

กลุ่มที่ 3

บทความระดับชาติ

สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

กลุ่มย่อยที่ 1:

วิศวกรรมศาสตร์

**การพัฒนาแนวคิด เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
โดยใช้การจัดการเรียนรู้การทดลองเป็นฐานร่วมกับ
เทคนิคทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE)**

**The Development a Conception on Chemical Reaction Rate by Laboratory-Based
Learning with Predict-Observe-Explain (POE)**

กาญจนา ศรีสุวรรณ

วิชาเอกเคมี คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต จังหวัดภูเก็ต 83000

E-mail: kanjana067833@gmail.com

ภรทิพย์ สุขเพิ่ม

วิชาเอกเคมี คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต จังหวัดภูเก็ต 83000

E-mail: porntip.s@pkru.ac.th

ดาริน บุญศรี

วิชาเอกเคมี คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต จังหวัดภูเก็ต 83000

E-mail: piyanut_chem@pkru.ac.th

สุภาพร ดาววัลย์

วิชาเอกเคมี คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต จังหวัดภูเก็ต 83000

E-mail: supaporn.d@pkru.ac.th

ณัฐกร ชีประวัติชัย

วิชาเอกเคมี คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต จังหวัดภูเก็ต 83000

E-mail: nattakon.c@pkru.ac.th

อานีซะห์ ดือรานิง

วิชาเอกเคมี คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต จังหวัดภูเก็ต 83000

E-mail: anisah.d@pkru.ac.

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อพัฒนาแนวคิด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการจัดการจัดการเรียนรู้การทดลองเป็นฐานร่วมกับเทคนิคทำนาย-สังเกต-อธิบาย และเพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีต่อการเรียนรู้เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบใช้การทดลองเป็นฐานร่วมกับเทคนิคทำนาย-สังเกต-อธิบาย กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 37 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย แบบวัดแนวคิดทางการเรียนรู้ และแบบประเมินความพึงพอใจ วิเคราะห์ข้อมูลคำตอบของนักเรียนโดยการตีความและจัดกลุ่มออกเป็น 4 กลุ่ม (ระดับดีมาก ดี พอใช้ น้อย) สถิติที่ใช้ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่าร้อยละ ผลการวิจัย พบว่า 1) ก่อนเรียนนักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดระดับดีมาก เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี คิดเป็นร้อยละ 3.24 หลังเรียนรู้นักเรียนกลุ่มที่มีแนวคิดระดับดีมากคิดเป็นร้อยละ 16.76 และ 2) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีความพึงพอใจต่อการสอนโดยใช้การทดลองเป็นฐานร่วมกับเทคนิคทำนาย-สังเกต-อธิบาย ผลของความพึงพอใจของผู้เรียนอยู่ในระดับพึงพอใจมากที่สุด ผลจากการทำวิจัยสามารถนำไปปรับใช้ในการเรียนการสอน เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนได้มีกระบวนการคิด วิเคราะห์ อย่างเป็นระบบมากยิ่งขึ้น

คำสำคัญ: แนวคิดทางการเรียนวิชาเคมี การทดลองเป็นฐาน เทคนิคทำนาย-สังเกต-อธิบาย

ABSTRACT

The purposes of this research were to study the development of Mathayomsuksa student is scientific conceptions of rate of chemical reaction using an Laboratory-Based Learning management with predict-observe-explain (POE) techniques to manage their classroom learning and explore the satisfaction of students towards the use of the experimental-based learning management with predict-observe-explain (POE) techniques to learn chemical reaction rates. Study examples were 37 students studying in grade 11 class during the 2nd semester of academic year 2022.

The research instruments were a rate of chemical reaction concept test and the statistics employed for the data analysis included percentage, mean, standard deviation, and t-test. The students' answer data were analyzed by interpretation and grouped into 4 groups (very good, good, fair, low). Statistics used in the analysis were average percentage, The results indicated that before learning, 3.24 percent of the students with very good concepts on Chemical Reaction Rate , after learning, 16.76 percent of the students with very good concepts on Chemical Reaction Rate.2) the students were satisfied with the use of the experimental-based learning management with predict-observe-explain (POE) techniques at the highest level. These results can be applied to teaching and learning management in order to promote a systematic analytical thinking skill of the students.

Keywords: Concept of learning chemistry , Laboratory-Based Learning, Predict-Observe-Explain

1. ความสำคัญและที่มาของปัญหาวิจัย

วิชาเคมีจัดเป็นวิชาหนึ่งที่สำคัญในวิชาวิทยาศาสตร์และมีความเฉพาะเจาะจงในเนื้อหาโดยมุ่งเน้นศึกษาเกี่ยวกับสารและการเปลี่ยนแปลงของสารทั้งในระดับอะตอมและโมเลกุล ซึ่งเนื้อหาส่วนใหญ่มีลักษณะเป็นนามธรรม ไม่สามารถมองเห็นได้โดยเฉพาะเมื่ออธิบายปรากฏการณ์ทางเคมีนักเรียนมักจะอธิบายการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม ของสารใน 3 ระดับ ด้วยกัน คือ ระดับมหภาค ระดับจุลภาค และระดับสัญลักษณ์ (Johnstone, 1993) อ้างถึงใน กรทิพย์ สุภัทรชัยวงศ์, 2556) หรือในบางครั้งก็ให้นักเรียนศึกษาในระดับมหภาคแต่ไม่ได้เชื่อมโยงกับปรากฏการณ์ในระดับที่ตามองเห็น ทำให้เคมีมีความเป็นนามธรรมหรือยากต่อการทำความเข้าใจของนักเรียน จากประสบการณ์การฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์ พบว่านักเรียนมี

แนวคิดคลาดเคลื่อนในวิชาเคมี เช่น ในเรื่องจุดเดือดจุดหลอมเหลวของสารบริสุทธิ์และสารละลาย นักเรียนเข้าใจว่าจุดเดือดของสารละลายต่ำกว่าสารบริสุทธิ์ และจุดหลอมเหลวของสารละลายสูงกว่าสารบริสุทธิ์ ในเรื่องกฎทรงมวล นักเรียนเข้าใจว่ามวลของสารก่อนและหลังทำปฏิกิริยาไม่เท่ากัน เป็นต้น ซึ่งจากการสอบถามนักเรียนพบว่าวิชาเคมีมีเนื้อหาเป็นนามธรรม ทำให้มองเห็นภาพไม่ชัดเจน ครูมักสอนแบบบรรยาย ทำให้ไม่น่าสนใจ จึงทำให้การจัดการเรียนการสอนวิชาเคมียังมีปัญหาอยู่มาก อาจเนื่องมาจากลักษณะของเนื้อหาวิชาเคมีที่มีเนื้อหาย่อย ๆ จำนวนมากและมีความซับซ้อน ส่งผลให้นักเรียนไม่สามารถจดจำหรือทำความเข้าใจได้หมด (Gilbert, 2006 อ้างถึงในชัยภักดิ์ บุญเจือจันทร์, 2562) จึงทำให้นักเรียนส่วนใหญ่คิดว่าวิชาเคมีเป็นวิชาที่เข้าใจยาก อีกทั้งครูผู้สอนเองก็จัดกิจกรรมการเรียนการสอนในรูปแบบที่ไม่หลากหลาย ครูยังคงมีบทบาทสำคัญในการจัดการเรียนการสอนน้อย นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้น้อย ทำให้นักเรียนรู้สึกเบื่อ ขาดความสนใจต่อวิชาเคมี โดยเฉพาะเนื้อหา เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ที่มีเนื้อหาซับซ้อนเป็นนามธรรมยากต่อการทำความเข้าใจ ส่งผลให้นักเรียนไม่เข้าใจในเรื่องนี้

