแรกเป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก และส่วนที่สองเป็นแบบทดสอบวัดความเข้าใจในมโนทัศน์แบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ที่มีลักษณะการให้เหตุผลประกอบการตอบในส่วนแรก

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 แผนกวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ โรงเรียนสันติราษฎร์วิทยาลัย จำนวน 52 คน โดยผู้วิจัยใช้วิธีการสุ่มกลุ่มตัวอย่างแบบ 2 ขั้นตอน คือ ขั้นที่ 1 การสุ่มกลุ่มตัวอย่างโดยใช้วิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple random sampling) ที่ใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยในการสุ่ม ซึ่งนักเรียนแต่ละห้องมีการละความสามารถภายในห้องเรียน ขั้นที่ 2 การสุ่มห้องเรียนเพื่อจัดกระทำ แบ่งเป็นกลุ่มทดลองจำนวน 25 คน และกลุ่มควบคุมจำนวน 27 คน โดยผู้วิจัยดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วย

ตนเอง ใช้เวลาในการทดลองจำนวน 6 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 คาบเรียน คาบเรียนละ 50 นาที รวมทั้งสิ้น 18 คาบเรียน

การวิเคราะห์ข้อมูล สถิติบรรยายที่ใช้ได้แก่ ค่าเฉลี่ย (M) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ความเบ้ (Sk) และความโด่ง (Ku) ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความเข้าใจในมโนทัศน์ จากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ส่วนสถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน ได้แก่ การวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุนาม (One-way MANOVA) เพื่อทดสอบสมมติฐานข้อที่ 1 และสถิติ Hotelling's T^2 เพื่อทดสอบสมมติฐานข้อที่ 2

สรุปผลการวิจัย

การพัฒนากระบวนการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความเข้าใจในมโนทัศน์ วิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์ โดยประยุกต์ใช้แนวคิดของโพสเนอร์ตามแนวทางการวิจัย อิงการออกแบบ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สรุปผลได้ ดังนี้

1. การศึกษาความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนในวิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์ พบว่านักเรียนมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนจำนวน 9 ประเด็น ได้แก่ 1) ความเข้าใจว่าสารประกอบกรดคาร์บอนิก (H_2CO_3) เป็นสารประกอบกรดคาร์บอกซิลิก 2) การเขียนโครงสร้างแบบเส้นและมุมบริเวณระหว่างอะตอมคาร์บอนกับคาร์บอนที่เป็นพันธะสาม 3) ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนเรื่องไอโซเมอร์ 4) สมบัติการทำปฏิกิริยาที่แตกต่างกันระหว่างสารประกอบแอลเคนโซเปิดกับไซโคลแอลเคน ที่มีจำนวนอะตอมคาร์บอนเท่ากัน 5) การเขียนโครงสร้างสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่เป็นวง สำหรับสารประกอบที่โมเลกุลมีพันธะสาม 6) การเกิดไอโซเมอร์เรขาคณิต 7) การเรียงลำดับความว่องไวในการเกิดปฏิกิริยาของสารประกอบประกอบไฮโดรคาร์บอน 8) คุณสมบัติความเป็นกรด-เบสของสารประกอบฟีนอล 9) การเกิดพันธะไฮโดรเจนระหว่างโมเลกุลของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน

2. การออกแบบพัฒนากระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความเข้าใจในมโนทัศน์ วิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์ โดยประยุกต์ใช้แนวคิดของโพสเนอร์ตามแนวทางการวิจัยอิงการออกแบบ พบว่าในการออกแบบกระบวนการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความเข้าใจในมโนทัศน์ วิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์ โดยนำเงื่อนไขของโพสเนอร์มาเป็นแนวคิดตั้งต้นที่ใช้ออกแบบกระบวนการจัดการเรียนรู้ ที่ประกอบด้วย 4 เงื่อนไข ได้แก่ 1) เงื่อนไขการไม่พึงพอใจต่อมโนทัศน์ที่มีอยู่ 2) เงื่อนไขการสอนเพื่อให้เกิดมโนทัศน์ 3) เงื่อนไขการเชื่อมโยงมโนทัศน์ใหม่กับมโนทัศน์เดิม และ 4) การเชื่อมโยงมโนทัศน์หนึ่งไปสัมพันธ์กับอีกมโนทัศน์หนึ่ง โดยในการดำเนินการวิจัยได้ปรับเปลี่ยน แกไขกระบวนการจัดการเรียนรู้ตามเงื่อนไขการเปลี่ยนมโนทัศน์เพื่อให้มีความเหมาะสม สอดคล้องกับนักเรียนตามแนวทางการวิจัยอิงการออกแบบ ซึ่งจากการปรับเปลี่ยนพบว่าเงื่อนไขการเปลี่ยนมโนทัศน์ที่มีความเหมาะสมกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ประกอบด้วย 4 เงื่อนไข ได้แก่ 1) เงื่อนไขความไม่เข้าใจต่อมโนทัศน์ที่เรียนรู้ 2) เงื่อนไขการสอนเพื่อให้เข้าใจมโนทัศน์ 3) เงื่อนไขการเชื่อมโยงมโนทัศน์ใหม่กับมโนทัศน์เดิมที่เคยเรียนรู้ และ

4) เงื่อนไขการขยายมโนทัศน์ที่เรียนรู้เพื่อแก้ไขปัญหาหรือสถานการณ์ใหม่ นอกจากนี้ยังพบว่าการจัดกระบวนการเรียนรู้ในห้องเรียนต้องอยู่ภายใต้บรรยากาศการแข่งขัน

3. การศึกษาผลการใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความเข้าใจในมโนทัศน์ วิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์ โดยประยุกต์ใช้แนวคิดของโพสเนอร์ตามแนวทางการวิจัยอิงการออกแบบ พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองที่ใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้โดยประยุกต์ใช้แนวคิดของโพสเนอร์ตามแนวทางการวิจัยอิงการออกแบบ มีค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความเข้าใจในมโนทัศน์ วิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์ สูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม มีค่าเท่ากับ 15.76 และ 8.76 ตามลำดับ และมีค่าขนาดอิทธิพล (Effect Size) ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน อยู่ในระดับมาก (Glass = 2.30, Cohen's d = 2.32, Hedges's Unbiased d = 2.29) ส่วนค่าเฉลี่ยคะแนนความเข้าใจในมโนทัศน์ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม มีค่าเท่ากับ 12.17 และ 7.80 ตามลำดับ และมีค่าขนาดอิทธิพล (Effect Size) ของความเข้าใจในมโนทัศน์ อยู่ในระดับมาก (Glass = 1.44, Cohen's d = 1.44, Hedges's Unbiased d = 1.42) โดยเมื่อทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความเข้าใจในมโนทัศน์ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้โดยประยุกต์ใช้แนวคิดของโพสเนอร์ตามแนวทางการวิจัยอิงการออกแบบ พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความเข้าใจในมโนทัศน์ วิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนและก่อนเรียนมีค่าเท่ากับ 15.76 และ 4.65 ตามลำดับ และมีค่าขนาดอิทธิพล (Effect Size) ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์ ก่อนเรียนและหลังเรียนอยู่ในระดับมาก (Glass = 5.14, Cohen's d = 4.26, Hedges's Unbiased d = 4.19) ส่วนค่าเฉลี่ยคะแนนความเข้าใจในมโนทัศน์หลังเรียนและก่อนเรียนมีค่าเท่ากับ 12.17 และ 4.84 ตามลำดับ และมีค่าขนาดอิทธิพล (Effect Size) ของความเข้าใจในมโนทัศน์ วิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์ ก่อนเรียนและหลังเรียนอยู่ในระดับมาก (Glass = 4.14, Cohen's d = 2.95, Hedges's Unbiased d = 2.90)

อภิปรายผลการวิจัย

การพัฒนากระบวนการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความเข้าใจในมโนทัศน์ รายวิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์ โดยประยุกต์ใช้แนวคิดของโพสเนอร์ตามแนวทางการวิจัยอิงการออกแบบ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีประเด็นในการอภิปราย ดังนี้

1. การออกแบบกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความเข้าใจในมโนทัศน์ ผู้วิจัยได้เลือกแนวคิดของโพสเนอร์เป็นเงื่อนไขตั้งต้นที่ใช้เปลี่ยนแปลงมโนทัศน์เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความเข้าใจในมโนทัศน์ วิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์ โดยเงื่อนไข

การเปลี่ยนมโนทัศน์ของโพสเนอร์ ประกอบด้วย 4 เงื่อนไข ได้แก่ 1) เงื่อนไขการไม่พอใจต่อมโนทัศน์ที่มีอยู่ 2) เงื่อนไขการสอนเพื่อให้เกิดมโนทัศน์ 3) เงื่อนไขการเชื่อมโยงมโนทัศน์ใหม่กับมโนทัศน์เดิม และ 4) การเชื่อมโยงมโนทัศน์หนึ่งไปสัมพันธ์กับอีกมโนทัศน์หนึ่ง ในระหว่างการศึกษาวิจัยได้ปรับเปลี่ยนกระบวนการจัดการเรียนรู้ตามเงื่อนไขการเปลี่ยนมโนทัศน์ให้มีความเหมาะสมกับบริบทของนักเรียนกลุ่มทดลองตามแนวทางการวิจัยอิงการออกแบบ (Design-based research: DBR) หลังจากสิ้นสุดกระบวนการวิจัยพบว่า เงื่อนไขการเปลี่ยนมโนทัศน์ประกอบด้วย 4 เงื่อนไข ได้แก่ 1) เงื่อนไขความไม่เข้าใจต่อมโนทัศน์ที่เรียนรู้ 2) เงื่อนไขการสอนเพื่อให้เข้าใจมโนทัศน์ 3) เงื่อนไขการเชื่อมโยงมโนทัศน์ใหม่กับมโนทัศน์เดิมที่เคยเรียนรู้ และ 4) เงื่อนไขการขยายมโนทัศน์ที่เรียนรู้เพื่อแก้ไขปัญหาหรือสถานการณ์ใหม่ ทั้งนี้การจัดกิจกรรมต้องสอดแทรกสภาวะการแข่งขันในการเรียนรู้ เพราะสภาวะการแข่งขันในการเรียนรู้เป็นปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลให้นักเรียนมีความมุ่งมั่นในการเรียน สังเกตได้จากการแข่งขันเพื่อตอบคำถาม หรือการเสนอเป็นตัวแทนในการอภิปรายปัญหานำชั้นเรียน โดย แวง เฟ่ง และแฮนนอฟิน มิเชล (Wang, Feng. & Hannafin, Michael J. 2005: 6-7) ได้อธิบายว่า การวิจัยอิงการออกแบบ (Design-based research: DBR) เป็นวิธีวิทยาการวิจัยประเภทหนึ่งที่เป็นระบบแต่มีความยืดหยุ่น (flexible) มีจุดมุ่งหมายเพื่อปรับปรุงการปฏิบัติงานทางการศึกษา ผ่านกระบวนการวิเคราะห์ การออกแบบ พัฒนา และนำไปปฏิบัติ ที่ดำเนินการวิจัยโดยอาศัยความร่วมมือจากนักวิจัยและผู้ปฏิบัติที่ลงมือทดลองในพื้นที่จริง ซึ่งผลที่ได้จากกระบวนการนี้ คือ หลักการออกแบบหรือทฤษฎีที่เกิดจากการปรับปรุงทำซ้ำในกลุ่มตัวอย่างนั้น ๆ โดยงานวิจัยนี้พบว่า การออกแบบ ปรับปรุงแนวคิดของโพสเนอร์ส่งผลให้นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมดังกล่าวมีค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์และความเข้าใจในมโนทัศน์สูงขึ้น เนื่องจากรูปแบบกระบวนการมีความเหมาะสมกับนักเรียน ทำให้บรรยากาศการเรียนการสอนเอื้อต่อการเรียนรู้ ซึ่งสอดคล้องกับ แฟลช ทอร์เบิร์ก และแมง คอนสแตนติน (Flach, Torberg; Mang, Constantin. 2015: 1) ได้กล่าวว่า ความสำเร็จของวิธีการสอนใหม่ ๆ ขึ้นอยู่กับความสามารถของครูในการคิดค้นและใช้วิธีการสอนที่เป็นนวัตกรรมใหม่และวิธีการสร้างแรงจูงใจสามารถได้รับการออกแบบเพื่อส่งเสริมให้เกิดการใช้งานที่ประสบความสำเร็จ

2. ผลการใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความเข้าใจในมโนทัศน์ วิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์ โดยประยุกต์ใช้แนวคิดของโพสเนอร์ตามแนวทางการวิจัยอิงการออกแบบ พบว่า นักเรียนที่ได้รับการใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้โดยประยุกต์ใช้แนวคิดของโพสเนอร์ตามแนวทางการวิจัยอิงการออกแบบ มีค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความเข้าใจในมโนทัศน์ วิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์ สูงกว่านักเรียนที่ใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1 โดยผลการวิจัยสอดคล้องกับ สมควร ขนชัยภูมิ (2545: 37-38) และวิลาวัลย์ ลาภบุญเรือง (2543: 49-51) ได้ศึกษาผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนความเข้าใจมโนทัศน์ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการสอนตามเงื่อนไขการเปลี่ยนมโนทัศน์ของโพสเนอร์และกลุ่มที่ได้รับการสอนปกติ ผลการวิจัยหลังจากการจัดกิจกรรมพบว่า ค่าเฉลี่ยคะแนนความเข้าใจในมโนทัศน์ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการสอนตามเงื่อนไข

