

การส่งเสริมความเข้าใจเรื่องปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
ในระดับจุลภาคของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยการจัดการเรียนรู้
โดยใช้การทดลองเป็นฐานร่วมกับสื่อแบบจำลอง

Enhancing Understanding of 11th Grade Students in the Topic
of Factors Affecting Rate of Chemical Reactions at the microscopic
levels by Laboratory-Based Learning and Models

Received : 2021-03-15

Revised : 2021-05-21

Accepted : 2021-06-11

ผู้วิจัย ณรงค์ศักดิ์ รัตนพันธุ์¹

สุภาพร ดาววัลย์²

กรทิพย์ สุภัทรชัยวงศ์³

ณัฐกร ชีประวัตินิชัย³

Narongsak Rattanapan

s5912221110@pkru.ac.th

Supaporn Dawan

Porntip Supatchaiyawong

Nattakon Cheeprawatchai

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาความเข้าใจเรื่อง ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีและ
ศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียน ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้การทดลองเป็นฐานร่วมกับสื่อแบบจำลอง
โดยเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย แบบวัดความเข้าใจเรื่อง ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยา
เคมี และแบบประเมินความพึงพอใจที่มีผลต่อการใช้สื่อแบบจำลอง มีรูปแบบการวิจัยเชิงทดลอง ดำเนิน
การวิจัยโดยเก็บข้อมูลก่อนเรียนและหลังเรียนวิเคราะห์ข้อมูลโดยหาค่าเฉลี่ย ร้อยละ และส่วนเบี่ยงเบน
มาตรฐาน

ผลการวิจัยพบว่า ความเข้าใจของผู้เรียนเรื่อง ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี หลังการ
จัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการใช้การทดลองเป็นฐานร่วมกับสื่อแบบจำลองหลังเรียน (mean 7.24, S.D. 1.72)
สูงกว่าก่อนเรียน (mean 2.38, S.D. 1.00) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยมีร้อยละของ
ผู้เรียนในกลุ่มพัฒนาการระดับสูงมาก ระดับสูง ระดับปานกลาง และระดับต้น เป็น 28.79, 31.82, 36.36
และ 3.03 ตามลำดับ ผลของความพึงพอใจของผู้เรียนอยู่ในระดับพึงพอใจมาก แสดงให้เห็นว่าการจัดการ
เรียนรู้โดยใช้การทดลองเป็นฐานร่วมกับสื่อแบบจำลอง ช่วยในการกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจและ

¹ นักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาเคมี คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต ภูเก็ต 83000 Undergraduate Student, Chemistry Program, Faculty of Education, Phuket Rajabhat University, Phuket, 83000, Thailand

² ดร., อาจารย์สาขาวิชาเคมี คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต ภูเก็ต 83000

Dr., Lecturer, Chemistry Program, Faculty of Education, Phuket Rajabhat University, Phuket, 83000, Thailand

³ อาจารย์สาขาวิชาเคมี คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต ภูเก็ต 83000

Lecturer, Chemistry Program, Faculty of Education, Phuket Rajabhat University, Phuket, 83000, Thailand

เข้ามามีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมมากขึ้น ผู้เรียนสามารถอธิบายปรากฏการณ์ของปัจจัยในชีวิตประจำวันในระดับจุลภาคโดยการนำเสนอตัวอย่าง อีกทั้งได้ลงมือปฏิบัติทดลองค้นหาความรู้ด้วยตนเองทำให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการเรียนรู้ โดยสามารถเชื่อมโยงผลการทดลองที่สังเกตได้กับสื่อแบบจำลอง ซึ่งเป็นตัวแทนความคิดในระดับจุลภาค นำไปสู่การเขียนสมการเคมีในระดับสัญลักษณ์ได้

คำสำคัญ : แนวคิดระดับจุลภาค สื่อแบบจำลอง ปฏิบัติการทดลอง ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี การจัดการเรียนรู้โดยใช้การทดลองเป็นฐาน

Abstract

This study aimed at developing students' understanding on factors affecting chemical reaction rates and exploring their satisfaction towards the use of laboratory-based learning (LBL) and models on classroom management. Research instruments included two sets of test to evaluate students' understanding on factors influencing chemical reaction rates before and after using the LBL and a questionnaire to survey their satisfaction with the models. This research is a experimental design study that the data were gathered before and after the use of the LBL and models. The data were analyzed with average, percentage, and standard deviation respectively.