การจัดการเรียนการสอนโดยใช้การทดลองเป็นฐาน เป็นวิธีสอนที่ครูเปิดโอกาสให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติ หรือให้ผู้เรียนได้มีโอกาสศึกษาค้นคว้า ด้วยตนเอง โดยครูผู้สอนได้จัดกระบวนการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับความสนใจและความถนัดของผู้เรียน โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะกระบวนการจากการจัดประสบการณ์จริงลงมือ ปฏิบัติด้วยตนเองที่ผ่านกระบวนการสืบเสาะหาความรู้การแก้ปัญหาโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ได้ฝึกทักษะการคิดอย่างเป็นระบบ อีกทั้งผู้เรียนได้ทำกิจกรรมกลุ่มและอภิปรายแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน (น้ำฝน คุณเจริญ ไพศาล, 2560) อีกทั้งวิธีการสอนแบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) เป็นเทคนิคการสอนหนึ่งที่มีประสิทธิภาพที่จะส่งเสริมให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นและอภิปรายเกี่ยวกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เป็นวิธีการสอนที่ครูเริ่มต้นด้วยการนำเสนอสถานการณ์ แล้วให้นักเรียนได้ทำนายสิ่งที่จะเกิดขึ้นด้วยความรู้เดิม จากนั้นจะให้นักเรียนลงมือทดลอง สังเกต เพื่อหาคำตอบจากสถานการณ์ที่ครูสร้างขึ้น หลังจากนั้นให้นักเรียนบอกสิ่งที่สังเกตได้จากการสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเองและขั้นสุดท้ายนักเรียนจะต้องอธิบายถึงความแตกต่างระหว่างสิ่งที่ได้ทำนายกับผลการทดลองที่ได้ (ไฝ่ พันงาม, 2560)

แนวคิด เรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี เป็นแนวคิดหนึ่งที่สำคัญ เพราะปรากฏการณ์หลายอย่างที่พบในชีวิตประจำวันของนักเรียนเกี่ยวข้องกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี เช่น การเผาไหม้ของแก๊สหุงต้มการย่อยอาหาร การเกิดฝนกรด การระเบิดของดินปืน เป็นต้น (สสาวท., 2548) ดังนั้นนักเรียนจึงต้องมีแนวคิดเรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีที่ถูกต้อง เพื่อสามารถปรับใช้ในการดำรงชีวิตประจำวัน และจากการศึกษางานวิจัยที่ผ่านมาพบว่าแนวคิดเรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีเป็นแนวคิดหนึ่งที่นักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อน ตัวอย่างเช่น กลไกของปฏิกิริยาเคมี ธรรมชาติของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี (จินดา พราหมณ์ชู, 2553) และเนื้อหาที่นักเรียน มีแนวคิดถูกต้องน้อยที่สุดคือ การคำนวณเกี่ยวกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี เนื่องจากขาดทักษะการคำนวณและความรู้เรื่องปริมาณสัมพันธ์ (สุนิตย์ บุญเฟิง, 2557)

ด้วยเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะนำการจัดการเรียนรู้โดยใช้การทดลองเป็นฐานร่วมกับเทคนิคทำนาย-สังเกต-อธิบาย มาใช้ในการสอนรายวิชาเคมี โดยจะศึกษาการพัฒนาแนวคิดทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาแนวคิด เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้การทดลองเป็นฐานร่วมกับเทคนิคทำนาย-สังเกต-อธิบาย
2. เพื่อประเมินความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีต่อการเรียนรู้ เรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้การทดลองเป็นฐานร่วมกับเทคนิคทำนาย-สังเกต-อธิบาย

3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.1 แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

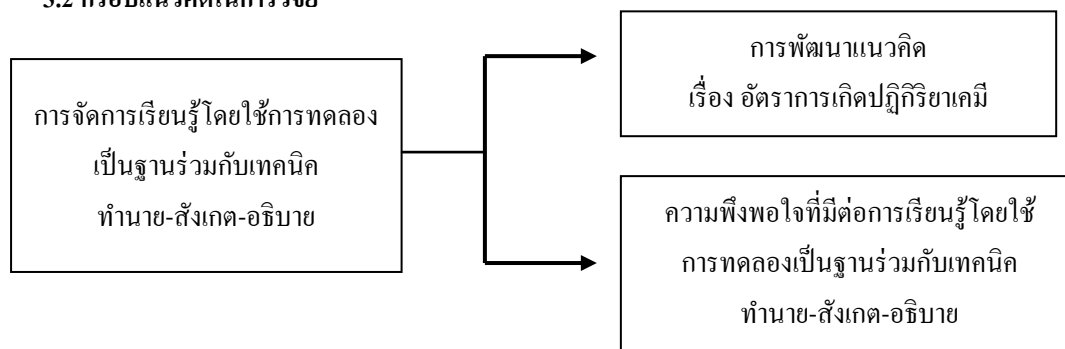
การจัดการเรียนรู้โดยใช้การทดลองเป็นฐาน เป็นกระบวนการที่ผู้สอนใช้ในการช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด โดยการให้ผู้เรียนเป็นผู้กำหนดปัญหาและสมมติฐานในการทดลอง และลงมือทดลอง ปฏิบัติตามขั้นตอนที่กำหนดโดยใช้วัสดุอุปกรณ์ที่จำเป็น เก็บรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล สรุปอภิปรายผลการทดลอง และสรุปการเรียนรู้ที่ได้รับจากการทดลอง

ขั้นตอนในการจัดการเรียนการสอน ได้แก่ ขั้นทำนาย เป็นการทำนายผล จากสถานการณ์ที่ครูกำหนดขึ้นสังเกต เป็นการหาคำตอบของสถานการณ์ โดยการทดลอง สังเกต และวิธีการต่าง ๆ และขั้นอธิบาย เป็นการอธิบายผลที่เกิดขึ้นเปรียบเทียบกับผลที่ได้ทำนายไว้