การเปลี่ยนมโนทัศน์ของโพสเนอร์ สูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมที่ได้รับการสอนปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 อีกหนึ่งสาเหตุสำคัญที่ส่งผลให้นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความเข้าใจในมโนทัศน์สูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุม เนื่องจากการนำแนวคิดเงื่อนไขการเปลี่ยนมโนทัศน์ของโพสเนอร์มาเป็นเงื่อนไขตั้งต้นของการออกแบบปรับปรุงกระทำซ้ำ ๆ ตามหลักการของการวิจัยอิงการออกแบบ (Design-based research: DBR) ทำให้ได้เงื่อนไขการเปลี่ยนมโนทัศน์ที่ส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความเข้าใจในมโนทัศน์โดยมีความเหมาะสมกับสภาพบริบทของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ละความสามารถและชอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ท้าทายภายใต้บรรยากาศการแข่งขัน โดยสอดคล้องกับงานวิจัยของ สมเกียรติ แซ่เต็ง (2551: 89) ได้ศึกษาเรื่องผลของการใช้การวิจัยก่อรูปในการพัฒนานิสัยรักการอ่านของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ทั้งนี้การวิจัยก่อรูป (Formative research) เป็นวิธีวิทยาการวิจัยที่มีรูปแบบการดำเนินการใกล้เคียงกับการวิจัยอิงการออกแบบ (Design-based research: DBR) โดยผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดกิจกรรมตามแนวทางการวิจัยก่อรูปมีคะแนนนิสัยรักการอ่านสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความเข้าใจในมโนทัศน์ วิชาเคมี เรื่องเคมีอินทรีย์ โดยประยุกต์ใช้แนวคิดของโพสเนอร์ตามแนวทางการวิจัยอิงการออกแบบ ของนักเรียนกลุ่มทดลองพบว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความเข้าใจในมโนทัศน์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2 และสอดคล้องกับแนวคิดเงื่อนไขการเปลี่ยนมโนทัศน์ของโพสเนอร์ ที่เสนอการจัดกิจกรรมตามเงื่อนไขทั้ง 4 ประการ ในการจัดการเรียนการสอนที่มุ่งเน้นให้นักเรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงมโนทัศน์ ในระหว่างกระบวนการเรียนรู้อันเป็นกลวิธีที่ส่งเสริมความเข้าใจในมโนทัศน์ โดยโพสเนอร์และคณะ (Posner, George J.; et al. 1982: 225) ได้อธิบายองค์ประกอบหนึ่งที่สำคัญของการแก้ไขมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในนักเรียนคือ กลยุทธ์การสอนหรือวิธีการสอนของครูที่นำมาประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอน กล่าวคือ การจัดการเรียนการสอนที่หลากหลาย เช่น การสาธิต การปฏิบัติจริง เป็นต้น ซึ่งเป็นกิจกรรมที่มีความท้าทายให้นักเรียนได้แสดงศักยภาพและความสามารถออกมา โดยกระทำควบคู่ไปกับการวัดผลที่หลากหลาย เพื่อให้ครูติดตามกระบวนการคิดของนักเรียน ซึ่งสอดคล้องกับ ผลการวิจัยของ กาญจนา เป็งวงศ์ (2546: 56-60); เสี่ยม ช่างเกวียน (2541: 58-63) และประมวล วิโย (2551: 64-68) ที่ได้ศึกษาผลการใช้แนวคิดของโพสเนอร์ในการปรับเปลี่ยนมโนทัศน์ของนักเรียน พบว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความเข้าใจในมโนทัศน์หลังสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ .01

ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัย ผู้วิจัยเสนอแนะการนำผลการวิจัยไปใช้ และข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป ดังนี้

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1. ก่อนการนำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ประยุกต์ใช้แนวคิดของโพสเนอร์ตามแนวทางการวิจัยอิงการออกแบบไปใช้ ครูควรศึกษาความมุ่งหมายหลักของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ถูกพัฒนาขึ้นว่ากิจกรรมในแผนการจัดการเรียนรู้นี้มีจุดประสงค์ช่วยส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความเข้าใจในมโนทัศน์ วิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์

2. การนำแผนการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นโดยประยุกต์ใช้แนวคิดของโพสเนอร์ตามแนวทางการวิจัยอิงการออกแบบไปใช้ ที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้ภายใต้สภาวะการแข่งขันนั้นเหมาะสมกับกลุ่มนักเรียนที่คละความสามารถ เนื่องจากนักเรียนกลุ่มที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงจะมีพฤติกรรมตั้งใจเรียนในระดับสูง ส่งผลให้นักเรียนกลุ่มที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำมีการปรับพฤติกรรมในการเรียน โดยมีความตั้งใจเรียนเพิ่มขึ้น และนำไปสู่ความพยายามในการแข่งขันการเรียน ภายใต้บรรยากาศในห้องเรียนที่เกิดการเรียนรู้

3. ความสำเร็จของการนำแผนการจัดการเรียนรู้ไปใช้ ต้องทำควบคู่ไปกับการวัดและประเมินผลความเข้าใจในมโนทัศน์ ในระหว่างการจัดการเรียนรู้ หรือเป็นการวัดผลเพื่อวินิจฉัยความเข้าใจของนักเรียน เพื่อให้ครูทราบกระบวนการคิดของนักเรียนว่ามีแนวความคิดที่ถูกต้องหรือมีความคิดความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน

4. แผนการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น ได้นำแนวคิดของโพสเนอร์มาเป็นแนวคิดตั้งต้นของการออกแบบ ปรับปรุง รูปแบบแนวคิดเงื่อนไข หากครูนำแผนการจัดการเรียนรู้ไปใช้อาจมีการออกแบบ ปรับปรุง ตามสภาพบริบทของกลุ่มนักเรียนที่มีความแตกต่างไปจากกลุ่มนักเรียนในงานวิจัยนี้ได้ เนื่องจากกลุ่มนักเรียนในงานวิจัยนี้เป็นกลุ่มนักเรียนที่คละความสามารถและชอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีความท้าทายภายใต้บรรยากาศการแข่งขัน ทั้งนี้การวิจัยอิงการออกแบบมีความยืดหยุ่นตามบริบท สภาพจริงของกลุ่มตัวอย่าง โดยความสำเร็จจะสมบูรณ์ยิ่งขึ้นถ้าการออกแบบการเรียนรู้มีผู้เชี่ยวชาญ หรือมีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้วิธีการออกแบบกับครูและบุคลากรทางการศึกษาคณะอื่น

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. การใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความเข้าใจในมโนทัศน์ วิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์ โดยประยุกต์ใช้แนวคิดของโพสเนอร์ตามแนวทางการวิจัยอิงการออกแบบ ครูควรตระหนักถึงการออกแบบการสอนโดยใช้วิธีการสอนที่มีความหลากหลาย เนื่องจากการสอนที่หลากหลายเป็นปัจจัยหนึ่งที่โพสเนอร์ให้ความสำคัญที่ต้องทำไปควบคู่กับการสอดแทรกเงื่อนไขการเปลี่ยนมโนทัศน์

2. ในการทดลองใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบปกติสำหรับนักเรียนกลุ่มควบคุม ผู้วิจัยควรระวังในขณะการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ไม่ให้เกิดบรรยากาศของการแข่งขันระหว่างนักเรียนภายในห้องเรียน เนื่องจากบรรยากาศการแข่งขันในการเรียนรู้อาจเป็นตัวแปรแทรกซ้อนที่ส่งผลให้ผลการวิจัยคลาดเคลื่อน ดังนั้นผู้วิจัยควรควบคุมปัจจัยดังกล่าวไม่ให้เกิดกับนักเรียนกลุ่มควบคุม



บรรณานุกรม



บรรณานุกรม

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพมหานคร: กระทรวงศึกษาธิการ
- กาญจนา เป้งวงศ์. (2546). ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการปรับเปลี่ยนมโนคติที่คลาดเคลื่อน ใน วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องกลไกมนุษย์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). เชียงใหม่: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. ถ่ายเอกสาร.
- เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์. (2545). การคิดเชิงมโนทัศน์. กรุงเทพมหานคร: ชัคเชส มีเดีย จำกัด
- ไข่มุก เลืองสุนทร. (2552). การศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับจำนวนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาราชบุรี เขต 1. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (การศึกษาคณิตศาสตร์). กรุงเทพมหานคร: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- ชวาล แพรัตกุล. (2552). เทคนิคการวัดผล. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
- โชติกา ภาษีผล. (2558). การวัดและประเมินผลการเรียนรู้. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- นวลจิตต์ เชาวกัรติพงศ์. (2537). ความคิดรวบยอดกับการเรียนการสอน. สารพัฒนาหลักสูตร. 14(119): 55-60
- นาดยา ปิลันธนาพันธ์. (2542). การเรียนรู้ความคิดรวบยอด (concept learning). กรุงเทพมหานคร: แม็ค จำกัด
- ประมวล วิโย. (2551). ผลการสอนเพื่อเปลี่ยนมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน วิชาชีววิทยา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่องการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม โดยใช้เอกสารอ่านประกอบซึ่งสร้างตามทฤษฎีการเปลี่ยนมโนคติของโพสเนอร์และคณะ. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). ขอนแก่น: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ถ่ายเอกสาร.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2529). การสร้างและพัฒนาแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์. กรุงเทพมหานคร: สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- พิชิต ฤทธิ์จัญญ. (2556). หลักการวัดผลและประเมินผลการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 9. กรุงเทพมหานคร: แฮ็ส ออฟ เฮอร์มิสท์
- เยาวดี ราชชัยกุล วิบูลย์ศรี. (2556). การวัดผลและการสร้างแบบสอบผลสัมฤทธิ์. พิมพ์ครั้งที่ 11. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. (2543). เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: สุวีริยาสาส์น

- วิลาวัลย์ ลาภบุญเรือง. (2543). ผลการสอนเสริมเพื่อเปลี่ยนมโนคติที่คลาดเคลื่อนในวิชาพันธะเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). ขอนแก่น: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ถ่ายเอกสาร.
- ศิริชัย กาญจนวาสี. (2556). ทฤษฎีทดสอบแบบดั้งเดิม. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- ศิริเดช สุชีวะ. (2538). การวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน. กรุงเทพมหานคร: ศูนย์ตำราและเอกสารทางวิชาการคณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- สมเกียรติ แซ่เต็ง. (2551). ผลของการใช้การวิจัยก่อนในการพัฒนานิสัยรักการอ่านของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (สาขาวิชาวิจัยการศึกษา). กรุงเทพมหานคร: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- สมควร ขนชัยภูมิ. (2545). การเปรียบเทียบความเข้าใจโมเดลวิชา ฟิสิกส์ เรื่องปรากฏการณ์คลื่น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เมื่อใช้กลวิธีการสอนการเปลี่ยนมโนคติของโพสเนอร์และคณะเทียบกับการสอนปกติ. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต. ขอนแก่น: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ถ่ายเอกสาร
- สุวิมล ว่องวาณิช. (2559). วิธีวิทยาการวิจัยทางการศึกษา: จุดประกายความคิดใหม่. กรุงเทพมหานคร: ห้างหุ้นส่วนจำกัดไอคอนพรินติ้ง
- เสียม ช่างเกวียน. (2541). การติดตามผลการสอนซ่อมเสริมในวิชาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องแสง โดยใช้กลวิธีการสอนตามทฤษฎีการเปลี่ยนมโนคติของโพสเนอร์และคณะ. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต. ขอนแก่น: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ถ่ายเอกสาร
- อรวิทย์ ศรีบัว. (2558, 18 ตุลาคม). การเปรียบเทียบมโนคติ เรื่อง งานและพลังงาน และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นเสริมด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์กับการเรียนแบบปกติ. วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้. 6(2): 141
- อิทธิพัทธ์ สุทนต์พรกุล. (2555?). การวัดประเมินทางการศึกษา. (เอกสารประกอบการสอนและแบบฝึกปฏิบัติ). กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. อัดสำเนา.
- มนตรี เชื้อพันธ์งาน (2544). การวิเคราะห์มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). เชียงใหม่: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. ถ่ายเอกสาร.
- วิไลภรณ์ ผุยพรม (2550). การศึกษามโนคติที่คลาดเคลื่อนในวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ธาตุสารประกอบ และปฏิกิริยาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนมารีวิทยา จังหวัดศรีสะเกษ. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. (หลักสูตรและการสอน). กรุงเทพมหานคร: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. ถ่ายเอกสาร.