It was found that the average score of the post test (\bar{X} 7.24, S.D. 1.72) was higher than the pretest (\bar{X} 2.38, S.D. 1.00). This made overall students understanding level about the factors affecting chemical reaction rates after learning with LBL methodology and models statistically increased at 0.01 by percentage of progressive score in very high level, high level, medium level and low level is 28.79, 31.82, 36.36 and 3.03 respectively. Moreover, students' satisfaction was at very high level. The use of the LBL and models motivated them to get more involved in classroom activities. They could explain phenomena in a daily life at the microscopic level by exemplifying, practicing and self-studying. This promoted their learning progress by allowing them to connect observable results of the experiments with models representing thoughts at the microscopic level. It finally led to an ability to write chemical equations at the symbolic level within the students.

Keywords : Microscopic level, Model, Experiment, Factor affecting reaction rate, Laboratory-Based Learning (LBL)

บทนำ

วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคต เพราะเกี่ยวข้องกับการดำรงชีวิตประจำวัน ซึ่งวิทยาศาสตร์ทำให้คนได้พัฒนาวิธีคิด เป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ มีทักษะในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, น. 92) การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่ผ่านมาโดยส่วนใหญ่เป็นแบบบรรยายหรือที่เน้นการท่องจำทำให้ผู้เรียนต้องใช้จินตนาการในการสมมติภาพ เป็นผลให้ผู้เรียนยากต่อการเข้าใจวิทยาศาสตร์ แต่เนื่องจากวิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญในชีวิตประจำวัน ทุกคนต้องได้รับการพัฒนาความรู้และทักษะทางวิทยาศาสตร์เพื่อสามารถนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผลและสร้างสรรค์

วิชาเคมีเป็นหนึ่งในกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ที่มีเนื้อหาและทฤษฎีที่ค่อนข้างเข้าใจยาก ซึ่งศึกษาเกี่ยวกับอะตอม ธาตุ โมเลกุล องค์กรประกอบและสมบัติของสาร การเกิดปฏิกิริยา การเปลี่ยนแปลงของสารและการแก้ปัญหาทางเคมี ซึ่งเนื้อหาส่วนใหญ่เป็นนามธรรม โดยจะอธิบายการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของสารใน 3 ระดับ (Johnstone, 1993, pp. 702-703) ได้แก่ ระดับมหภาค ระดับจุลภาค และระดับสัญลักษณ์ โดยระดับมหภาค (Macroscopic Level) เป็นการกล่าวถึงปรากฏการณ์ทางเคมีที่เกิดขึ้นจริง สัมผัสและสังเกตได้จากลักษณะภายนอกสี รูปร่าง การเกิดฟองแก๊ส หรือแม้กระทั่งการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร เช่น การเกิดฝนกรดที่มีผลให้อาคารที่สร้างจากหินปูนและหินอ่อน รวมไปถึงสิ่งของหรือยานพาหนะที่มีส่วนประกอบของเหล็กเกิดการผุกร่อนเร็วกว่าปกติ ระดับจุลภาค (Sub-microscopic Level) เป็นการอธิบายปรากฏการณ์ทางเคมีที่เกิดขึ้นจริงแต่ไม่สามารถมองเห็นได้ เพราะจะกล่าวถึงโมเลกุลอะตอมและอิเล็กตรอน เช่น ปฏิกิริยาการเกิดฝนกรด เมื่อปฏิกิริยาถูกรบกวนโดยการเพิ่มหรือลดความเข้มข้นของสารตั้งต้น (เช่น SO_2) ซึ่งเกิดการชนกันของโมเลกุลไอน้ำและอากาศทำให้เกิด H_2SO_4 และระดับสัญลักษณ์ (Symbolic Level) จะเป็นสิ่งที่เชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างระดับมหภาคและระดับจุลภาค ตัวอย่างเช่น สัญลักษณ์ของธาตุ สูตรเคมีและสมการเคมีการเกิดฝนกรด เป็นปฏิกิริยาทางเคมีระหว่างไอน้ำ (H_2O) ออกซิเจน (O_2) และสารต่าง ๆ ในอากาศกับก๊าซออกไซด์ของโลหะบางชนิด เช่น ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) และไนโตรเจนมอนอกไซด์ (NO) ซึ่งก่อให้เกิดกรดซัลฟิวริก (H_2SO_4) กรดไนตริก (HNO_3) จะเห็นได้ว่าวิชาเคมีนอกจากจะเป็นวิชาที่ค่อนข้างเข้าใจยากแล้วทั้งยังซับซ้อนและต้องอาศัยการทำความเข้าใจและการวิเคราะห์ ในระดับมหภาค จุลภาค และสัญลักษณ์ ซึ่งยากสำหรับผู้เรียนทำให้ผู้เรียนส่วนใหญ่ยังขาดความรู้ความเข้าใจ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และทักษะในการปฏิบัติการทดลองด้วยประสบการณ์จริง เป็นผลให้ผู้เรียนส่วนใหญ่ขาดความสามารถในการแก้ปัญหา การวิเคราะห์ สังเคราะห์ และประเมินค่า (เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์, 2541, น. 77) ดังนั้นถ้าจะให้ผู้เรียนเข้าใจการเชื่อมโยงความสัมพันธ์แนวคิดทั้งระดับ 3 ระดับ ผู้สอนต้องใช้สื่อแบบจำลองและการทดลองเป็นฐานมาช่วยในกระบวนการจัดการเรียนรู้