น้ำฝน คุเจริญไพศาล (2559) ได้ศึกษาเรื่อง การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โครงการเป็นฐานเพื่อพัฒนาความสามารถในการทดลองทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตปริญญาตรีชั้นปีที่ 1 ผลการศึกษาพบว่า ความสามารถในการทดลองทางวิทยาศาสตร์ นิสิตส่วนใหญ่สามารถทำการทดลองทางวิทยาศาสตร์ได้เพิ่มขึ้น การเรียนรู้โดยใช้โครงการเป็นฐานเป็นเทคนิควิธีการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ตามความถนัด ความสนใจ และความสามารถที่แตกต่างกันของผู้เรียนแต่ละคน โดยผู้เรียนได้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ได้ฝึกทักษะการคิด การแก้ปัญหาผ่านกระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ จึงส่งผลให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ทำให้พัฒนาความสามารถในการทำโครงการ ความสามารถในการทดลองทางวิทยาศาสตร์

ณรงค์ดี รัตนพันธุ์ (2564) ได้ทำการศึกษาเรื่อง การส่งเสริมความเข้าใจเรื่อง ปฏิกิริยาที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีในระดับจุลภาคของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ การทดลองเป็นฐานร่วมกับสื่อแบบจำลอง ผลการศึกษาพบว่า ผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบใช้การทดลองเป็นฐานร่วมกับสื่อแบบจำลอง มีคะแนนความเข้าใจทางการเรียนเพิ่มขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้การทดลองเป็นฐานร่วมกับสื่อแบบจำลอง เป็นการจัดสภาพการเรียนรู้ในรายวิชาเคมีที่มีเนื้อหาและทฤษฎีที่ค่อนข้าง เข้าใจยาก ซึ่งการทดลองเป็นฐานผู้เรียนได้ฝึกทักษะกระบวนการจากการปฏิบัติด้วยประสบการณ์จริง มีอิสระในการคิดหาคำตอบ ได้ทำกิจกรรมกลุ่ม และอภิปรายแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน

3.2 กรอบแนวคิดในการวิจัย



แผนภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

3.3 สมมติฐานการวิจัย

1. หลังการจัดการเรียนรู้ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้การทดลอง เป็นฐานร่วมกับเทคนิคทำนาย-สังเกต-อธิบาย ที่ดีขึ้น
2. หลังการจัดการเรียนรู้ เรื่องอัตราการผลิตปฏิกิริยาเคมี โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้การทดลอง เป็นฐานร่วมกับเทคนิคทำนาย-สังเกต-อธิบาย นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนรู้โดยใช้การทดลองเป็น ฐานร่วมกับเทคนิคทำนาย-สังเกต-อธิบาย ในระดับมากที่สุด

4. วิธีดำเนินการวิจัย

4.1 ประชากรและตัวอย่าง

1. ประชากร ได้แก่ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 94 คน
2. กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 จำนวน 37 คน โดยใช้วิธีการสุ่มแบบเจาะจง (Purposive Sampling) นักเรียนสายวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์

4.2 เครื่องมือวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย

1. แผนการจัดการเรียนรู้โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้การทดลองเป็นฐานร่วมกับเทคนิคทำนาย-สังเกต-อธิบาย เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 5 แผน รวม 10 ชั่วโมง ประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี จำนวน 2 ชั่วโมง แผนการจัดการเรียนรู้เรื่อง ความเข้มข้นของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี จำนวน 2 ชั่วโมง แผนการจัดการเรียนรู้เรื่อง พื้นที่ผิวของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี จำนวน 2 ชั่วโมง แผนการจัดการเรียนรู้เรื่อง อุณหภูมิกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี จำนวน 2 ชั่วโมง และแผนการจัดการเรียนรู้เรื่อง ตัวเร่งกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี จำนวน 2 ชั่วโมง เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญพิจารณาตรวจสอบความเหมาะสม จากนั้นทำการแก้ไขตามข้อเสนอแนะและนำแผนการจัดการเรียนรู้ไปใช้ในการจัดการเรียนรู้โดยใช้การทดลองเป็นฐานร่วมกับเทคนิคทำนาย-สังเกต-อธิบาย
2. แบบวัดแนวคิดทางการเรียน เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี เป็นแบบวัดแนวคิดที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เพื่อ วัดแนวคิด เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ซึ่งใช้สำหรับวัดก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้การทดลองเป็นฐานร่วมกับเทคนิคทำนาย-สังเกต-อธิบาย จากนั้นนำแบบวัดแนวคิดทางการเรียน

เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ซึ่งผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน ตรวจสอบความเที่ยงตรงของแบบวัดแนวคิดระหว่างข้อสอบกับวัตถุประสงค์ (Index of item-Objective Congruence: IOC) จากนั้นนำมาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ และนำแบบวัดแนวคิดทางการเรียน ไปหาค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่น

3. แบบประเมินความพึงพอใจที่มีผลต่อ โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้การทดลองเป็นฐานร่วมกับเทคนิคทำนาย-สังเกต-อธิบาย เป็นแบบประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ผู้วิจัยกำหนดเกณฑ์การแปลความหมายระดับพึงพอใจ ที่มีผลต่อการใช้การทดลองเป็นฐานร่วมกับเทคนิคทำนาย-สังเกต-อธิบาย กำหนดเกณฑ์การแปลคะแนนความพึงพอใจ ดังนี้ (กองวิจัยทางการศึกษา, 2545)

คะแนนเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 4.51 - 5.00 หมายถึง พึงพอใจมากที่สุด

คะแนนเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 3.51 - 4.50 หมายถึง พึงพอใจมาก

คะแนนเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 2.51 - 3.50 หมายถึง พึงพอใจปานกลาง

คะแนนเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 1.51 - 2.50 หมายถึง พึงพอใจน้อย

คะแนนเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 1.00 - 1.50 หมายถึง พึงพอใจน้อยที่สุด

4.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ผู้วิจัยดำเนินการวัดก่อนเรียน โดยใช้แบบวัดแนวคิดทางการเรียน เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี จำนวน 20 ข้อ

2. จัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการเรียนรู้โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้การทดลองเป็นฐานร่วมกับเทคนิคทำนาย-สังเกต-อธิบาย กับกลุ่มที่ศึกษา เมื่อสิ้นสุดการสอนในแต่ละแผน ผู้วิจัยบันทึกสิ่งที่สังเกตได้จากจัดการเรียนรู้ เพื่อนำมาเป็นแนวทางในการแก้ไขและปรับปรุงกิจกรรมการสอนในครั้งต่อไป

3. ผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบวัดฉบับเดิมอีกครั้ง หลังจากทำแบบวัดแล้วผู้วิจัยนำคำตอบของนักเรียนที่ได้มาทำการวิเคราะห์ข้อมูลต่อไป

4.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

1. ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์แนวคิด เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในการจัดการเรียนรู้โดยใช้การทดลองเป็นฐานร่วมกับเทคนิคทำนาย-สังเกต-อธิบาย ประกอบด้วย

เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี จำนวน 4 ข้อ

เรื่อง ความเข้มข้นของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี จำนวน 4 ข้อ