- นันท์นภัส ลิ้มสันติธรรม. (2546). มโนคติที่คลาดเคลื่อนเรื่องความร้อน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 แผนกการเรียนวิทยาศาสตร์ โรงเรียนระดับมัธยมศึกษา ในเขตพื้นที่การศึกษา กรุงเทพมหานคร เขต 1 กลุ่ม 3. สารนิพนธ์ ศษ.ม. (หลักสูตรและการสอน). กรุงเทพมหานคร: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. ถ่ายเอกสาร.
- Al-Balusshi, Sulaiman M.; et al. (2012, 3 September). Omani twelfth grade students' most common misconceptions in chemistry. *Science Education International*. Vol.23(221)
- Anderson, T. & Shattuck, J. (2012, June). Design-Based Research: A Decade of Progress in Education Research?. *Educational Researcher*. pp. 16-25
- Bahar, Mehmet. (May, 2003). Misconceptions in Biology Education and Conceptual Change Strategies. *Educational Sciences: Theory & Practice*. 3(1): 55-64
- Chen Chwen Jen. (2007). Formative research on the instructional design process of virtual reality based learning environments. *Providing choices for learners and learning*. p. 147
- Driver, R. (1986). *Psicologia cognitiva y esquemas conceptuales de los alumnos*. Enseñanza de las Ciencias. 4(1): 3-15
- Flach, Torberg; Mang, Constantin. (2015, May). Innovations in education for better skills and higher employability. *EENEE Analytical Reports*. p.1
- Gil-Perez, Daniel & Carrascosa, Jaime. (1990). *What to Do About Science "Misconceptions"*. *Science Education* 74(5): 531-540
- Gurel, Derya Kaltakci; Eryilmaz, Ali & McDermott Lillian Christie. (2015, 5 May). A Review and Comparison of Diagnostic Instruments to Identify Students' Misconceptions in Science. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*. pp. 989
- Hewson, P. W. (1992). Conceptual change in science teaching and teacher education. *In National Center for Educational Research, Documentation and Assessment*. p. 13
- Johnstone, Alex H. (2000). Teaching of chemistry-logical or psychological?. *Journals of Chemistry Education*. Vol. 1. pp. 9-15
- O'Farrell & Cathy Ann. (1989). *Science misconceptions held by preservice elementary teachers*. p. 9
- Posner, George J.; et al. (1982). Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. *Science Education*. 66(2): 225
- Reigeluth, Charles M.; Frick, Theodore W. (2009). *Instructional-design theories and models: A New Paradigm of Instructional Theory Volume II*. New York: Routledge
- Teo, Wee Tang; Goh, Mei Ting & Yeo, Leck Wee. (2014, 13 June). Chemistry education research trends: 2004 – 2013. *Chem. Educ. Res. Pract.* Abstract

- Treagust, David F. & Duit Reinders. (2009). *Multiple Perspectives of Conceptual Change in Science and the Challenges Ahead*. Journal of Science and Mathematics Education in Southeast Asia. 32(2): 89
- Wang, Feng. & Hannafin, Michael J. (2005, 4). *Design-Based Research and Technology-Enhanced Learning Environments*. ETR&D. Vol. 53. p. 8
- Leedy, Paul D; & Ormrod, Jeanne Ellis. (2013). *Practical Research: Planning and design*. 10th ed. : Pearson Education.



ภาคผนวก





ภาคผนวก ก

รายนามผู้เชี่ยวชาญในตรวจเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

รายนามผู้เชี่ยวชาญในตรวจเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

รองศาสตราจารย์ ดร.รัชนก ทองนำ

อาจารย์ประจำภาควิชาเคมี
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิยะรัตน์ ตรีบัณฑิต

อาจารย์ประจำภาควิชาเคมี
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.คณาภรณ์ รัชมีมารีย์

อาจารย์กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒปทุมวัน

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ มณีภรณ์ ทฤษฎาวดี

อาจารย์กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒปทุมวัน

ดร.พีรานุวัฏ พิมพ์รอด

รองผู้อำนวยการโรงเรียนสันติราษฎร์วิทยาลัย
สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัชฌิมศึกษา เขต 1

ภาคผนวก ข
รายนามผู้ให้ข้อมูลความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนในวิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์

รายนามผู้ให้ข้อมูล ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนในวิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์

ดร.พีรานุวัฏ พิมพ็รอด

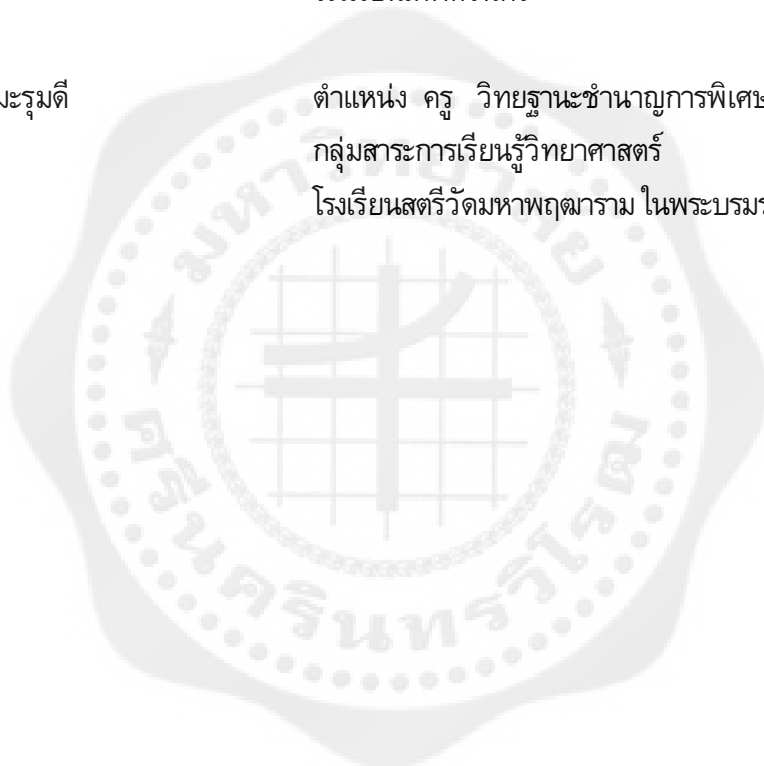
รองผู้อำนวยการโรงเรียนสันติราษฎร์วิทยาลัย
สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 1

นายติเรก หุ่นสุวรรณ

ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
โรงเรียนเทพศิรินทร์

นางสาวปรียา มะรุมติ

ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
โรงเรียนสตรีวัดมหาพฤฒาราม ในพระบรมราชินูปถัมภ์



ภาคผนวก ค

**ค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถามกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด (IOC)
ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบทดสอบวัดความเข้าใจใหม่โนทัศน์
วิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์**

ตาราง 15 ค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถามกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด (IOC) ของแบบทดสอบ
วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบทดสอบวัดความเข้าใจในมนทัศน์

ข้อ	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	IOC
	แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบทดสอบวัดความเข้าใจ						
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
2	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
3	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
4	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
5	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
6	+1	+1	+1	+1	0	4	0.8
7	+1	+1	+1	+1	0	4	0.8
8	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
9	0	+1	+1	+1	+1	4	0.8
10	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
11	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
12	+1	+1	+1	+1	-1	5	1
13	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
14	0	+1	+1	+1	0	3	0.6
15	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
16	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
17	+1	+1	+1	+1	0	4	0.8
18	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
19	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
20	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
21	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
22	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
23	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
24	+1	+1	0	+1	0	3	0.6
25	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
26	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
27	+1	+1	+1	+1	+1	5	1

ตาราง 15 (ต่อ)

ข้อ	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	IOC
	แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบทดสอบวัดความเข้าใจ						
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
28	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
29	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
30	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
31	+1	+1	+1	+1	0	4	0.8
32	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
33	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
34	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
35	+1	+1	+1	+1	0	4	0.8
36	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
37	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
38	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
39	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
40	+1	+1	+1	+1	+1	5	1



ภาคผนวก ง
ค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่น (KR-20)
ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบทดสอบวัดความเข้าใจใหม่โนทัศน์
วิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์

ตาราง 16 ผลการวิเคราะห์ค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่น ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบทดสอบวัดความเข้าใจในมโนทัศน์ วิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์

ข้อที่	แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน		ผลการวิเคราะห์	แบบทดสอบวัดความเข้าใจในมโนทัศน์		ผลการวิเคราะห์	ผลการพิจารณา
	p	r		p	r		
1	0.53	0.92	ผ่านเกณฑ์	1.00	0.00	ไม่ผ่านเกณฑ์	ไม่คัดเลือก
2	0.70	0.42	ผ่านเกณฑ์	0.07	0.13	ผ่านเกณฑ์	คัดเลือก*
3	0.43	-0.33	ไม่ผ่านเกณฑ์	0.50	0.83	ผ่านเกณฑ์	ไม่คัดเลือก
4	0.33	0.69	ผ่านเกณฑ์	0.57	0.54	ผ่านเกณฑ์	คัดเลือก
5	0.27	-0.58	ไม่ผ่านเกณฑ์	0.60	0.75	ผ่านเกณฑ์	ไม่คัดเลือก
6	0.60	0.83	ผ่านเกณฑ์	0.57	0.67	ผ่านเกณฑ์	คัดเลือก
7	0.53	0.64	ผ่านเกณฑ์	0.07	0.13	ไม่ผ่านเกณฑ์	ไม่คัดเลือก
8	0.80	0.33	ผ่านเกณฑ์	0.53	0.38	ผ่านเกณฑ์	คัดเลือก
9	0.03	0.00	ไม่ผ่านเกณฑ์	0.27	-0.13	ไม่ผ่านเกณฑ์	ไม่คัดเลือก
10	0.53	0.56	ผ่านเกณฑ์	0.07	0.00	ไม่ผ่านเกณฑ์	ไม่คัดเลือก
11	0.57	0.92	ผ่านเกณฑ์	0.60	0.92	ผ่านเกณฑ์	คัดเลือก
12	0.83	0.22	ผ่านเกณฑ์	0.77	0.50	ไม่ผ่านเกณฑ์	ไม่คัดเลือก
13	0.70	0.67	ผ่านเกณฑ์	0.80	0.42	ผ่านเกณฑ์	คัดเลือก
14	0.70	0.47	ผ่านเกณฑ์	0.33	1.00	ผ่านเกณฑ์	คัดเลือก
15	0.60	0.33	ผ่านเกณฑ์	0.23	-0.33	ไม่ผ่านเกณฑ์	ไม่คัดเลือก
16	0.67	0.75	ผ่านเกณฑ์	0.30	0.88	ผ่านเกณฑ์	คัดเลือก
17	0.73	0.14	ไม่ผ่านเกณฑ์	0.40	-0.25	ไม่ผ่านเกณฑ์	ไม่คัดเลือก
18	0.63	0.56	ผ่านเกณฑ์	0.40	0.38	ผ่านเกณฑ์	คัดเลือก
19	0.53	0.72	ผ่านเกณฑ์	0.43	0.79	ผ่านเกณฑ์	คัดเลือก
20	0.63	0.19	ไม่ผ่านเกณฑ์	0.63	0.58	ผ่านเกณฑ์	ไม่คัดเลือก
21	0.60	0.83	ผ่านเกณฑ์	0.53	0.92	ผ่านเกณฑ์	คัดเลือก
22	0.20	0.56	ผ่านเกณฑ์	0.23	-0.50	ไม่ผ่านเกณฑ์	ไม่คัดเลือก
23	0.97	0.00	ไม่ผ่านเกณฑ์	0.60	0.50	ผ่านเกณฑ์	ไม่คัดเลือก
24	0.47	0.89	ผ่านเกณฑ์	0.00	0.00	ไม่ผ่านเกณฑ์	ไม่คัดเลือก
25	0.63	0.83	ผ่านเกณฑ์	0.47	0.54	ผ่านเกณฑ์	คัดเลือก
26	0.80	0.14	ไม่ผ่านเกณฑ์	0.40	0.79	ผ่านเกณฑ์	ไม่คัดเลือก

ตาราง 16 (ต่อ)

ข้อที่	แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน		ผลการวิเคราะห์	แบบทดสอบวัดความเข้าใจในโมทัศน์		ผลการวิเคราะห์	ผลการพิจารณา
	p	r		p	r		
27	0.57	0.92	ผ่านเกณฑ์	0.63	0.25	ผ่านเกณฑ์	คัดเลือก
28	0.23	-0.03	ไม่ผ่านเกณฑ์	0.23	-0.04	ไม่ผ่านเกณฑ์	ไม่คัดเลือก
29	0.37	0.69	ผ่านเกณฑ์	0.40	0.88	ผ่านเกณฑ์	คัดเลือก
30	0.80	0.25	ผ่านเกณฑ์	0.53	0.92	ผ่านเกณฑ์	คัดเลือก
31	0.90	0.17	ไม่ผ่านเกณฑ์	0.70	0.67	ผ่านเกณฑ์	ไม่คัดเลือก
32	0.70	0.42	ผ่านเกณฑ์	0.30	0.33	ผ่านเกณฑ์	คัดเลือก
33	0.40	0.72	ผ่านเกณฑ์	0.43	0.58	ผ่านเกณฑ์	คัดเลือก
34	0.87	0.25	ผ่านเกณฑ์	0.50	0.75	ผ่านเกณฑ์	คัดเลือก
35	0.43	0.89	ผ่านเกณฑ์	0.57	0.25	ผ่านเกณฑ์	คัดเลือก
36	0.53	0.83	ผ่านเกณฑ์	0.17	0.17	ไม่ผ่านเกณฑ์	ไม่คัดเลือก
37	0.10	0.11	ไม่ผ่านเกณฑ์	0.20	-0.04	ไม่ผ่านเกณฑ์	ไม่คัดเลือก
38	0.37	0.89	ผ่านเกณฑ์	0.33	0.38	ผ่านเกณฑ์	คัดเลือก
39	0.53	1.00	ผ่านเกณฑ์	0.73	0.58	ผ่านเกณฑ์	คัดเลือก
40	0.03	0.00	ไม่ผ่านเกณฑ์	0.57	0.58	ผ่านเกณฑ์	ไม่คัดเลือก