การนำแบบจำลองมาใช้ในการเรียนวิทยาศาสตร์แทบทุกสาขาวิชาโดยเฉพาะอย่างยิ่งในวิชาเคมีจะเป็นตัวช่วยเพิ่มความรู้ความเข้าใจ ถ้าหากนักเรียนเข้าใจว่าแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์คืออะไร ได้มาอย่างไรและมีขอบเขตและข้อจำกัดอย่างไรบ้าง ก็จะทำให้นักเรียนเข้าใจลักษณะของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งสิ่งเหล่านี้เป็นส่วนหนึ่งของการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (Lederman, Abd-El-Khalick, Bell, & Schwartz, 2002, pp. 497-521) เพื่อให้ผู้เรียนได้เห็นภาพปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นได้อย่างชัดเจนโดยเฉพาะอย่างยิ่งในระดับจุลภาคและสัญลักษณ์ โดยเฉพาะเนื้อหาเรื่อง ปฏิกิริยาที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ยกตัวอย่างเช่น ในส่วนของปฏิกิริยาการสลายตัวของหินปูนที่มีพื้นที่ผิวแตกต่างกันในสารละลายกรด

ไฮโดรคอลลอยด์ ซึ่งเป็นเนื้อหาที่อยู่ในลักษณะนามธรรม และถ้าใช้จินตนาการมองลึกเข้าไปในระดับจุลภาค ซึ่งผู้เรียนไม่สามารถมองเห็นหรือสัมผัสได้ และถูกตีความออกมาเป็นเนื้อหาในลักษณะระดับสัญลักษณ์ ซึ่งอาจจะนำไปสู่ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนของผู้เรียนในเนื้อหาที่มีความซับซ้อนขึ้นไปอีก เช่น เรื่อง อัตรากาการเกิดปฏิกิริยาเคมีที่มีเนื้อหาซับซ้อนเป็นนามธรรมยากต่อการทำความเข้าใจ ส่งผลให้ความเข้าใจโมติของนักเรียนเกิดโมติคลาดเคลื่อน ดังงานวิจัยของ จินดา พรหมณชู, เอกรัตน์ ศรีตัญญู, และลัดดา มีศุข. (2553, น. 37) ที่มีการศึกษาผลการใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง อัตรากาการเกิดปฏิกิริยาเคมีและเจตคติต่อการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการศึกษาพบว่า แนวคิดเรื่องที่นักเรียนมีความเข้าใจถูกต้องจากมากไปน้อยดังนี้ แนวคิดเรื่องพลังงานกับการดำเนินไปของปฏิกิริยา ความหมายของอัตรากาการเกิดปฏิกิริยาเคมี กฎอัตราและอันดับของปฏิกิริยา และปัจจัยที่มีผลต่ออัตรากาการเกิดปฏิกิริยาเคมี ตามลำดับ อย่างไรก็ตามยังมีนักเรียนบางส่วนไม่สามารถอธิบายเกี่ยวกับปัจจัยที่ทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมีได้ นักเรียนอธิบายว่าทิศทางของการชนและพลังงานจลน์ของอนุภาคที่เคลื่อนที่ชนกันเท่านั้นที่มีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมี ความเร็วของอนุภาคที่เคลื่อนที่ชนกันไม่มีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมีแต่อย่างใด ซึ่งจะเห็นได้ว่าเรื่องปัจจัยที่มีผลต่ออัตรากาการเกิดปฏิกิริยาเคมีผู้เรียนมีแนวคิดที่มีความเข้าใจถูกต้องน้อยที่สุด และจากการศึกษาของสุภาพ ตามเมือง, กานต์ตระกูลรัตน์ วุฒิสเลลา, และศักดิ์ศรี สุภาพสร. (2560, น. 12) ได้ทำการศึกษา เรื่องการพัฒนาความเข้าใจโมติของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง อัตรากาการเกิดปฏิกิริยาเคมีด้วยการทดลองแบบสืบเสาะ โดยโมติที่มีนักเรียนอยู่ในกลุ่มความเข้าใจโมติต่ำมากที่สุด ได้แก่ ปัจจัยที่มีผลต่ออัตรากาการเกิดปฏิกิริยาเคมี (ร้อยละ 42.96) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากโมติปัจจัยที่มีผลต่ออัตรากาการเกิดปฏิกิริยาเคมี เป็นเรื่องที่มีปัจจัยที่ต้องพิจารณาหลายอย่าง เช่น ชนิดของปฏิกิริยา ธรรมชาติของสาร อุณหภูมิ และความเข้มข้น เป็นต้น หากต้องการแก้ไขแนวคิดที่คลาดเคลื่อนของผู้เรียนให้ถูกต้อง และเป็นการส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ค้นคว้าและเรียนรู้ในเรื่องที่ตนเองสนใจ จึงทำให้ผู้เรียนเรียนรู้ได้อย่างมีความหมาย ไม่เบื่อหน่ายต่อการเรียน ช่วยเสริมสร้างลักษณะนิสัยให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนและรู้จักการทำงานร่วมกับผู้อื่น ควรเลือกใช้การเรียนการสอนที่ทำให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจากประสบการณ์จริง เช่น การจัดการเรียนการสอนโดยใช้การทดลองเป็นฐาน (น้ำฝน คูเจริญไพศาล, 2560, น. 72)