เรื่อง พื้นที่ผิวของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี จำนวน 4 ข้อ

เรื่อง อุณหภูมิกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี จำนวน 4 ข้อ

เรื่อง ตัวเร่งกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี จำนวน 4 ข้อ

จากนั้นทำการวิเคราะห์ข้อมูล โดยตรวจคำตอบของนักเรียนในแบบวัดแนวคิดทางการเรียนแต่ละข้อ และ ทำการจัดกลุ่มนักเรียนเป็น 4 กลุ่ม โดยมีรายละเอียดเกณฑ์ในการจัดกลุ่มดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 เกณฑ์การประเมินวัดแนวคิดเรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

กลุ่มของนักเรียน	เกณฑ์ในการจัดกลุ่ม
ระดับดีมาก	นักเรียนตอบคำถามได้ถูกต้องครบถ้วนจำนวน 4 ข้อ ในแต่ละแนวคิด เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
ระดับดี	นักเรียนตอบคำถามได้ถูกต้อง จำนวน 3 ข้อ ในแต่ละแนวคิด เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
ระดับพอใช้	นักเรียนตอบคำถามได้ถูกต้อง จำนวน 2 ข้อ ในแต่ละแนวคิด เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
ระดับน้อย	นักเรียนตอบคำถามได้ถูกต้องจำนวน 0-1 ข้อ ในแต่ละแนวคิด เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

2. ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ความพึงพอใจในการจัดการเรียนรู้โดยใช้การทดลองเป็นฐานร่วมกับเทคนิคทำนาย-สังเกต-อธิบาย โดยใช้วิธีของลิเคิร์ต (Likert) ชนิดเป็นข้อความมี 5 ระดับ กำหนดค่าความพึงพอใจมากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย น้อยที่สุด ใช้ในการประเมินความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังจากเรียนรู้โดยใช้การทดลองเป็นฐานร่วมกับเทคนิคทำนาย-สังเกต-อธิบาย จำนวน 10 ข้อ

5. ผลการวิจัยและอภิปรายผล

1. การจัดการเรียนรู้ที่สามารถพัฒนาแนวคิด เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ได้นั้น ผู้วิจัยใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้การทดลองเป็นฐานร่วมกับเทคนิคทำนาย-สังเกต-อธิบาย ที่เน้นให้นักเรียนได้ฝึกทักษะกระบวนการจากการปฏิบัติด้วยประสบการณ์จริง เน้นการลงมือทำด้วยตนเอง สามารถสังเกตการเปลี่ยนแปลงได้ชัดเจน ได้ทำกิจกรรมกลุ่มและอภิปรายแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน โดยผ่านการทดลอง ซึ่งจากการวิเคราะห์แบบวัดแนวคิดทางการเรียน เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี พบว่าแนวคิดก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้การทดลองเป็นฐานร่วมกับเทคนิคทำนาย-สังเกต-อธิบาย ของนักเรียน ให้ผลดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการเปรียบเทียบแนวคิดเรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยการทดลองเป็นฐานร่วมกับเทคนิคทำนาย-สังเกต-อธิบาย จำนวนนักเรียน 37 คน

แนวคิด	จำนวนนักเรียนในแต่ละกลุ่ม (ร้อยละ)							
	ดีมาก		ดี		พอใช้		น้อย	
	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
1. อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	1 (2.70)	4 (10.81)	1 (2.70)	4 (10.81)	11 (29.73)	18 (48.65)	24 (64.86)	11 (29.73)
2. ความเข้มข้นของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	0 (0.00)	9 (24.32)	7 (18.92)	14 (37.84)	2 (5.40)	12 (32.43)	28 (75.68)	2 (5.40)

3.พื้นที่ผิวของสาร กับอัตราการ เกิดปฏิกิริยาเคมี	5 (13.51)	12 (32.43)	4 (10.81)	12 (32.43)	8 (21.62)	9 (24.32)	20 (54.05)	4 (10.81)
4. อุณหภูมิกับอัตรา การเกิดปฏิกิริยาเคมี	0 (0.00)	4 (10.81)	3 (8.11)	12 (32.43)	7 (18.92)	14 (37.84)	27 (72.97)	7 (18.92)
5.ตัวเร่งกับอัตรา การเกิดปฏิกิริยาเคมี	0 (0.00)	2 (5.40)	5 (13.51)	7 (18.92)	8 (21.62)	21 (56.76)	24 (64.86)	7 (18.92)
ร้อยละเฉลี่ยรวม	3.24	16.76	10.81	26.49	19.46	40.00	66.49	16.75

จากตารางที่ 2 เมื่อพิจารณาองค์ประกอบของแนวคิดทั้ง 5 แนวคิด แล้วนำมาวิเคราะห์ข้อมูล จะได้รายละเอียดดังต่อไปนี้

1. แนวคิดเรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

แนวคิดเรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี เป็นการให้นักเรียนศึกษาความเร็วที่ตัวทำปฏิกิริยาเปลี่ยนไปเป็นสารผลิตภัณฑ์ต่อหน่วยเวลา ซึ่งในการจัดการเรียนการสอน ครูจะให้นักเรียนทำการทดลอง เรื่อง การทดลองศึกษาการเกิดแก๊สในโตรเจนจากปฏิกิริยาระหว่างโลหะแมกนีเซียมกับกรดไฮโดรคลอริก ซึ่งจากการวิเคราะห์พบว่าก่อนเรียนนักเรียนมีแนวคิด เรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ในระดับดีมากมีเพียงร้อยละ 2.70 ในขณะที่นักเรียนที่มีแนวคิดอยู่ในระดับน้อยมีมากถึงร้อยละ 64.86 ซึ่งอาจเป็นเพราะว่า ก่อนเรียนนักเรียนมีแนวคิดเกี่ยวกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีว่าการเกิดปฏิกิริยาเคมีเป็นเพียงการเปลี่ยนแปลงของสารตั้งต้นไปเป็นสารผลิตภัณฑ์เท่านั้น ซึ่งนักเรียนไม่ได้คำนึงถึงหน่วยของเวลาในการเกิดปฏิกิริยาเคมี เช่น คำตอบของนักเรียนคนที่ 1 ตอบว่า “ปริมาณสารตั้งต้นที่ลดลงหรือปริมาณสารผลิตภัณฑ์ที่เพิ่มขึ้นจากปฏิกิริยา” เช่นเดียวกันนักเรียนคนที่ 25 ตอบว่า “สารผลิตภัณฑ์รวมตัวกันกลับไปเป็นสารตั้งต้นมากขึ้น” จะเห็นได้ว่านักเรียนทั้ง 2 คน ไม่มีการคำนึงหน่วยของเวลาในการเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยแนวคิดที่ถูกคือ ปริมาณสารตั้งต้นที่ลดลงจากปฏิกิริยาในหนึ่งหน่วยเวลา และปริมาณสารผลิตภัณฑ์ที่เพิ่มขึ้นจากปฏิกิริยาในหนึ่งหน่วยเวลา เมื่อผ่านการจัดการเรียนรู้ด้วยการทดลองเป็นฐานร่วมกับเทคนิคทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) พบว่านักเรียนมีแนวคิดอยู่ในระดับดีมากเพิ่มถึงร้อยละ 10.81 และมีแนวคิดระดับน้อยลดลงเหลือเพียงร้อยละ 29.73 อาจเป็นเพราะว่านักเรียนได้เรียนรู้ผ่านการทำการทดลอง ทำให้นักเรียนเห็นเป็นรูปธรรม ซึ่งจากการทดลองทำให้นักเรียนเห็นเวลาของการเกิดปฏิกิริยาเคมีระหว่างโลหะแมกนีเซียมกับกรดไฮโดร-คลอริกได้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น และได้ฝึกการใช้ความรู้ที่ได้มาจากการทดลองมาตอบคำถามในแบบวัดแนวคิด เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ได้อย่างถูกต้องมากยิ่งขึ้น