ข้อสอบของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผ่านการคัดเลือกรับค่าค่าความยาก (p) อยู่ระหว่าง 0.33 – 0.80 และมีค่าอำนาจจำแนกอยู่ (r) ระหว่าง 0.25 – 1.00 และค่าความเชื่อมั่น (KR-20) มีค่าเท่ากับ 0.92 ส่วนข้อสอบของแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ที่ผ่านการคัดเลือกรับค่าค่าความยาก (p) อยู่ระหว่าง 0.07 – 0.80 และมีค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.13 – 1.00 และค่าความเชื่อมั่น (KR-20) มีค่าเท่ากับ 0.84 ทั้งนี้ข้อคำถามที่ 2 ไม่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด แต่ผู้วิจัยได้คัดเลือกรับและปรับแก้ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ เพื่อให้ครอบคลุมระดับพฤติกรรมที่ต้องการวัด และได้ข้อคำถามที่ใช้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความเข้าใจในมโนทัศน์ให้ครอบคลุมเนื้อหาที่กำหนด

ภาคผนวก จ
ตัวอย่างแบบสัมภาษณ์



ภาคผนวก จ

**ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและ
ความเข้าใจใหม่ในทัศน์ วิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์ โดยประยุกต์ใช้
แนวคิดของโพสเนอร์ตามแนวทางการวิจัยอิงการออกแบบ**



แผนการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความเข้าใจใหม่ในทัศน์
วิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์ โดยประยุกต์ใช้แนวคิดของโพสเนอร์
ตามแนวทางการวิจัยอิงการออกแบบ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

รายวิชา เคมี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

หัวข้อ พันธะของคาร์บอน (ความหมายของสารประกอบอินทรีย์)

เรื่อง เคมีอินทรีย์

จำนวน 1 คาบ (50 นาที)

1. แผนผังความคิด



2. สาระสำคัญ

สารประกอบอินทรีย์ หมายถึง สารที่มีธาตุคาร์บอนและไฮโดรเจนเป็นองค์ประกอบ ที่เกิดจากสิ่งมีชีวิต หรือการสังเคราะห์ก็ได้ ยกเว้น ออกไซด์ของคาร์บอน กรดคาร์บอนิกและเกลือคาร์บอเนต เกลือออกซาลेट เกลือไซยาไนด์ เกลือไซยาเนต เกลือไทโอไซยาเนต เกลือคาร์ไบด์ และสารที่เป็นรูปอัญรูปของธาตุคาร์บอน

3. ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

เมื่อจบบทที่ 11 เรื่องเคมีอินทรีย์ หัวข้อความหมายของสารประกอบอินทรีย์ นักเรียนสามารถ

ด้านความรู้ความเข้าใจ (K)

- บอกความแตกต่างระหว่างสารประกอบอินทรีย์กับสารประกอบอนินทรีย์ได้
- อธิบายเหตุผลที่ทำให้มีสารประกอบอินทรีย์จำนวนมากได้

ด้านทักษะกระบวนการ (P)

- จำแนกสารประกอบที่กำหนด โดยพิจารณาเกณฑ์การแบ่งสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)

- มีความสนใจใฝ่รู้ และการแสดงความคิดเห็นในการอภิปรายเรื่องต่าง ๆ
- รับผิดชอบและทำงานครบถ้วนตามที่ได้รับมอบหมายและทันเวลาที่กำหนด

4. สารการเรียนรู้

สารประกอบอินทรีย์ หมายถึง สารที่มีธาตุคาร์บอนและไฮโดรเจนเป็นองค์ประกอบ ที่เกิดจากสิ่งมีชีวิต หรือการสังเคราะห์ก็ได้ ยกเว้นสารต่อไปนี้

1. สารที่เป็นรูปอัญรูปของธาตุคาร์บอน เช่น เพชร แกรไฟต์ ฟูลเลอรีน (C_{60})
2. ออกไซด์ของคาร์บอน เช่น CO , CO_2
3. สารประกอบกรดคาร์บอนิกและเกลือคาร์บอเนต เช่น H_2CO_3 , $CaCO_3$, Na_2SO_4
4. เกลือออกซาลेट เช่น $Na_2C_2O_4$
5. เกลือไซยาไนด์ (CN^-) เช่น KCN , $NaCN$
6. เกลือไซยาเนต (OCN^-) เช่น NH_4OCN , $KOCN$
7. เกลือไทโอไซยาเนต (SCN^-) เช่น $KSCN$
8. เกลือคาร์ไบด์ (C^{4-}) เช่น CaC_2
9. สารประกอบคาร์บอนอื่น ๆ เช่น CCl_4 , CS_2 , $COCl_2$

ตาราง การเปรียบเทียบสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์

สมบัติ	สารอินทรีย์	สารอนินทรีย์
1. แหล่งที่เกิด	ได้จากพืชและสัตว์	ได้จากธรรมชาติ เช่น หินแร่
2. ชนิดของพันธะ	พันธะโคเวเลนต์	พันธะโคเวเลนต์ พันธะไอออนิก
3. การละลาย	ส่วนใหญ่ไม่ละลายน้ำ ยกเว้นสารที่มีขั้วโมเลกุลเล็ก	ส่วนใหญ่ละลายน้ำได้ดี
4. การนำไฟฟ้า	ไม่นำไฟฟ้า หรือนำไฟฟ้าได้น้อย	ส่วนใหญ่พวกละลายน้ำจะนำไฟฟ้าได้ดี
5. จุดเดือดและจุดหลอมเหลว	ต่ำ แต่จะเพิ่มขึ้นตามมวล	ส่วนมากจุดเดือดจุดหลอมเหลวสูง
6. ตัวอย่างสารประกอบ	CH_4 C_2H_6 C_3H_8 C_4H_{10} NH_2CONH_2 C_6H_5COOH	SiO_2 $NaCl$ $CaCO_3$ NaF $MgCl_2$ HNO_3 CO_2 KCN

5. กิจกรรม/กระบวนการจัดการเรียนรู้

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน (10 นาที)

- 1) ครูให้นักเรียนยกตัวอย่างสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิตที่นักเรียนพบในชีวิตประจำวันมีอะไรบ้าง โดยครูกระตุ้นให้นักเรียนตอบมากที่สุด
- 2) นักเรียนร่วมกันดูคลิปวิดีโอ การกำเนิดสิ่งมีชีวิต และร่วมกันอภิปราย

3) ครูให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายความแตกต่างระหว่างสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิต ซึ่งมีลักษณะใดที่ทำให้สิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิตมีความแตกต่างกัน

4) จากคำตอบที่นักเรียนตอบมาแล้วนั้น ให้ครูกำหนดประเด็นการอภิปรายความแตกต่างของ“ธาตุที่เป็นองค์ประกอบ” ระหว่างสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิต

5) ครูยกตัวอย่างสารที่มีสูตรโครงสร้าง $\text{HO} - \text{COOH}$ แล้วให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายว่าเป็นสารประกอบอินทรีย์หรือไม่ (นักเรียนส่วนมากจะตอบว่าเป็นสารประกอบอินทรีย์ แต่สารดังกล่าวถ้าเขียนอยู่ในรูปสูตรโมเลกุลก็คือ กรดคาร์บอนิก (H_2CO_3) (เงื่อนไข: การไม่พอใจต่อมโนทัศน์ที่มีอยู่)

ขั้นสอน (30 นาที)

1) ครูอธิบายความหมายของสารประกอบอินทรีย์ พร้อมยกตัวอย่างและอธิบายสารประกอบอินทรีย์โดยเปรียบเทียบให้นักเรียนเห็นถึงความแตกต่างระหว่างสารประกอบทั้งสอง โดยดำเนินการสาธิตกิจกรรม ดังนี้ (เงื่อนไข: การสอนเพื่อให้เกิดมโนทัศน์ใหม่)

กิจกรรมการเปรียบเทียบสมบัติของสารประกอบอินทรีย์และสารประกอบอนินทรีย์

ในการอธิบายสมบัติการละลายของสารประกอบอินทรีย์และสารประกอบอนินทรีย์ ตัวแทนนักเรียนออกมาสาธิตสมบัติต่าง ๆ ได้แก่

การละลาย ให้เอทเซนเป็นตัวแทนของสารประกอบอินทรีย์ และเกลือแกงเป็นตัวแทนสารประกอบอนินทรีย์ เพื่อทดสอบคุณสมบัติการละลายน้ำ (ในการสาธิตควรผสมสีน้ำเปล่าให้เป็นสีแดง เพื่อให้นักเรียนเห็นการแยกชั้นระหว่างเอทเซนและน้ำ)

การนำไฟฟ้า ให้เอทเซนเป็นตัวแทนของสารประกอบอินทรีย์ และแคลเซียมคลอไรด์ (CaCl_2) เป็นตัวแทนสารประกอบอนินทรีย์ เพื่อทดสอบคุณสมบัติการนำไฟฟ้าโดยใช้เครื่องวัดการนำไฟฟ้าจุ่มลงในสารละลายเพื่อทดสอบ

2) ครูอธิบายสารประกอบที่มีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบแต่ไม่ใช่สารประกอบอินทรีย์ โดยมีจำนวน 9 ประเภท ตามหนังสือเรียน สสวท. หน้า 1

3) นักเรียนร่วมกันอภิปรายความแตกต่างของสารประกอบอินทรีย์และสารประกอบอนินทรีย์ และครูเน้นย้ำว่าสารที่มีคาร์บอนและไฮโดรเจนเป็นองค์ประกอบอาจจะไม่ใช่สารประกอบอินทรีย์เสมอไป (เงื่อนไข: การเชื่อมโยงมโนทัศน์ใหม่กับมโนทัศน์เดิม)

ขั้นสรุป (10 นาที)

1) นักเรียนและครูร่วมกันทำแบบฝึกหัดเปรียบเทียบสมบัติของสารประกอบอินทรีย์และสารประกอบอนินทรีย์

2) ครูยกตัวอย่างของสารต่างเพื่อให้นักเรียนตอบว่าเป็นสารประกอบอินทรีย์หรือสารประกอบอนินทรีย์และให้อธิบายคุณสมบัติตามที่ครูถาม เช่น การนำไฟฟ้า การละลาย (เงื่อนไข: มโนทัศน์ใหม่สามารถขยายขอบเขตของการแสวงหาความรู้อื่นๆ)

3) ครูแจ้งให้นักเรียนทราบว่าในคาบถัดไป จะศึกษาการเขียนสูตรโครงสร้างสารประกอบอินทรีย์ พร้อมทั้งให้นักเรียนทบทวนหัวข้อพันธะของคาร์บอน

6. สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้

- 1) เอกสารประกอบการสอน เคมี 5 เรื่องเคมีอินทรีย์
- 2) หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม เคมี เล่ม 5 จัดทำโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)

7. การวัดผลและประเมินการเรียนรู้

สิ่งที่ต้องการวัดและประเมิน	วิธีวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมินผล
ด้านความรู้ความเข้าใจ (K) - บอกความแตกต่างระหว่างสารประกอบอินทรีย์กับสารประกอบอนินทรีย์ได้ - อธิบายเหตุผลที่ทำให้มีสารประกอบอินทรีย์จำนวนมากได้	การถามตอบ	ข้อคำถาม	นักเรียนร้อยละ 80 สามารถตอบคำถามได้ถูกต้อง
ด้านทักษะกระบวนการ (P) - จำแนกสารประกอบที่กำหนดให้ โดยพิจารณาเกณฑ์การแบ่งสารอินทรีย์และสาร อนินทรีย์	การถามตอบ	ข้อคำถาม	นักเรียนร้อยละ 80 สามารถตอบคำถามได้ถูกต้อง
ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A) - มีความสนใจใฝ่รู้ และการแสดงความคิดเห็นในการอภิปรายเรื่องต่าง ๆ - รับผิดชอบและทำงานครบถ้วนตามที่ได้รับมอบหมายและทันเวลาที่กำหนด	การสังเกต	แบบประเมิน	นักเรียนร้อยละ 80 มีความสนใจใฝ่รู้และรับผิดชอบทำงานครบถ้วนตามที่ได้รับมอบหมาย

8. บันทึกหลังสอน

8.1 ผลการสอน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

8.2 ปัญหาและอุปสรรค

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

8.3 แนวทางการแก้ไข

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน
(นายนนท์ปวิธ กันเกลา)

แผนการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความเข้าใจใหม่ในทัศน์
รายวิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์ โดยประยุกต์ใช้แนวคิดของโพสเนอร์ ตามแนวทางการวิจัย
อิงการออกแบบ
ตามแนวทางการวิจัยอิงการออกแบบ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

รายวิชา เคมี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

หัวข้อ พันธะของคาร์บอน (การเขียนสูตรโครงสร้างของสารประกอบอินทรีย์)

เรื่อง เคมีอินทรีย์

จำนวน 2 คาบ (100 นาที)