การจัดการเรียนการสอนโดยใช้การทดลองเป็นฐาน ครูผู้สอนควรเริ่มต้นโดยการให้ผู้เรียนมองเห็นภาพระดับมหภาค ซึ่งเป็นวิธีสอนที่ครูเปิดโอกาสให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติหรือให้ผู้เรียนได้มีโอกาสศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง โดยครูผู้สอนได้จัดกระบวนการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับความสนใจและความถนัดของผู้เรียนโดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล ให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะกระบวนการจากการจัดประสบการณ์จริง ลงมือปฏิบัติด้วยตนเองที่ผ่านกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ได้ฝึกทักษะการคิดอย่างเป็นระบบ อีกทั้งผู้เรียนได้ทำกิจกรรมกลุ่มและอภิปรายแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน (น้ำฝน คูเจริญไพศาล, 2560, น. 62) ดังนั้นการใช้สื่อการทดลองเป็นฐาน นอกจากผู้เรียนจะได้พัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ รู้จักการใช้เหตุผล และความสามารถในการสืบค้นข้อมูลและหาคำตอบของปัญหาได้ด้วยตนเองแล้ว ผู้เรียนยังสามารถเชื่อมโยงแนวคิดทั้ง 3 ระดับจากการใช้สื่อการทดลองเป็นฐานได้ คือ การเปลี่ยนแปลงในระดับมหภาค ที่เป็นปรากฏการณ์ทางเคมีที่เกิดขึ้นจริงและสัมผัสได้จากสี อุณหภูมิ การเกิดฟองแก๊สของสารเคมีที่ได้ทำการทดลอง แล้วสามารถนำมาเขียนเชื่อมโยงในระดับสัญลักษณ์และระดับจุลภาคได้จากการใช้สื่อแบบจำลองทำให้ผู้เรียนใช้ความสามารถของตนเอง และจากที่ผู้ทำการวิจัยได้ทำการสังเกตการสอนจากรายวิชาการฝึกปฏิบัติวิชาชีพครูระหว่างเรียนชั้นปีที่ 4 พบว่าการจัดการเรียนรู้

ในชั้นเรียนยังคงมีวิธีการสอนแบบสาธิต โดยครูหรือผู้เรียนเป็นผู้สาธิตกระบวนการและผลที่ได้รับจากการสาธิต เมื่อจบการสาธิตแล้วผู้เรียนต้องทำตามกระบวนการและวิธีการสาธิตนั้นทำให้ผู้เรียนขาดการเรียนรู้จากการกระทำหรือขาดการเรียนรู้จากสภาพจริง