2. แนวคิดเรื่อง ความเข้มข้นของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

แนวคิดเรื่อง ความเข้มข้นของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี เป็นการให้นักเรียนศึกษาความเข้มข้นของสารตั้งต้นที่มีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมี ซึ่งในการจัดการเรียนการสอน ครูจะให้นักเรียนทำการทดลอง เรื่อง ปฏิกิริยาระหว่างสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟตกับสารละลายกรดไฮโดรคลอริก ซึ่งจากการวิเคราะห์พบว่าก่อนเรียนไม่มีนักเรียนที่มีแนวคิด เรื่อง ความเข้มข้นของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ในระดับดีมากเลย ในขณะที่นักเรียนที่มีแนวคิดอยู่ในระดับน้อยมีมากถึงร้อยละ 75.68 แม้ว่านักเรียนจะบอกได้ว่าความเข้มข้นของสารมีผลต่อการเกิดอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี แต่นักเรียนไม่สามารถอธิบายเหตุผลได้ว่าเพราะเหตุใด ความเข้มข้นของสารถึงมีผลต่อการเกิดอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี เช่น คำตอบของนักเรียนคนที่ 8 ตอบว่า “จำนวนอนุภาคของสารตั้งต้นเพิ่มขึ้น เป็นการเพิ่มพลังงานก่อกัมมันต์” เช่นเดียวกันนักเรียนคนที่ 34 ตอบว่า “จำนวนอนุภาคของสารตั้งต้น

เพิ่มขึ้น จะทำให้อุณหภูมิพลังงานจลน์สูงขึ้น” เมื่อผ่านการจัดการเรียนรู้ด้วยการทดลองเป็นฐานร่วมกับเทคนิคทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) พบว่านักเรียนมีแนวคิดอยู่ในระดับดีมากเพิ่มขึ้นร้อยละ 24.32 และมีแนวคิดระดับน้อยลดลงเหลือเพียงร้อยละ 5.40 อาจเป็นเพราะว่านักเรียนได้เรียนรู้ผ่านการทำการทดลอง ซึ่งครูจะให้นักเรียนศึกษาความเข้มข้นของสารที่มีความเข้มข้นแตกต่างกัน และมีการใช้สื่อ Amination จาก Powerpoint แสดงแบบจำลองการชนกันของอนุภาคของสาร ซึ่งทำให้นักเรียนสามารถเข้าใจแนวคิดได้ว่าการเพิ่มความเข้มข้นของสารจะทำให้จำนวนอนุภาคในระบบเพิ่มขึ้น จึงมีโอกาสชนกันมากขึ้น และได้ฝึกการใช้ความรู้ที่ได้มาจากการทดลองมาตอบคำถามในแบบวัดแนวคิด เรื่อง ความเข้มข้นของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้อย่างถูกต้องมากยิ่งขึ้น

3. แนวคิดเรื่อง พื้นที่ผิวของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

แนวคิดเรื่อง พื้นที่ผิวของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี เป็นการให้นักเรียนศึกษาและเปรียบเทียบอัตราการเกิดปฏิกิริยาของสารในพื้นที่ผิวที่ต่างกัน ซึ่งในการจัดการเรียนการสอน ครูจะให้นักเรียนทำการทดลองเรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาของแคลเซียมคาร์บอเนต ในน้ำส้มสายชูในพื้นที่ผิวที่ต่างกัน ซึ่งจากการวิเคราะห์พบว่าการก่อนเรียนนักเรียนที่มีแนวคิด เรื่อง พื้นที่ผิวของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ในระดับดีมากมีเพียงร้อยละ 13.51 ซึ่งในแนวคิดเรื่องนี้ นักเรียนจะมีความเข้าใจมากกว่าแนวคิดเรื่องอื่นๆ อาจเป็นเพราะว่า เรื่องนี้เป็นเรื่องใกล้ตัวและเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียน นักเรียนจึงสามารถตอบแนวคิดได้มากกว่าแนวคิดเรื่องอื่นๆ แม้ว่าจะมีนักเรียนที่มีแนวคิดอยู่ในระดับน้อยมีมากถึงร้อยละ 54.05 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าแม้ว่าก่อนเรียนนักเรียนจะไม่ได้เรียนรู้เรื่องพื้นที่ผิวของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี แต่นักเรียนก็สามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้ด้วยการทดลองเป็นฐานร่วมกับเทคนิคทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) จึงเป็นส่วนที่ส่งเสริมให้นักเรียนมีแนวคิดนี้มากยิ่งขึ้น