1. แผนผังความคิด



2. สาระสำคัญ

โครงสร้างของสารประกอบอินทรีย์เขียนลดลงได้หลายแบบ เช่น โครงสร้างลิวอิส โครงสร้างแบบย่อ โครงสร้างแบบเส้นและมุม ซึ่งโครงสร้างเหล่านี้จัดเรียงอะตอมในโมเลกุลแบบ 2 มิติ

3. ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

เมื่อจบบทที่ 11 เรื่องเคมีอินทรีย์ หัวข้อการเขียนสูตรโครงสร้างสารประกอบอินทรีย์ นักเรียนสามารถ

ด้านความรู้ความเข้าใจ (K)

- เขียนสูตรโครงสร้างของสารประกอบอินทรีย์ในรูปสูตรแบบลิวอิส แบบย่อ แบบใช้เส้นและมุม

ด้านทักษะกระบวนการ (P)

- จัดกระทำสูตรโครงสร้างของสารประกอบอินทรีย์ในรูปแบบที่กำหนดได้

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)

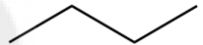
- มีความสนใจใฝ่รู้ และการแสดงความคิดเห็นในการอภิปรายเรื่องต่าง ๆ
- รับผิดชอบและทำงานครบถ้วนตามที่ได้รับมอบหมายและทันเวลาที่กำหนด

4. สาระการเรียนรู้

การเขียนสูตรโครงสร้างแบบลิวอิส จะแสดงการจัดเรียงอะตอมของธาตุองค์ประกอบที่มีอยู่ใน 1 โมเลกุลของสารเท่านั้น

การเขียนสูตรโครงสร้างแบบย่อ จะแสดงเฉพาะพันธะคู่หรือพันธะสามระหว่างอะตอมของคาร์บอน

การเขียนสูตรโครงสร้างแบบเส้นและมุม ไม่เขียนแสดงอะตอมคาร์บอนและไฮโดรเจนที่ต่อกัน

สูตร โมเลกุล	สูตรโครงสร้าง		
	โครงสร้างลิวอิส	โครงสร้างแบบผสม	โครงสร้างแบบเส้น และมุม
C_4H_{10}	$ \begin{array}{cccc} H & H & H & H \\ & & & \\ H-C & -C & -C & -C-H \\ & & & \\ H & H & H & H \end{array} $	$CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH_3$	
C_5H_{10}	$ \begin{array}{ccccc} H & H & H & H & H \\ & & & & \\ H-C & -C & -C & -C & =C \\ & & & & \\ H & H & H & & H \end{array} $	$CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH = CH_2$	

5. กิจกรรม/กระบวนการจัดการเรียนรู้

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน (10 นาที)

- 1) ครูให้นักเรียนร่วมกันยกตัวอย่างสารประกอบอินทรีย์ที่รู้จัก
- 2) ครูทบทวนการเกิดพันธะโคเวเลนต์ในสารประกอบอินทรีย์ ระหว่างธาตุคาร์บอนกับธาตุคาร์บอน และธาตุคาร์บอนกับธาตุอื่น ๆ
- 3) นักเรียนร่วมกันสรุปชนิดพันธะระหว่างธาตุคาร์บอนกับธาตุคาร์บอน ว่ามีกี่ประเภท อะไรบ้าง นอกจากนั้นธาตุคาร์บอนสามารถสร้างพันธะกับธาตุอื่น ๆ ในลักษณะใดบ้าง

ขั้นสอน (70 นาที)

- 1) ครูอธิบายการเขียนโครงสร้างของสารประกอบอินทรีย์ ได้แก่ โครงสร้างแบบลิวอิส โครงสร้างแบบย่อ โครงสร้างแบบผสม และโครงสร้างแบบเส้นและมุม

2) ครูยกตัวอย่างสารประกอบ $\text{CH}\equiv\text{CCH}_2\text{CH}_3$ โดยครูเลือกตัวแทนนักเรียน 3 คน (ที่มีความสามารถแตกต่างกัน) ออกมาเขียน โครงสร้างแบบลิวอิส และโครงสร้างแบบเส้นและมุม (จากการสัมภาษณ์เชิงคุณภาพพบว่า นักเรียนส่วนมากจะเขียนสูตรโครงสร้างแบบเส้นและมุม ของโมเลกุลที่มีพันธะสามไม่ถูกต้อง โดยการเขียนโครงสร้างพันธะจะไม่สามารถเขียนต่อแบบซิกแซก ระหว่างมุมของคาร์บอนได้ เนื่องจากการทำมุมระหว่างพันธะของอะตอม) (เงื่อนไข: การไม่พอใจต่อ มโนทัศน์ที่มีอยู่)

3) ครูอธิบายการเขียนสูตรโครงสร้างของสารประกอบอินทรีย์อีกครั้ง โดยเน้นย้ำการเขียน โครงสร้างแบบเส้นและมุม ที่ภายในโมเลกุลมีพันธะสาม (เงื่อนไข: การสอนเพื่อให้เกิดมโนทัศน์)

4) ครูยกตัวอย่างโครงสร้างลิวอิสที่มีพันธะสามภายในโมเลกุล โดยสุ่มเรียกให้ตัวแทน นักเรียนออกมาเขียนหน้ากระดาน และให้นักเรียนในห้องร่วมกันอภิปรายคำตอบ (เงื่อนไข: การ เชื่อมโยงมโนทัศน์ใหม่กับมโนทัศน์เดิม)

5) ครูขยายความรู้จากโครงสร้างลิวอิสซึ่งเป็นโครงสร้างในลักษณะ 2 มิติ สู่การสร้าง แบบจำลองโมเลกุล 3 มิติ ของสารอินทรีย์ โดยครูสอนการเขียนโครงสร้าง C_4H_{10} ตามการทดลอง 1.1 ในหนังสือเรียนเคมี 5 สสวท. โดยกำหนด ดังนี้ (เงื่อนไข: การเชื่อมโยงมโนทัศน์หนึ่งไปสัมพันธ์ กับมโนทัศน์หนึ่ง)

- นักเรียนแบ่งกลุ่มออกเป็น 6 กลุ่ม โดยให้นักเรียนร่วมกันสร้างแบบจำลองโมเลกุล 3 มิติ ซึ่งลูกบอลสีดำ แทนอะตอมของคาร์บอน และลูกบอลสีขาวแทนอะตอมของไฮโดรเจน
- ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มต่อโครงสร้างสร้างประกอบอินทรีย์ ได้แก่ CH_4 , C_2H_6 , C_5H_{12} และ C_6H_{14} ในลักษณะโมเลกุล 3 มิติ โดยครูทำหน้าที่สังเกตการเรียนรู้ของนักเรียน เท่านั้น

ขั้นสรุป (20 นาที)

1) นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอผลงานที่ได้จัดเรียงแบบจำลองโมเลกุล โดยครูและ นักเรียนในห้องร่วมกันอภิปรายผลของแต่ละกลุ่ม เพื่อนำไปสู่การสรุปการไอโซเมอร์ของ สารประกอบอินทรีย์

2) ครูยกตัวอย่างแบบฝึกหัด 1.1 ในหนังสือเรียนเคมี 5 สสวท. ข้อที่ 6 เพื่อให้นักเรียนร่วม ทำแบบฝึกหัด

6. สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้

- 1) เอกสารประกอบการสอน เคมี 5 เรื่องเคมีอินทรีย์
- 2) หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม เคมี เล่ม 5 จัดทำโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)

7. การวัดผลและประเมินการเรียนรู้

สิ่งที่ต้องการวัดและประเมิน	วิธีวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมินผล
ด้านความรู้ความเข้าใจ (K) - เขียนสูตรโครงสร้างของสารประกอบอินทรีย์ในรูปสูตรแบบลิวอิส แบบย่อ แบบใช้เส้นและมุม	การทดสอบ	แบบทดสอบ	นักเรียนร้อยละ 80 สามารถตอบคำถามได้ถูกต้อง
ด้านทักษะกระบวนการ (P) - จัดกระทำสูตรโครงสร้างของสารประกอบอินทรีย์ในรูปแบบที่กำหนดได้	การทดสอบ	แบบทดสอบ	นักเรียนร้อยละ 80 สามารถตอบคำถามได้ถูกต้อง
ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A) - มีความสนใจใฝ่รู้ และการแสดงความคิดเห็นในการอภิปรายเรื่องต่าง ๆ - รับผิดชอบและทำงานครบถ้วนตามที่ได้รับมอบหมายและทันเวลาที่กำหนด	การสังเกต	แบบประเมิน	นักเรียนร้อยละ 80 มีความสนใจใฝ่รู้และรับผิดชอบทำงานครบถ้วนตามที่ได้รับมอบหมาย

8. บันทึกหลังสอน

8.1 ผลการสอน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

8.2 ปัญหาและอุปสรรค

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

8.3 แนวทางการแก้ไข

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน
(นายนนท์ปวิธ กันเกลา)

ภาคผนวก ข
ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ วิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์



แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ วิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

รายวิชา เคมี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

หัวข้อ พันธะของคาร์บอน (ความหมายของสารประกอบอินทรีย์)

เรื่อง เคมีอินทรีย์

จำนวน 1 คาบ (50 นาที)

1. แผนผังความคิด



2. สาระสำคัญ

สารประกอบอินทรีย์ หมายถึง สารที่มีธาตุคาร์บอนและไฮโดรเจนเป็นองค์ประกอบ ที่เกิดจากสิ่งมีชีวิต หรือการสังเคราะห์ก็ได้ ยกเว้น ออกไซด์ของคาร์บอน กรดคาร์บอนิกและเกลือคาร์บอเนต เกลือออกซาลेट เกลือไซยาไนด์ เกลือไซยาเนต เกลือไทโอไซยาเนต เกลือคาร์ไบด์ และสารที่เป็นรูปอัญรูปของธาตุคาร์บอน

3. ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

เมื่อจบบทที่ 11 เรื่องเคมีอินทรีย์ หัวข้อความหมายของสารประกอบอินทรีย์ นักเรียนสามารถ

ด้านความรู้ความเข้าใจ (K)

- บอกความแตกต่างระหว่างสารประกอบอินทรีย์กับสารประกอบอนินทรีย์ได้
- อธิบายเหตุผลที่ทำให้มีสารประกอบอินทรีย์จำนวนมากได้

ด้านทักษะกระบวนการ (P)

- จำแนกสารประกอบที่กำหนด โดยพิจารณาเกณฑ์การแบ่งสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)

- มีความสนใจใฝ่รู้ และการแสดงความคิดเห็นในการอภิปรายเรื่องต่าง ๆ
- รับผิดชอบและทำงานครบถ้วนตามที่ได้รับมอบหมายและทันเวลาที่กำหนด

4. สารการเรียนรู้

สารประกอบอินทรีย์ หมายถึง สารที่มีธาตุคาร์บอนและไฮโดรเจนเป็นองค์ประกอบ ที่เกิดจากสิ่งมีชีวิต หรือการสังเคราะห์ก็ได้ ยกเว้นสารต่อไปนี้

1. สารที่เป็นรูปอัญรูปของธาตุคาร์บอน เช่น เพชร แกรไฟต์ ฟูลเลอรีน (C_{60})
2. ออกไซด์ของคาร์บอน เช่น CO , CO_2
3. สารประกอบกรดคาร์บอนิกและเกลือคาร์บอเนต เช่น H_2CO_3 , $CaCO_3$, Na_2SO_4
4. เกลือออกซาลेट เช่น $Na_2C_2O_4$
5. เกลือไซยาไนด์ (CN^-) เช่น KCN , $NaCN$
6. เกลือไซยาเนต (OCN^-) เช่น NH_4OCN , $KOCN$
7. เกลือไทโอไซยาเนต (SCN^-) เช่น $KSCN$
8. เกลือคาร์ไบด์ (C^{4-}) เช่น CaC_4
9. สารประกอบคาร์บอนอื่น ๆ เช่น CCl_4 , CS_2 , $COCl_2$

ตาราง การเปรียบเทียบสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์

สมบัติ	สารอินทรีย์	สารอนินทรีย์
1. แหล่งที่เกิด	ได้จากพืชและสัตว์	ได้จากธรรมชาติ เช่น หินแร่
2. ชนิดของพันธะ	พันธะโคเวเลนต์	พันธะโคเวเลนต์ พันธะไอออนิก
3. การละลาย	ส่วนใหญ่ไม่ละลายน้ำ ยกเว้นสารที่มีขั้วโมเลกุลเล็ก	ส่วนใหญ่ละลายน้ำได้ดี
4. การนำไฟฟ้า	ไม่นำไฟฟ้า หรือนำไฟฟ้าได้น้อย	ส่วนใหญ่พวกที่ละลายน้ำจะนำไฟฟ้าได้ดี
5. จุดเดือดและจุดหลอมเหลว	ต่ำ แต่จะเพิ่มขึ้นตามมวล	ส่วนมากจุดเดือดจุดหลอมเหลวสูง
6. ตัวอย่างสารประกอบ	CH_4 C_2H_6 C_3H_8 C_4H_{10} NH_2CONH_2 C_6H_5COOH	SiO_2 $NaCl$ $CaCO_3$ NaF $MgCl_2$ HNO_3 CO_2 KCN

5. กิจกรรม/กระบวนการจัดการเรียนรู้

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน (10 นาที)