จากประสบการณ์ของผู้วิจัยในฐานะผู้สอนวิชาเคมีก็เผชิญกับปัญหาดังกล่าวเช่นกัน โดยผู้วิจัยได้มีโอกาสดอกสังเกตการสอนจากรายวิชาการศึกษาปฏิบัติวิชาชีพครูระหว่างเรียนชั้นปีที่ 4 ในรายวิชาเคมีกับผู้เรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในปีการศึกษา 2562 จำนวน 2 ภาคเรียน เป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์ สภาพปัญหาประการหนึ่งในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษา คือ ผู้เรียนส่วนใหญ่ยังขาดความรู้ความเข้าใจหลักการทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และทักษะในการปฏิบัติการทดลอง ซึ่งในการสอนวิทยาศาสตร์เป็นแบบบรรยายถึงร้อยละ 70 จะมีเพียงร้อยละ 30 เท่านั้นที่ให้ผู้เรียนได้เรียนจากประสบการณ์จริง เป็นผลให้ผู้เรียนส่วนใหญ่ขาดความสามารถในการแก้ปัญหา การวิเคราะห์ สังเคราะห์ และประเมินค่า (เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์, 2541, น. 77) ทำให้ผู้เรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางเคมีที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันในระดับจุลภาคน้อยหรือมีความคิดคลาดเคลื่อนในเรื่องดังกล่าว เนื่องจากการที่ครูผู้สอนมักสอนแนวคิดเรื่องปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีแบบบรรยาย หรือเน้นการท่องจำทำให้ผู้เรียนต้องใช้จินตนาการในการสมมติภาพ เพราะคิดว่าการสอนด้วยการอธิบายให้ผู้เรียนฟังน่าจะทำให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหามากขึ้นแต่กลับพบว่าผู้เรียนไม่ได้เข้าใจแนวคิดเรื่องนี้อย่างถ่องแท้

ด้วยเหตุผลและความสำคัญที่ต้องพัฒนาผู้เรียนให้เกิดการเรียนรู้และพัฒนาผลความเข้าใจการเรียนวิชาเคมีของผู้เรียนให้สูงขึ้น ทำให้ผู้วิจัยมีความสนใจในการศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบใช้การทดลองเป็นฐานร่วมกับสื่อแบบจำลอง เรื่อง ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี เพื่อใช้เป็นสื่อการเรียนการสอน และผู้วิจัยคาดหวังว่าผู้เรียนจะเกิดความเข้าใจเกี่ยวกับแนวคิดเรื่อง ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี และมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้การทดลองเป็นฐานร่วมกับสื่อแบบจำลอง โดยที่ผู้เรียนสามารถอธิบายปรากฏการณ์ของปัจจัยในชีวิตประจำวันในระดับจุลภาคด้วยการนำเสนอตัวอย่างได้อย่างถูกต้อง

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. พัฒนาความเข้าใจเรื่อง ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้การทดลองเป็นฐานร่วมกับสื่อแบบจำลอง
2. ศึกษาความพึงพอใจต่อการใช้สื่อแบบจำลอง

สมมติฐานการวิจัย

1. ผู้เรียนมีความเข้าใจของเรื่อง ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี หลังการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการใช้การทดลองเป็นฐานร่วมกับสื่อแบบจำลองหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01
2. ผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อการใช้สื่อแบบจำลองอยู่ในระดับมาก

วิธีดำเนินการวิจัย

กลุ่มที่ศึกษา

กลุ่มที่ศึกษาคือผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ จำนวน 2 ห้องเรียนของโรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดกลางแห่งหนึ่งทางภาคใต้ โดยผู้เรียนกลุ่มที่ศึกษามีทั้งหมด 66 คน ซึ่งได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง (purposive sampling)

ตัวแปรศึกษา

ตัวแปรต้น ได้แก่ การจัดการเรียนรู้โดยการทดลองเป็นฐานร่วมกับสื่อแบบจำลอง

ตัวแปรตาม ได้แก่ ความเข้าใจเรื่อง ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีและความพึงพอใจต่อการใช้สื่อแบบจำลอง