4. แนวคิดเรื่อง อุณหภูมิกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

แนวคิดเรื่อง อุณหภูมิกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี เป็นการให้นักเรียนศึกษาอุณหภูมิต่างๆ ที่มีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมี ซึ่งในการจัดการเรียนการสอน ครูจะให้นักเรียนทำการทดลอง เรื่อง การศึกษาผลของอุณหภูมิที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีของกรดไฮโดรคลอริกที่ทำปฏิกิริยากับสารละลายสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟต อุณหภูมิต่าง ๆ ซึ่งจากการวิเคราะห์พบว่าการก่อนเรียนไม่มีนักเรียนที่มีแนวคิด เรื่อง อุณหภูมิกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ในระดับดีมากเลย ในขณะที่นักเรียนที่มีแนวคิดอยู่ในระดับน้อยมีมากถึงร้อยละ 72.97 อาจเป็นเพราะว่านักเรียนไม่รู้ว่าจะอุณหภูมิส่งผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมีอย่างไร นักเรียนจึงไม่สามารถอธิบายเหตุผลได้ว่าเพราะเหตุใด อุณหภูมิถึงมีผลต่อการเกิดอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี เช่น คำตอบของนักเรียนคนที่ 12 ตอบว่า “การเผาทำให้โลหะมีพื้นที่ผิวสัมผัสกับอากาศมากขึ้น จึงเกิดปฏิกิริยาได้เร็วกว่า” เช่นเดียวกันนักเรียนคนที่ 14 ตอบว่า “โมเลกุลของสารมีจำนวนมากขึ้น” เมื่อผ่านการจัดการเรียนรู้ด้วยการทดลองเป็นฐานร่วมกับเทคนิคทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) พบว่านักเรียนมีแนวคิดอยู่ในระดับดีมากเพิ่มขึ้นร้อยละ 10.81 และมีแนวคิดระดับน้อยลดลงเหลือเพียงร้อยละ 18.92 อาจเป็นเพราะว่านักเรียนได้เรียนรู้ผ่านการทำการทดลองทำให้นักเรียนสามารถสังเกตได้มากยิ่งขึ้น และครูมีการใช้สื่อ Amination จาก Powerpoint ในการแสดงแบบจำลองการชนกันของอนุภาคของสารที่อุณหภูมิแตกต่างกัน ทำให้นักเรียนสามารถเข้าใจแนวคิดได้ว่า เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นอนุภาคของสารตั้งต้นจะมีพลังงานจลน์เพิ่มขึ้น ทำให้อุณหภูมิของสารเคลื่อนที่ได้เร็วขึ้น เช่น คำตอบของนักเรียนคนที่ 3 ตอบว่า “การที่อัตราการเกิดปฏิกิริยาเพิ่มขึ้น เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นนั้น เป็นเพราะ โมเลกุลชนกันแรงขึ้น”

5. แนวคิดเรื่อง ตัวเร่งกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

แนวคิดเรื่อง ตัวเร่งกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี เป็นการให้นักเรียนศึกษาอุณหภูมิต่างๆ ที่มีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมี ซึ่งในการจัดการเรียนการสอน ครูจะให้นักเรียนทำการทดลอง เรื่อง การศึกษาปัจจัยของตัวเร่ง ปฏิกิริยาที่มีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมี ระหว่างสารละลายโพแทสเซียมไอโอไดด์กับสารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ซึ่งจากการวิเคราะห์พบว่าก่อนเรียนไม่มีนักเรียนที่มีแนวคิด เรื่อง ตัวเร่งกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ในระดับ ต่ำมาก เช่นเดียวกับแนวคิดเรื่อง ความเข้มข้นของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี และอุณหภูมิกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ในขณะที่นักเรียนที่มีแนวคิดอยู่ในระดับน้อยมีมากถึงร้อยละ 64.86 จากการวิเคราะห์แบบวัดนักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดในเรื่อง ตัวเร่งปฏิกิริยาเคมีพื้นฐาน กล่าวคือ นักเรียนรู้ว่าตัวเร่งปฏิกิริยาเคมีเป็นสารที่เติมลงไปแล้วทำให้ปฏิกิริยาเคมีเกิดได้เร็วขึ้น แต่นักเรียนไม่สามารถบอกได้ว่าตัวเร่งปฏิกิริยาเคมีทำให้ปฏิกิริยาเคมีเกิดเร็วขึ้นได้อย่างไร ตัวอย่างเช่น คำตอบของนักเรียนคนที่ 19 ตอบว่า “ตัวเร่งปฏิกิริยาจะ ไปเพิ่มความเข้มข้นของสารละลาย ทำให้ปฏิกิริยาเคมีเกิดเร็วขึ้น” ซึ่งเป็นแนวคิดที่คลาดเคลื่อน โดยแนวคิดที่ถูกต้องคือ ตัวเร่งปฏิกิริยาจะไปจัดโครงสร้างใหม่ของสารตั้งต้น พลังงานก่อกัมมันต์ลดลง ทำให้ปฏิกิริยาเคมีเกิดเร็วขึ้น หลังจากการจัดการเรียนรู้ด้วยการทดลองเป็นฐานร่วมกับเทคนิคทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) พบว่านักเรียนมีแนวคิดอยู่ในระดับต่ำมากเพิ่มขึ้นเพียงร้อยละ 5.40 เนื่องจากนักเรียนส่วนใหญ่มีพัฒนาขึ้นมาจากแนวคิดระดับน้อย แต่ไม่ได้พัฒนาไปอยู่ในระดับต่ำมาก การจัดการเรียนการสอนแนวคิดเรื่องนี้ ครูควรต้องเพิ่มเทคนิคการสอนที่สามารถช่วยให้นักเรียนมองเห็นภาพในเรื่องของหน้าที่ของตัวเร่งปฏิกิริยา ที่เข้าไปมีส่วนร่วมในปฏิกิริยา เช่น การใช้อุปมาอุปไมยในการเปรียบเทียบ การใช้สื่อจำลองเสมือนจริง ให้มากขึ้น

หลังจากได้นำการทดลองเป็นฐานร่วมกับเทคนิคทำนาย-สังเกต-อธิบาย มาจัดกิจกรรมการเรียนรู้ พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิด เรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี เพิ่มขึ้นในทุกแนวคิด ในขณะที่เดียวกันนักเรียนที่มีแนวคิดเรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ที่อยู่ในระดับน้อยก็มีจำนวนลดลง โดยก่อนเรียนมีนักเรียนเพียงร้อยละ 3.24 เท่านั้นที่มีแนวคิดอยู่ในระดับต่ำมาก ในขณะที่นักเรียนที่มีแนวคิดอยู่ในระดับน้อยมีถึงร้อยละ 66.49 แต่เมื่อผ่านการจัดการเรียนรู้แบบการใช้ทดลองเป็นฐานร่วมกับเทคนิคทำนาย-สังเกต-อธิบาย เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ไปแล้ว พบว่านักเรียนที่มีแนวคิดอยู่ในระดับน้อยมีจำนวนลดลง โดยนักเรียนที่มีแนวคิดในระดับน้อยลดลงเหลือร้อยละ 16.75 ซึ่งกลุ่มนักเรียนที่ยังมีแนวคิดอยู่ในระดับพอใช้และน้อย อาจมีสาเหตุการเรียนรู้ที่ไม่ทั่วถึง การทำการทดลองนักเรียนไม่ได้ทำหมดทุกคน ครูผู้สอนไม่สามารถเข้าถึงตัวนักเรียนได้หมดทุกคน นักเรียนจึงไม่กล้าซักถามและไม่กล้าตัดสินใจในการทำการทดลอง จึงเป็นเหตุให้นักเรียนเกิดแนวคิดที่ไม่ถูกต้อง และไม่สามารถใช้ความรู้ไปตอบแบบวัดแนวคิดทางการเรียนได้ ซึ่งผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ Supasorn and Promarak (2015) ที่อธิบายไว้ว่า กิจกรรมการทดลองหรือกิจกรรมใด ๆ ในเรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีที่สามารถสังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นได้อย่างชัดเจน จะมีส่วนช่วยให้ผู้เรียน สามารถเข้าใจและจดจำสิ่งที่สังเกตได้ดีและนำมาสู่การสร้างคำอธิบายและขยายความรู้จนกระทั่งเกิดเป็นความเข้าใจที่คงทนมากขึ้น อีกทั้งการใช้เทคนิคการสอนแบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย ช่วยให้นักเรียนเกิดทักษะทางวิทยาศาสตร์ในการค้นหาคำตอบ ความรู้ด้วยการทำนายผลที่นำไปสู่การทดลองเพื่อหาคำตอบ แล้วนำมาผลที่ได้มาอธิบาย อีกทั้งยังช่วยให้นักเรียนสร้างข้อสรุปทางวิทยาศาสตร์จากหลักฐานและเหตุผล ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของนราภรณ์ นาคพันธ์ (2560) ที่กล่าวว่า จากการทดลองสอนโดยใช้เทคนิคแบบทำนาย สังเกต อธิบาย พบว่านักเรียนส่วนใหญ่ตั้งใจเรียนเป็นอย่างมาก ให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมและ แสดงความคิดเห็นเป็นอย่างดี โดยในขั้นตอนการทำนายผลนักเรียนสามารถคิดหรือทำนายสิ่งที่คิดว่าเกิดขึ้น นักเรียนมีการนำเอาความรู้เดิมมาใช้ในการให้เหตุผลเพื่อ