- 1) ครูให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายความแตกต่างระหว่างสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิต ซึ่งมีลักษณะใดที่ทำให้สิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิตมีความแตกต่างกัน โดยครูเชื่อมโยงความแตกต่างการเปรียบเทียบระหว่างสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิตในเชิงธาตุที่เป็นองค์ประกอบ
- 2) นักเรียนร่วมกันอภิปรายความแตกต่างระหว่างสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิตในเชิงธาตุที่เป็นองค์ประกอบ
- 3) ครูเชื่อมโยงธาตุที่เป็นองค์ประกอบระหว่างสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิตเพื่ออธิบายความหมายของสารประกอบอินทรีย์

ขั้นสอน (30 นาที)

- 1) ครูอธิบายความหมายของสารประกอบอินทรีย์ โดยให้นักเรียนยกตัวอย่างสารประกอบอินทรีย์ที่รู้จักในชีวิตประจำวัน
- 2) นักเรียนร่วมกันเปรียบเทียบสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ลงในตาราง
- 3) นักเรียนร่วมกันอภิปรายหัวข้อความสัมพันธ์ระหว่างสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ โดยให้ตัวแทนนักเรียนออกมาอภิปรายหน้าห้องเรียน

ขั้นสรุป (10 นาที)

- 1) นักเรียนและครูร่วมกันทำแบบฝึกหัดเปรียบเทียบสมบัติของสารประกอบอินทรีย์และสารประกอบอนินทรีย์
- 2) ครูแจ้งให้นักเรียนทราบว่าในคาบถัดไป จะศึกษาการเขียนสูตรโครงสร้างสารประกอบอินทรีย์ พร้อมทั้งให้นักเรียนทบทวนหัวข้อพันธะของคาร์บอน

6. สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้

- 1) เอกสารประกอบการสอน เคมี 5 เรื่องเคมีอินทรีย์
- 2) หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม เคมี เล่ม 5 จัดทำโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)

7. การวัดผลและประเมินการเรียนรู้

สิ่งที่ต้องการวัดและประเมิน	วิธีวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมินผล
ด้านความรู้ความเข้าใจ (K) - บอกความแตกต่างระหว่างสารประกอบอินทรีย์กับสารประกอบอนินทรีย์ได้ - อธิบายเหตุผลที่ทำให้มีสารประกอบอินทรีย์จำนวนมากได้	การถามตอบ	ข้อคำถาม	นักเรียนร้อยละ 80 สามารถตอบคำถามได้ถูกต้อง
ด้านทักษะกระบวนการ (P) - จำแนกสารประกอบที่กำหนดให้ โดยพิจารณาเกณฑ์การแบ่งสารอินทรีย์และสาร อนินทรีย์	การถามตอบ	ข้อคำถาม	นักเรียนร้อยละ 80 สามารถตอบคำถามได้ถูกต้อง
ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A) - มีความสนใจใฝ่รู้ และการแสดงความคิดเห็นในการอภิปรายเรื่องต่าง ๆ - รับผิดชอบและทำงานครบถ้วนตามที่ได้รับมอบหมายและทันเวลาที่กำหนด	การสังเกต	แบบประเมิน	นักเรียนร้อยละ 80 มีความสนใจใฝ่รู้และรับผิดชอบทำงานครบถ้วนตามที่ได้รับมอบหมาย

8. บันทึกหลังสอน

8.1 ผลการสอน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

8.2 ปัญหาและอุปสรรค

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

8.3 แนวทางการแก้ไข

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน
(นายนนท์ปวิธ กันเกลา)

แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ วิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

รายวิชา เคมี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

หัวข้อ พันธะของคาร์บอน (การเขียนสูตรโครงสร้างของสารประกอบอินทรีย์)

เรื่อง เคมีอินทรีย์

จำนวน 2 คาบ (100 นาที)

1. แผนผังความคิด



2. สาระสำคัญ

โครงสร้างของสารประกอบอินทรีย์เขียนลดลงได้หลายแบบ เช่น โครงสร้างลิวอิส โครงสร้างแบบย่อ โครงสร้างแบบเส้นและมุม ซึ่งโครงสร้างเหล่านี้จัดเรียงอะตอมในโมเลกุลแบบ 2 มิติ

3. ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

เมื่อจบบทที่ 11 เรื่องเคมีอินทรีย์ หัวข้อการเขียนสูตรโครงสร้างสารประกอบอินทรีย์ นักเรียนสามารถ

ด้านความรู้ความเข้าใจ (K)

- เขียนสูตรโครงสร้างของสารประกอบอินทรีย์ในรูปสูตรแบบลิวอิส แบบย่อ แบบใช้เส้นและมุม

ด้านทักษะกระบวนการ (P)

- จัดกระทำสูตรโครงสร้างของสารประกอบอินทรีย์ในรูปแบบที่กำหนดได้

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)

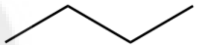
- มีความสนใจใฝ่รู้ และการแสดงความคิดเห็นในการอภิปรายเรื่องต่าง ๆ
- รับผิดชอบและทำงานครบถ้วนตามที่ได้รับมอบหมายและทันเวลาที่กำหนด

4. สาระการเรียนรู้

การเขียนสูตรโครงสร้างแบบลิวอิส จะแสดงการจัดเรียงอะตอมของธาตุองค์ประกอบที่มีอยู่ใน 1 โมเลกุลของสารเท่านั้น

การเขียนสูตรโครงสร้างแบบย่อ จะแสดงเฉพาะพันธะคู่หรือพันธะสามระหว่างอะตอมของคาร์บอน

การเขียนสูตรโครงสร้างแบบเส้นและมุม ไม่เขียนแสดงอะตอมคาร์บอนและไฮโดรเจนที่ต่อกัน

สูตร โมเลกุล	สูตรโครงสร้าง		
	โครงสร้างลิวอิส	โครงสร้างแบบผสม	โครงสร้างแบบเส้น และมุม
C_4H_{10}	$ \begin{array}{cccc} H & H & H & H \\ & & & \\ H-C & -C & -C & -C-H \\ & & & \\ H & H & H & H \end{array} $	$CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH_3$	
C_5H_{10}	$ \begin{array}{ccccc} H & H & H & H & H \\ & & & & \\ H-C & -C & -C & -C & =C \\ & & & & \\ H & H & H & & H \end{array} $	$CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH = CH_2$	

5. กิจกรรม/กระบวนการจัดการเรียนรู้

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน (15 นาที)

1) ครูให้นักเรียนร่วมกันยกตัวอย่างสารประกอบคาร์บอนที่เป็นโมเลกุลโคเวเลนต์ จากนั้นร่วมกันอภิปรายการสร้างพันธะของคาร์บอน

2) ครูเชื่อมโยงการสร้างพันธะของอะตอมคาร์บอนในสารประกอบอินทรีย์

ขั้นสอน (70 นาที)

1) ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่มออกเป็น 6 กลุ่ม โดยนักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันศึกษาการเขียนสูตรโครงสร้างแบบต่าง ๆ เป็นเวลา 20 นาที

2) ตัวแทนนักเรียน 3 กลุ่ม ออกมาอธิบายการเขียนสูตรโครงสร้างกลุ่มละ 1 แบบ

3) ครูอธิบายการเขียนสูตรโครงสร้างแบบต่าง ๆ พร้อมทั้งตั้งยกตัวอย่างสูตรโมเลกุลเพื่อให้ นักเรียนร่วมกันอภิปราย และเขียนเป็นสูตรโครงสร้างแบบต่าง ๆ

4) นักเรียนร่วมกันทำแบบฝึกหัดในเอกสารประกอบการเรียนเรื่องการเขียนสูตรโครงสร้าง ของสารประกอบอินทรีย์

ขั้นสรุป (15 นาที)

1) นักเรียนร่วมกันทำแบบฝึกหัด 1.1 ในหนังสือเรียนเคมี 5 สสท. โดยครูร่วมอธิบายการ เขียนสูตรโครงสร้างด้วย

6. สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้

1) เอกสารประกอบการสอน เคมี 5 เรื่องเคมีอินทรีย์

2) หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม เคมี เล่ม 5 จัดทำโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี (สสท.)

7. การวัดผลและประเมินการเรียนรู้

สิ่งที่ต้องการวัดและ ประเมิน	วิธีวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การ ประเมินผล
ด้านความรู้ความเข้าใจ (K) - เขียนสูตรโครงสร้างของ สารประกอบอินทรีย์ในรูปสูตร แบบลิวอิส แบบย่อ แบบใช้ เส้นและมุม	การทดสอบ	แบบทดสอบ	นักเรียนร้อยละ 80 สามารถตอบคำถามได้ ถูกต้อง
ด้านทักษะกระบวนการ (P) - จัดกระทำสูตรโครงสร้างของ สารประกอบอินทรีย์ใน รูปแบบที่กำหนดได้	การทดสอบ	แบบทดสอบ	นักเรียนร้อยละ 80 สามารถตอบคำถามได้ ถูกต้อง
ด้านคุณลักษณะอันพึง ประสงค์ (A) - มีความสนใจใฝ่รู้ และการ แสดงความคิดเห็นในการ อภิปรายเรื่องต่าง ๆ - รับผิดชอบและทำงาน ครบถ้วนตามที่ได้รับ มอบหมายและทันเวลาที่ กำหนด	การสังเกต	แบบประเมิน	นักเรียนร้อยละ 80 มี ความสนใจใฝ่รู้และ รับผิดชอบทำงาน ครบถ้วนตามที่ได้รับ มอบหมาย

8. บันทึกหลังสอน

8.1 ผลการสอน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

8.2 ปัญหาและอุปสรรค

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

8.3 แนวทางการแก้ไข

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน
(นายนนท์ปวิธ กันเกลา)

ภาคผนวก ช
แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์และแบบทดสอบความเข้าใจใหม่โนทัศน์



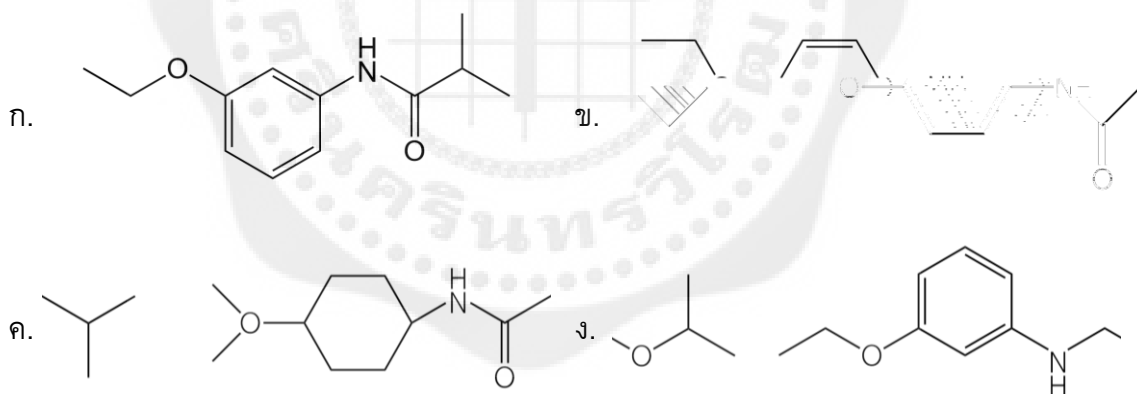
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบวัดความเข้าใจใหม่โนทัศน์
วิชา เคมี **เรื่อง เคมีอินทรีย์**
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 **เวลา 100 นาที**

คำชี้แจง :

1. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นข้อสอบปรนัย แบบทดสอบ 1 ข้อ แบ่งออกเป็น 2 ตอน ได้แก่
ตอนที่ 1 แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 4 ตัวเลือก
ตอนที่ 2 แบบวัดความเข้าใจใหม่โนทัศน์ จำนวน 4 ตัวเลือก
2. ให้นักเรียนกากบาท X คำตอบที่ถูกต้องในกระดาษคำตอบ
3. ให้นักเรียนส่งคืนแบบทดสอบและกระดาษคำตอบ กับคณะกรรมการคุมสอบหลังจากหมดเวลา

คำสั่ง : จงเลือกคำตอบที่ถูกต้อง

1. จากสูตรโครงสร้างแบบย่อ $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{O}(\text{C}_6\text{H}_4)\text{NHCOCH}(\text{CH}_3)_2$ สามารถเขียนสูตรโครงสร้างแบบเส้นได้อย่างไร



เหตุผลที่ใช้ประกอบคำตอบคือข้อใด

- A. สายโซ่คาร์บอนของโครงสร้างด้านสารประกอบอีเทอร์ ที่เขียนแบบย่อเป็น $-\text{CH}_3\text{CH}_2\text{O}$ หมายถึง มีหมู่เมทิล 2 หมู่ มาเกาะที่อะตอมออกซิเจน
- B. สายโซ่คาร์บอนของโครงสร้างสารประกอบด้านหมู่เอไมด์ ที่เขียนแบบย่อเป็น $-\text{CH}(\text{CH}_3)_2$ หมายถึง คาร์บอนโซ่ตรง ที่มีจำนวนคาร์บอน 3 อะตอม
- C. สายโซ่คาร์บอนของโครงสร้างสารประกอบด้านหมู่เอไมด์ ที่เขียนแบบย่อเป็น $-\text{CH}(\text{CH}_3)_2$ หมายถึง มีหมู่เมทิล 2 หมู่ มาเกาะที่อะตอมคาร์บอน
- D. สายโซ่คาร์บอนของโครงสร้างสารประกอบด้านหมู่เอไมด์ ที่เขียนแบบย่อเป็น $-\text{CH}(\text{CH}_3)_2$ หมายถึง หมู่อัลคิลที่มีจำนวนคาร์บอน 3 อะตอม มาเกาะกับอะตอมของคาร์บอน