สนับสนุนผล การทำนายของตนเองมากขึ้น สำหรับขั้นตอนการสังเกตนักเรียนมีพฤติกรรมที่แสดงออกถึงความอยากู้อากเห็น มากขึ้น กระตือรือร้นที่จะค้นคว้าหาความรู้และสามารถหาวิธีการเพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบหรือข้อเท็จจริงจากสิ่งที่กำหนดให้ได้อย่างเหมาะสม

2.ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจในการจัดการเรียนรู้โดยใช้การทดลองเป็นฐานร่วมกับเทคนิคทำนาย-สังเกต-อธิบาย ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ระดับความพึงพอใจของผู้เรียนในการจัดการเรียนรู้โดยใช้การทดลองเป็นฐานร่วมกับเทคนิคทำนาย-สังเกต-อธิบาย

รายการประเมิน	\bar{X}	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
ด้านครูผู้สอน			
1. ครูผู้สอนเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ซักถามและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน	4.85	0.37	พึงพอใจมากที่สุด
2. ครูผู้สอนมีความเป็นกันเองให้คำแนะนำและรับฟังความคิดเห็น	4.85	0.37	พึงพอใจมากที่สุด
3.ครูผู้สอนมีความสามารถในการถ่ายทอดความรู้ ช่วยให้เกิดการเรียนรู้ในเนื้อหาวิชา	4.50	0.51	พึงพอใจมาก
ค่าเฉลี่ย	4.73	0.41	พึงพอใจมากที่สุด
ด้านกิจกรรมการเรียนรู้			
4. นักเรียนได้ฝึกคิดและฝึกทักษะการทดลองจากประสบการณ์จริง	4.60	0.50	พึงพอใจมากที่สุด
5. นักเรียนมีความสุขสนุกสนานในการทำกิจกรรม	4.90	0.31	พึงพอใจมากที่สุด
6. นักเรียนนำความรู้ที่ได้จากการทำกิจกรรมไปใช้ในชีวิตประจำวันได้	4.30	0.86	พึงพอใจมาก
ค่าเฉลี่ย	4.60	0.55	พึงพอใจมากที่สุด
ด้านเนื้อหา			
7. กิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับเนื้อหา	4.65	0.49	พึงพอใจมากที่สุด
8. การจัดการเรียนรู้ทำให้เข้าใจเนื้อหาได้ง่าย	4.40	0.60	พึงพอใจมาก
9. การจัดการเรียนรู้ทำให้จำเนื้อหาได้นาน	4.45	0.69	พึงพอใจมาก
10. เนื้อหาและกิจกรรมมีความสอดคล้องกับความสนใจและความถนัดของผู้เรียน	4.60	0.50	พึงพอใจมากที่สุด
ค่าเฉลี่ย	4.52	0.57	พึงพอใจมากที่สุด
รวม	4.61	0.51	พึงพอใจมากที่สุด

จากการประเมินความพึงพอใจในการจัดการเรียนรู้โดยใช้การทดลองเป็นฐานร่วมกับเทคนิคทำนาย-สังเกต-อธิบาย ผู้เรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุดคิดเป็นค่าเฉลี่ย 4.61 ด้านที่ผู้เรียนมีความพึงพอใจมาก

ที่สุดอันดับแรก ได้แก่ ด้านครูผู้สอนมีคะแนนเฉลี่ย 4.73 ด้านที่ผู้เรียนมีความพึงพอใจมากที่สุดรองลงมา คือ ด้านกิจกรรมการเรียนรู้มีคะแนนเฉลี่ย 4.60 ด้านที่ผู้เรียนมีความพึงพอใจมากที่สุดอันดับสุดท้าย คือ ด้านเนื้อหา มีคะแนนเฉลี่ย 4.52

ผลการวิจัยพบว่า ผู้เรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การทดลองเป็นฐานร่วมกับเทคนิคทำนาย-สังเกต-อธิบาย มีความพึงพอใจในการจัดการเรียนรู้ที่อยู่ในระดับพึงพอใจมากที่สุด คิดเป็นค่าเฉลี่ย 4.61 จากการประเมินความพึงพอใจ ซึ่งผู้วิจัยนำเสนอในแต่ละด้าน เช่น ด้านครูผู้สอน พบว่าผู้เรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด จากหัวข้อ ครูผู้สอนเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ซักถามและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ เนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบการทดลองเป็นฐานร่วมกับเทคนิคทำนาย-สังเกต-อธิบาย เป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง โดยผู้สอนทำหน้าที่เป็นผู้ชี้แนะแนวทาง คำแนะนำ ในขั้นตอนการทำปฏิบัติ การทดลอง รับฟังความคิดเห็น คอยอำนวยความสะดวก ผู้สอนมีบุคลิกภาพที่ยิ้มแย้มแจ่มใส รับฟัง ความคิดเห็นและเปิดโอกาสให้ผู้เรียนร่วมอภิปราย และด้านกิจกรรมการเรียนรู้พบว่าผู้เรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด จากหัวข้อนักเรียนมีความสนุกสนานในการทำกิจกรรม และนักเรียนได้ฝึกคิดและฝึกทักษะการทดลองจากประสบการณ์จริง เนื่องจากเป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีการแสดงความคิดเห็น อภิปราย แลกเปลี่ยนเรียนรู้ภายในกลุ่มและระหว่างกลุ่ม ได้อย่างอิสระและยังส่งเสริมให้ผู้เรียนค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเองซึ่งถือว่าการจัดการเรียนรู้การทดลองเป็นฐานร่วมกับเทคนิคทำนาย-สังเกต-อธิบาย

6. ข้อเสนอแนะ

6.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

1. ในการนำรูปแบบการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การทดลองเป็นฐานร่วมกับเทคนิคทำนาย-สังเกต-อธิบาย ไปใช้สอนในห้องเรียน ครูควรสอนปูพื้นฐาน เรื่องการใช้เครื่องแก้ววิทยาศาสตร์ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 และชี้แจงรายละเอียดให้แก่ นักเรียน ให้ นักเรียนเกิดความเข้าใจก่อนไปปฏิบัติทดลองจริง
2. การปฏิบัติการทดลองในชั้นเรียนต้องให้ผู้เรียนรับทราบบทบาทหน้าที่ และเห็นความสำคัญของการเรียนรู้ด้วยตนเอง และมีความรับผิดชอบต่อการทำงานกลุ่ม ซึ่งในงานวิจัยนี้เน้นการปฏิบัติด้วย ประสบการณ์จริง ดังนั้น ควรให้คำแนะนำในเบื้องต้นเกี่ยวกับการจัดทำวิธีการทดลอง (flow-chart) และให้ผู้เรียนส่งก่อนทำปฏิบัติการทดลองเพื่อเป็นแนวทางให้ผู้เรียนสามารถปฏิบัติการทดลองที่ถูกต้องรวมทั้งควรแนะนำแหล่งเรียนรู้ และแหล่งสืบค้นข้อมูล

6.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. ครูผู้สอนควรออกข้อสอบที่เป็นปรนัยผสมผสานกับแบบอัตนัย และจำนวนข้อสอบไม่มากเกินไป เพื่อที่จะได้ทราบมโนคติของนักเรียนและสามารถตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนอย่างแท้จริง
2. ควรมีการนำผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้การทดลองเป็นฐานร่วมกับเทคนิคทำนาย-สังเกต-อธิบาย ไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ในเนื้อหาวิชาเคมีอื่น ๆ เช่น กรด-เบส เคมีไฟฟ้า และศึกษาผลที่มีต่อผลการเรียนรู้ในสมรรถนะด้านต่างๆ

7. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดี เนื่องด้วยผู้วิจัยได้รับความอนุเคราะห์อย่างสูงจาก อาจารย์ดาริน บุญศรี อาจารย์นันทนาการสอน รวมถึงครูไพสิน แสงหิรัญ ครูพี่เลี้ยงโรงเรียนคลองพนสฤกษ์พิทยา ที่ได้ให้แนวคิดและ

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม ตลอดจนการแก้ไขปรับปรุงข้อบกพร่องต่าง ๆ ทำให้งานวิจัยฉบับนี้ มีความถูกต้องสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ผู้วิจัยจึงขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ ผู้บริหาร คณะครูโรงเรียนคลองพนสตงศ์พิทยา และขอขอบใจนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 โรงเรียนคลองพนสตงศ์พิทยาทุกคน ที่ได้ให้ความช่วยเหลือและให้ความร่วมมือกับคณะผู้วิจัยในการเก็บรวบรวมข้อมูลจนทำให้งานวิจัยฉบับนี้ประสบความสำเร็จด้วยดี

สุดท้ายขอขอบพระคุณบิดา มารดา พร้อมทั้งครอบครัวของคณะผู้วิจัย ที่ได้ให้ความช่วยเหลือเป็นกำลังใจให้กับคณะผู้วิจัยโดยตลอดการศึกษาวิจัย และขอขอบคุณสมาชิกทุกคนในคณะวิจัยที่ได้ร่วมกันทำการศึกษาวิจัย ในครั้งนี้จนสำเร็จลุล่วงด้วยดีตามวัตถุประสงค์ทุกประการ

8. เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560)*. สืบค้นเมื่อ 21 ต.ค. 64 จาก <http://academic.obec.go.th/images/document/1580786506d1.pdf>
- กัญญาณี ไบเนียม. (2558). *การพัฒนาความเข้าใจนิมิตวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารละลาย ด้วยวัฏจักร การเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้นผสมผสานเทคนิคทำนาย-สังเกต-อธิบาย ในชั้นสร้างความสนใจ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.*
- ณรงค์ดี รัตนพันธุ์. (2564). *การส่งเสริมความเข้าใจเรื่องปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีในระดับจุลภาคของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้การทดลองเป็นฐานร่วมกับสื่อแบบจำลอง. สาขาวิชาเคมี คณะครูศาสตร์, มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต.*
- ณิชกมล โพธิ์รังสียากร. (2562). *การพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง พันธะโคเวเลนต์โดยใช้รูปแบบการสอนแบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE). วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยรังสิต.*
- ทิสนา แจมมณี. (2550). *ศาสตร์การสอน : องค์ความรู้เพื่อการจัดการกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ. (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.*
- ชนภรณ์ ก้องเสียง. (2557). *การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้กิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์เสริมการเรียนรู้ : กรณีศึกษาโรงเรียนปราโมทวิทยา รามอินทรา. สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาและพัฒนาหลักสูตร คณะครูศาสตร์อุตสาหกรรม, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.*
- นราภรณ์ นาคพันธ์. (2560). *ผลการใช้เทคนิคแบบทำนาย สังเกต อธิบาย (POE) ต่อผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่องเซลล์เล็ก โทรไลติก. หลักสูตรศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยรังสิต.*
- น้ำฝน คูเจริญไพศาล. (2560). *การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โครงการเป็นฐานเพื่อพัฒนาความสามารถในการทดลองทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตปริญญาตรีชั้นปีที่ 1. ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.*
- พลยมณ เชนสมุทร. (2557). *การพัฒนาความเข้าใจเชิงนิมิตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง กรด-เบส โดยใช้กิจกรรมทำนาย-สังเกต-อธิบาย บนพื้นฐานแนวการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.*

กรทิพย์ สุภัทรชัยวงศ์. (2556). การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเพื่อพัฒนาแบบจำลองทางความคิด เรื่อง โครงสร้างอะตอมและความเข้าใจธรรมชาติของแบบจำลองของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 4. ปรินญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์การศึกษามหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ไมตรี พงสาปาน. (2554). แนวคิดความพึงพอใจ. สืบค้นเมื่อ 28 ธันวาคม 2565, สืบค้นจาก <http://maitree3.blogspot.com/p/blog-page.html>.

สิทธิศักดิ์ พสุมาตร และคณะ. (2559). การใช้การเรียนรู้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับกิจกรรมการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบายเพื่อแก้ไขแนวคิดคลาดเคลื่อนทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง พันธะโคเวเลนต์. The National and International Graduate Research Conference 2016.

สมบัติ ท้ายเรือคำ. (2553). ระเบียบวิธีวิจัยสำหรับมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ (พิมพ์ครั้งที่ 4). มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

หนังสือ สสวท. ปี 2548 วิชาเคมี

อาภรณ์ ใจเที่ยง. (2550). หลักการสอน. กรุงเทพมหานคร : โอเดียนสโตร์.

Supasorn,S.and Promarak,V. (2015). Implementation of 5E inquiry incorporated with analogy learning approach to enhance conceptual understanding of chemical reaction rate for grade 11 students. Chemistry Education Research and Practice, 16(1), 121-13