2. สารประกอบในข้อใดมีสูตรอย่างง่ายเหมือนกับ $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OCH}_3$ ถ้ามีจำนวนอะตอมคาร์บอนเท่ากัน

ก. เอไมด์

ข. แอลดีไฮด์

ค. แอลกอฮอล์

ง. กรดอินทรีย์

เหตุผลที่ใช้ประกอบคำตอบคือข้อใด

A. หมู่ฟังก์ชันเหมือนกัน

B. จำนวนไอโซเมอร์เท่ากัน

C. จำนวนหมู่ฟังก์ชันเท่ากัน

D. จำนวนอะตอมและพันธะในโมเลกุลเท่ากัน

3. สารประกอบในข้อใด เมื่อเกิดปฏิกิริยาการเผาไหม้จะให้เขม่ามาก

ก. แอลไคน์

ข. แอลเคน

ค. แอลคีน

ง. แอลเคน และ แอลคีน

เหตุผลที่ใช้ประกอบคำตอบคือข้อใด

A. จำนวนอะตอมในโมเลกุลมีมาก

B. ความหนาแน่นระหว่างโมเลกุลสูง

C. แรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลแข็งแรง

D. ต้องใช้พลังงานในการสลายพันธะมาก

4. เมื่อนำสารประกอบแอลไคน์มาทำปฏิกิริยากับโบรมีนจะเกิดปฏิกิริยาประเภทใด

ก. ปฏิกิริยาแทนที่

ข. ปฏิกิริยาซัดไฮโดรเจน

ค. ปฏิกิริยาการเติม

ง. ปฏิกิริยาพอลิเมอไรเซชัน

เหตุผลที่ใช้ประกอบคำตอบคือข้อใด

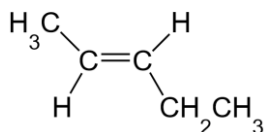
A. คาร์บอนสามารถสร้างพันธะกับอะตอมโบรมีนได้อย่างต่อเนื่อง เกิดเป็นสายโซ่ยาว

B. อะตอมโบรมีนสามารถที่เข้ามาสร้างพันธะกับคาร์บอนได้ แต่ส่งผลให้โมเลกุลอยู่ในสภาพที่ติดประจุลบ

C. คาร์บอนสามารถสร้างพันธะกับอะตอมโบรมีนได้ เนื่องจากยังมีอิเล็กตรอนที่สารเกิดพันธะโคเวเลนต์ได้

D. จำนวนเวเลนซ์อิเล็กตรอนของคาร์บอนไม่สามารถสร้างพันธะกับอะตอมโบรมีนได้ นอกจากการดึงอะตอมไฮโดรเจนในโมเลกุลออกเพื่อสร้างพันธะกับอะตอมโบรมีนแทน

5. พิจารณาโครงสร้างดังต่อไปนี้



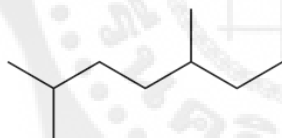
ข้อใดกล่าวถูกต้อง

- ก. เป็นไอโซเมอร์เรขาคณิตแบบซิส เรียกชื่อว่า ซิส-2-เพนทีน
- ข. เป็นไอโซเมอร์เรขาคณิตแบบซิส เรียกชื่อว่า ซิส-3-เพนทีน
- ค. เป็นไอโซเมอร์เรขาคณิตแบบทรานส์ เรียกชื่อว่า ทรานส์-2-เพนทีน
- ง. เป็นไอโซเมอร์เรขาคณิตแบบทรานส์ เรียกชื่อว่า ทรานส์-3-เพนทีน

เหตุผลที่ใช้ประกอบคำตอบคือข้อใด

- A. กลุ่มอะตอมที่เหมือนกันอยู่ตรงข้ามกัน โดยเริ่มนับตำแหน่งคาร์บอนทางด้านซ้ายมือเป็นตำแหน่งที่ 1
- B. กลุ่มอะตอมที่เหมือนกันอยู่ตรงข้ามกัน โดยเริ่มนับตำแหน่งคาร์บอนทางด้านขวามือเป็นตำแหน่งที่ 1
- C. กลุ่มอะตอมที่เหมือนกันจัดตัวอยู่ด้านเดียวกัน โดยเริ่มนับตำแหน่งคาร์บอนทางด้านซ้ายมือเป็นตำแหน่งที่ 1
- D. กลุ่มอะตอมที่เหมือนกันจัดตัวอยู่ด้านเดียวกัน โดยเริ่มนับตำแหน่งคาร์บอนทางด้านขวามือเป็นตำแหน่งที่ 1

6. สารประกอบ



สามารถอ่านชื่อตามระบบ IUPAC ได้อย่างไร

- ก. 2, 5 – dimethylheptane
- ข. 1, 1, 5 – trimethylpentane
- ค. 2 - methyl - 5 – ethylhexane
- ง. 2 - ethyl - 5 – methylhexane

เหตุผลที่ใช้ประกอบคำตอบคือข้อใด

- A. สายโซ่หลักมีจำนวนอะตอมคาร์บอน 6 อะตอม มีจำนวนหมู่แอลคิลมาเกาะที่ตำแหน่ง 2 และ 5 โดยเริ่มนับตำแหน่งคาร์บอนจากปลายด้านซ้าย
- B. สายโซ่หลักมีจำนวนอะตอมคาร์บอน 6 อะตอม มีจำนวนหมู่แอลคิลมาเกาะที่ตำแหน่ง 2 และ 5 โดยเริ่มนับตำแหน่งคาร์บอนจากปลายด้านขวา
- C. สายโซ่หลักมีจำนวนอะตอมคาร์บอน 7 อะตอม มีจำนวนหมู่แอลคิลมาเกาะที่ตำแหน่ง 2 และ 5 โดยเริ่มนับตำแหน่งคาร์บอนจากปลายด้านซ้าย
- D. สายโซ่หลักมีจำนวนอะตอมคาร์บอน 5 อะตอม มีจำนวนหมู่แอลคิลมาเกาะที่ตำแหน่ง 1 จำนวน 2 หมู่ และตำแหน่ง 5 จำนวน 1 หมู่ โดยเริ่มนับตำแหน่งคาร์บอนจากปลายด้านซ้าย

7. สารประกอบแอลเคน, แอลคีน และแอลไคน์ที่มีจำนวนอะตอมคาร์บอนเท่ากัน ข้อใดเปรียบเทียบจุดเดือดของสารประกอบทั้งสามได้ถูกต้อง

- ก. สารประกอบแอลคีน > แอลเคน > แอลไคน์
- ข. สารประกอบแอลไคน์ > แอลเคน > แอลคีน
- ค. สารประกอบแอลเคน > แอลคีน > แอลไคน์
- ง. สารประกอบแอลเคน > แอลไคน์ > แอลคีน

เหตุผลที่ใช้ประกอบคำตอบคือข้อใด

- A. โมเลกุลที่มีมวลเพิ่มขึ้น ส่งผลให้จุดเดือดต่างกัน
- B. แรงยึดเหนี่ยวภายในโมเลกุลของสารต่างกัน ส่งผลให้จุดเดือดต่างกัน
- C. สารประกอบทั้งสามมีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลต่างกัน ส่งผลให้จุดเดือดต่างกัน
- D. โมเลกุลที่มีจุดเดือดสูงสุดเป็นโมเลกุลที่มีขั้ว แต่โมเลกุลที่มีจุดเดือดต่ำสุดเป็นโมเลกุลไม่มีขั้ว

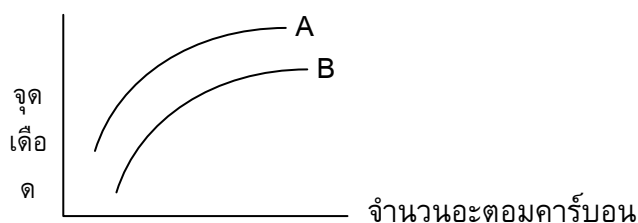
8. สารประกอบแอลเคนโซ่ตรงและโซ่กิ่งที่มีจำนวนอะตอมคาร์บอน 6 อะตอมเท่ากัน ข้อใดเปรียบเทียบความหนาแน่นของสารประกอบทั้งสองได้ถูกต้อง

- ก. สารประกอบแอลเคนโซ่ตรงมีความหนาแน่นสูงกว่าสารประกอบแอลเคนโซ่กิ่ง
- ข. สารประกอบแอลเคนโซ่ตรงมีความหนาแน่นต่ำกว่าสารประกอบแอลเคนโซ่กิ่ง
- ค. สารประกอบแอลเคนโซ่ตรงและสารประกอบแอลเคนโซ่กิ่งมีความหนาแน่นใกล้เคียงหรือเท่ากัน
- ง. ไม่สามารถเปรียบเทียบความหนาแน่นของสารประกอบทั้งสองได้

เหตุผลที่ใช้ประกอบคำตอบคือข้อใด

- A. แรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลของแอลเคนโซ่ตรงแข็งแรงกว่าแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลของแอลเคนโซ่กิ่ง
- B. แรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลของแอลเคนโซ่ตรงอ่อนกว่าแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลของแอลเคนโซ่กิ่ง
- C. โมเลกุลระหว่างสารประกอบแอลเคนโซ่ตรงอยู่ใกล้ชิดกันมากกว่าโมเลกุลระหว่างสารประกอบแอลเคนโซ่กิ่ง
- D. โมเลกุลระหว่างสารประกอบแอลเคนโซ่ตรงอยู่ห่างกันมากกว่าโมเลกุลระหว่างสารประกอบแอลเคนโซ่กิ่ง

9. พิจารณากราฟจุดเดือดของสารไฮโดรคาร์บอน A และ B ดังนี้



สารประกอบ A และ B น่าจะเป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนประเภทใด

- ก. สาร A เป็นสารประกอบแอลเคน และ สาร B เป็นสารประกอบแอลไคน์
- ข. สาร A เป็นสารประกอบแอลคีน และ สาร B เป็นสารประกอบแอลไคน์
- ค. สาร B เป็นสารประกอบแอลเคน และ สาร A เป็นสารประกอบแอลคีน
- ง. สาร B เป็นสารประกอบแอลคีน และ สาร A เป็นสารประกอบแอลเคน

เหตุผลที่ใช้ประกอบคำตอบคือข้อใด

- A. แรงยึดเหนี่ยวที่แตกต่างกัน
- B. ความหนาแน่นมีผลเหนือนวล
- C. น้ำหนักมวลโมเลกุลที่แตกต่างกัน
- D. พันธะเคมีภายในโมเลกุลแตกต่างกัน

10. สาร X เป็นไฮโดรคาร์บอนโซ่เปิด ทำปฏิกิริยากับสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ได้ตะกอนสีน้ำตาลและผลิตภัณฑ์ Y ซึ่งมีสูตร $C_6H_{14}O_2$ เป็นสารประกอบแอลกอฮอล์ ดังนั้นสาร X ควรเป็นสารใด

- ก. C_6H_{14}
- ข. C_6H_{12}
- ค. C_6H_{10}
- ง. C_6H_8

เหตุผลที่ใช้ประกอบคำตอบคือข้อใด

- A. สาร X เกิดปฏิกิริยาการแทนที่พันธะเดี่ยวด้วยออกซิเจน
- B. สาร X เกิดปฏิกิริยาการฟอกสีที่ตำแหน่งพันธะเดี่ยวด้วยออกซิเจน
- C. สาร X เกิดปฏิกิริยาการฟอกสีในตำแหน่งพันธะคู่ในโมเลกุลด้วยออกซิเจน
- D. สาร X เกิดปฏิกิริยาการฟอกสีในตำแหน่งพันธะสามในโมเลกุลด้วยออกซิเจน

11. สารประกอบเอสเทอร์ที่มีสูตรโมเลกุลเป็น $CH_3CH_2COOC_2H_5$ อ่านชื่อตามระบบ IUPAC ได้อย่างไร

- ก. เฮกซะเอสเทอร์
- ข. โพรพิลเอทานอยด์
- ค. เอทิลโพรพานอยด์
- ง. เอทิลโพรพิลเอสเทอร์

เหตุผลที่ใช้ประกอบคำตอบคือข้อใด

- A. อ่านชื่อจำนวนอะตอมคาร์บอนตามสารประกอบแอลเคนแล้วลงท้ายด้วยคำว่าเอสเตอร์
- B. อ่านชื่อจากด้านแอลกอฮอล์ก่อนแล้วตามด้วยด้านที่เป็นกรดอินทรีย์แล้วลงท้ายเป็นด้วยคำว่าเอต
- C. อ่านชื่อจากด้านกรดอินทรีย์ก่อนแล้วตามด้วยด้านที่เป็นแอลกอฮอล์แล้วลงท้ายเป็นด้วยคำว่าเอต
- D. อ่านชื่อจากด้านแอลกอฮอล์ก่อนแล้วตามด้วยด้านที่เป็นกรดอินทรีย์แล้วลงท้ายด้วยคำว่าเอสเตอร์

12. ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับจุดเดือดของสารประกอบแอลกอฮอล์และกรดคาร์บอกซิลิกที่มีจำนวนอะตอมคาร์บอนเท่ากัน

- ก. สารประกอบกรดคาร์บอกซิลิกมีจุดเดือดสูงกว่าแอลกอฮอล์
- ข. สารประกอบกรดคาร์บอกซิลิกมีจุดเดือดต่ำกว่าแอลกอฮอล์
- ค. สารประกอบกรดคาร์บอกซิลิกและแอลกอฮอล์มีจุดเดือดเท่ากัน
- ง. ไม่สามารถเปรียบเทียบจุดเดือดของสารประกอบทั้งสองชนิดด้วยกันได้

เหตุผลที่ใช้ประกอบคำตอบคือข้อใด

- A. กรดคาร์บอกซิลิกมีจำนวนพันธะไฮโดรเจนระหว่างโมเลกุลมากกว่าจำนวนพันธะไฮโดรเจนระหว่างโมเลกุลของแอลกอฮอล์
- B. กรดคาร์บอกซิลิกมีจำนวนพันธะไฮโดรเจนระหว่างโมเลกุลน้อยกว่าจำนวนพันธะไฮโดรเจนระหว่างโมเลกุลของแอลกอฮอล์
- C. กรดคาร์บอกซิลิกมีจำนวนพันธะไฮโดรเจนระหว่างโมเลกุลเท่ากับจำนวนพันธะไฮโดรเจนระหว่างโมเลกุลของแอลกอฮอล์
- D. พันธะที่เชื่อมระหว่างโมเลกุลของกรดคาร์บอกซิลิกเป็นพันธะไฮโดรเจน แต่แรงที่เชื่อมระหว่างโมเลกุลของแอลกอฮอล์เป็นแรงลอนดอน

13. สารประกอบฟีนอลและสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่มีมวลโมเลกุลใกล้เคียงกันจะมีจุดเดือดตามข้อใด

- ก. สารประกอบฟีนอลมีจุดเดือดต่ำกว่าสารประกอบไฮโดรคาร์บอน
- ข. สารประกอบฟีนอลมีจุดเดือดสูงกว่าสารประกอบไฮโดรคาร์บอน
- ค. สารประกอบฟีนอลมีจุดเดือดเท่ากับสารประกอบไฮโดรคาร์บอน
- ง. สารประกอบฟีนอลมีจุดเดือดใกล้เคียงสารประกอบไฮโดรคาร์บอน

เหตุผลที่ใช้ประกอบคำตอบคือข้อใด

- A. ความหนาแน่นแตกต่างกัน
- B. โครงสร้างโมเลกุลแตกต่างกัน
- C. พันธะภายในโมเลกุลแตกต่างกัน
- D. แรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลแตกต่างกัน

14. สาร A มีสูตรโมเลกุลเป็น $C_5H_{10}O_2$ ทำปฏิกิริยากับ H_2O มีกรด H_2SO_4 อยู่ด้วย ได้สาร X และ Y โดย



พบว่าสาร M มีจำนวนอะตอมคาร์บอน 3 อะตอม ดังนั้นเมื่อสาร Y ทำปฏิกิริยากับโซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอเนต ($NaHCO_3$) ผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นคือสารใด

ก. C_2H_5ONa

ข. CH_3COONa

ค. C_2H_5COONa

ง. ไม่เกิดปฏิกิริยาเคมี

เหตุผลที่ใช้ประกอบคำตอบคือข้อใด

- A. สาร Y เป็นสารประกอบแอลกอฮอล์ ไม่ทำปฏิกิริยากับ $NaHCO_3$
- B. สาร Y เป็นสารประกอบแอลกอฮอล์มีจำนวนอะตอมคาร์บอนในโมเลกุล 2 อะตอม สามารถทำปฏิกิริยากับ $NaHCO_3$
- C. สาร Y เป็นสารประกอบกรดอินทรีย์มีจำนวนอะตอมคาร์บอนในโมเลกุล 2 อะตอม สามารถทำปฏิกิริยากับ $NaHCO_3$
- D. สาร Y เป็นสารประกอบกรดอินทรีย์มีจำนวนอะตอมคาร์บอนในโมเลกุล 3 อะตอม สามารถทำปฏิกิริยากับ $NaHCO_3$

15. การเรียกชื่อสารประกอบเอมีน $C_4H_9NH_2$ ตามระบบ IUPAC ข้อใดถูกต้อง

ก. Butylamino

ข. Butylamine

ค. Butanamine

ง. Butylammonia

เหตุผลที่ใช้ประกอบคำตอบคือข้อใด

- A. เรียกชื่อแอลคิลตามจำนวนอะตอมของคาร์บอน จากนั้นเติม "amine"
- B. เรียกชื่อแอลคิลตามจำนวนอะตอมของคาร์บอน จากนั้นเติม "amino"
- C. เรียกชื่อแอลคิลตามจำนวนอะตอมของคาร์บอน จากนั้นเติม "ammonia"
- D. เรียกชื่อเอนเคนตามจำนวนอะตอมของคาร์บอน แล้วตัด "e" ออก จากนั้นเติม "amine"

16. การละลายน้ำของเอมีนเป็นอย่างไร เมื่อจำนวนคาร์บอนเพิ่มขึ้น

ก. ลดลง

ข. เพิ่มขึ้น

ค. การละลายคงที่

ง. สารประกอบเอมีนไม่ละลายน้ำอยู่แล้ว

เหตุผลที่ใช้ประกอบคำตอบคือข้อใด

- A. ส่วนที่มีขั้วเพิ่มขึ้น
- B. ส่วนที่ไม่มีขั้วเพิ่มขึ้น
- C. โมเลกุลเอมีนเป็นโมเลกุลไม่มีขั้ว จึงไม่สามารถละลายน้ำได้
- D. โมเลกุลเอมีนมีความสามารถละลายได้เพียงส่วนมีขั้ว เมื่อจำนวนอะตอม C เพิ่มขึ้นก็ไม่มีผล

17. สารประกอบเอมีนปฐมภูมิมีคุณสมบัติความเป็นกรด-เบสอย่างไร

- ก. เมื่อละลายน้ำวัดค่า pH ได้สารละลายกรด ข. เมื่อละลายน้ำวัดค่า pH ได้สารละลายเบส
- ค. เมื่อละลายน้ำวัดค่า pH ได้สารละลายกลาง ง. เมื่อละลายน้ำจะได้สารละลายที่เป็นบัฟเฟอร์

เหตุผลที่ใช้ประกอบคำตอบคือข้อใด

- A. มีค่าการแตกตัวของกรดเท่ากับโมเลกุลน้ำ
- B. มีความสามารถในการแตกตัวให้ H^+ ได้ดีกว่าน้ำ
- C. มีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว ที่สร้างพันธะกับ H^+ ในน้ำได้ และเกิด OH^-
- D. เมื่อละลายน้ำจะแตกตัวให้ H^+ กับน้ำแล้วเกิดสารละลายที่สามารถควบคุมการเปลี่ยนแปลง pH ของสารละลายได้

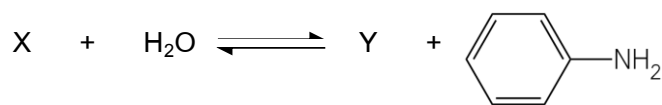
18. ข้อใดอ่านชื่อสารประกอบเอไมด์ที่มีสูตร $CH_3CH_2CONH_2$ ได้ถูกต้อง

- ก. อีทานาไมด์ ข* โพรพานาไมด์
- ค. อีเทนเอไมด์ ง. โพรเพนเอไมด์

เหตุผลที่ใช้ประกอบคำตอบคือข้อใด

- A. นับจำนวนอะตอมคาร์บอนทั้งหมด แล้วเปลี่ยนคำลงท้ายเป็น เอไมด์ (-amide)
- B. นับจำนวนอะตอมคาร์บอนทั้งหมด แล้วเปลี่ยนคำลงท้ายเป็น -านาไมด์ (-anamide)
- C. นับจำนวนอะตอมคาร์บอนยกเว้นคาร์บอนที่หมู่ฟังก์ชัน แล้วเปลี่ยนคำลงท้ายเป็น เอไมด์ (-amide)
- D. นับจำนวนอะตอมคาร์บอนยกเว้นคาร์บอนที่หมู่ฟังก์ชัน แล้วเปลี่ยนคำลงท้ายเป็น -านาไมด์ (-anamide)

19. พิจารณาปฏิกิริยาต่อไปนี้



สาร X เป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนประเภทใด

ก. เอมีน

ข. อีเทอร์

ค. เอไมด์

ง. เอสเทอร์

เหตุผลที่ใช้ประกอบคำตอบคือข้อใด

A. เมื่อสาร X เกิดปฏิกิริยาไฮโดรลิซิสได้และประกอบเอมีน และสาร Y ที่ป็นกรด ซึ่งทำปฏิกิริยากับ NaOH ได้

B. เมื่อสาร X เกิดปฏิกิริยาไฮโดรลิซิสได้และประกอบเอมีน และสาร Y ที่ป็นเอสเทอร์ ซึ่งทำปฏิกิริยากับ NaOH ได้

C. เมื่อสาร X เกิดปฏิกิริยาไฮโดรลิซิสได้และประกอบเอมีน และสาร Y ที่ป็นแอลกอฮอล์ ซึ่งทำปฏิกิริยากับ NaOH ได้

D. เมื่อสาร X เกิดปฏิกิริยาไฮโดรลิซิสได้และประกอบเอมีน และสาร Y ที่ป็นแอลดีไฮด์ ซึ่งทำปฏิกิริยากับ NaOH ได้

20. จากปฏิกิริยาเคมี ดังนี้



สาร X มีสูตรโมเลกุลตามข้อใด

ก. C_2H_5COONa

ข. $C_2H_5CONC_3H_7$
Cl

ค. $C_3H_7CONHC_2H_5$

ง* $C_2H_5CONHC_3H_7$

เหตุผลที่ใช้ประกอบคำตอบคือข้อใด

- A. สาร X เป็นเกลือของกรดอินทรีย์ เมื่อไฮโดรลิซิสแล้วจะได้กรดอินทรีย์เป็นผลิตภัณฑ์
- B. สาร X เป็นสารประกอบเอไมด์ เมื่อไฮโดรลิซิสแล้วจะได้กรดอินทรีย์และเกลือเอมีนเป็นผลิตภัณฑ์
- C. สาร X เป็นสารประกอบเอไมด์ เมื่อไฮโดรลิซิสแล้วจะได้กรดอินทรีย์และเอมีนที่มีจำนวนคาร์บอน 2 อะตอม
- D. สาร X เป็นสารประกอบเอไมด์ เมื่อไฮโดรลิซิสแล้วจะได้กรดอินทรีย์และเอมีนที่มีจำนวนคาร์บอน 3 อะตอม



📄 กระดาษคำตอบ 📄

ชื่อ-นามสกุล ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/..... เลขที่

ข้อ	ก	ข	ค	ง	A	B	C	D
1	ก	ข	ค	ง	A	B	C	D
2	ก	ข	ค	ง	A	B	C	D
3	ก	ข	ค	ง	A	B	C	D
4	ก	ข	ค	ง	A	B	C	D
5	ก	ข	ค	ง	A	B	C	D
6	ก	ข	ค	ง	A	B	C	D
7	ก	ข	ค	ง	A	B	C	D
8	ก	ข	ค	ง	A	B	C	D
9	ก	ข	ค	ง	A	B	C	D
10	ก	ข	ค	ง	A	B	C	D
11	ก	ข	ค	ง	A	B	C	D
12	ก	ข	ค	ง	A	B	C	D
13	ก	ข	ค	ง	A	B	C	D
14	ก	ข	ค	ง	A	B	C	D
15	ก	ข	ค	ง	A	B	C	D
16	ก	ข	ค	ง	A	B	C	D
17	ก	ข	ค	ง	A	B	C	D
18	ก	ข	ค	ง	A	B	C	D
19	ก	ข	ค	ง	A	B	C	D
20	ก	ข	ค	ง	A	B	C	D

ประวัติย่อผู้วิจัย



ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ ชื่อสกุล	นายนนท์ปวิธ กันเกลลา
วันเดือนปีเกิด	16 ตุลาคม 2533
สถานที่เกิด	จังหวัดราชบุรี
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	35/1 หมู่ 2 ตำบลเบิกไพร อำเภอบ้านโป่ง จังหวัดราชบุรี
ตำแหน่งหน้าที่การงาน	ครู คศ.1
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนสันติราษฎร์วิทยาลัย สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 1
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2551	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จาก โรงเรียนสารสิทธิ์พิทยาลัย อำเภอบ้านโป่ง จังหวัดราชบุรี
พ.ศ. 2557	การศึกษาระดับบัณฑิต (กศ.บ.) (เกียรตินิยมอันดับ 1) สาขาวิชาวิทยาศาสตร์-เคมี จาก มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
พ.ศ. 2560	การศึกษามหาบัณฑิต (กศ.ม.) สาขาวิชาการวิจัยและพัฒนาศักยภาพมนุษย์ (แขนงการวิจัยและสถิติทางการศึกษา) จาก มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