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้โดยการทดลองเป็นฐานร่วมกับสื่อแบบจำลองเรื่อง ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามขั้นตอนการทดลองเป็นฐาน จำนวน 4 แผน รวม 12 ชั่วโมง ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้เรื่อง ความเข้มข้นของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี จำนวน 3 ชั่วโมง แผนการจัดการเรียนรู้เรื่อง พื้นที่ผิวของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี จำนวน 3 ชั่วโมง แผนการจัดการเรียนรู้เรื่อง อุณหภูมิกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี จำนวน 3 ชั่วโมง และแผนการจัดการเรียนรู้เรื่อง ตัวเร่งกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี จำนวน 3 ชั่วโมงดังตาราง 1 เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ได้แก่อาจารย์สาขาวิชาเคมี คณะครุศาสตร์ จำนวน 1 ท่าน และคุณครูประจำวิชาเคมี ตำแหน่งชำนาญการพิเศษ 1 ท่าน และชำนาญการ 1 ท่าน ซึ่งแต่ละท่านมีประสบการณ์การสอนในรายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มาแล้วมากกว่า 10 ปี เพื่อพิจารณาตรวจสอบความเหมาะสม จากนั้นทำการแก้ไขตามข้อเสนอแนะและนำแผนการจัดการเรียนรู้ไปใช้กับสื่อการทดลองเป็นฐานร่วมกับสื่อแบบจำลอง

ตาราง 1 รายการกิจกรรมการทดลองในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้/ชั่วโมง	ชื่อการทดลอง	รายการกิจกรรมการทดลอง
แผนที่ 1/3	ความเข้มข้นของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	- ศึกษาปฏิกิริยาระหว่างสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟตกับสารละลายกรดไฮโดรคลอริก ที่อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารเริ่มต้นกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี และใช้สื่อแบบจำลองภาพเคลื่อนไหวที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเองจาก PowerPoint เรื่อง ความเข้มข้นของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ยกตัวอย่างเช่น การปฏิกิริยาการเกิดฝนกรด
แผนที่ 2/3	พื้นที่ผิวของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	- เปรียบเทียบอัตราการเกิดปฏิกิริยาของแคลเซียมคาร์บอเนต ในสารละลายกรดไฮโดรคลอริกในพื้นที่ผิวที่ต่างกัน และใช้สื่อแบบจำลองภาพเคลื่อนไหวที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเองจาก PowerPoint เรื่อง พื้นที่ผิวของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ยกตัวอย่างเช่น ปฏิกิริยาการเคี้ยวอาหาร

แผนการจัดการ เรียนรู้/ชั่วโมง	ชื่อการ ทดลอง	รายการกิจกรรมการทดลอง
แผนที่ 3/3	อุณหภูมิกับ อัตราการเกิด ปฏิกิริยาเคมี	- ศึกษาผลของอุณหภูมิที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ของ กรดออกซาลิก ที่ทำปฏิกิริยาสารละลายกรดซัลฟิวริกและสังเกตสีของ สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตที่เปลี่ยนแปลงไป ณ อุณหภูมิ ต่าง ๆ และใช้สื่อแบบจำลองภาพเคลื่อนไหวที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเองจาก PowerPoint เรื่อง อุณหภูมิกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ยกตัวอย่างเช่น ปฏิกิริยาการบ่มผลไม้
แผนที่ 4/3	ตัวเร่งกับ อัตราการเกิด ปฏิกิริยาเคมี	- ศึกษาปัจจัยของตัวเร่งปฏิกิริยาที่มีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมี ระหว่าง กรดออกซาลิก กรดซัลฟิวริก และโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต โดย มีแมงกานีส (II) ซัลเฟตเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา และใช้สื่อแบบจำลองภาพ เคลื่อนไหวที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเองจาก PowerPoint เรื่อง ตัวเร่งกับอัตรา การเกิดปฏิกิริยาเคมี ยกตัวอย่างเช่น ปฏิกิริยาการใส่กรดน้ำส้มลงในน้ำ ยางพารา

2. แบบวัดความเข้าใจเรื่อง ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี เป็นแบบวัดที่ผู้ศึกษาสร้างขึ้นเพื่อวัดความเข้าใจ เรื่อง ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ซึ่งเป็นแบบวัดที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเอง ใช้สำหรับวัดก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้การทดลองเป็นฐานร่วมกับสื่อแบบจำลอง ประกอบด้วย ข้อคำถามก่อนเรียนเป็นแบบเลือกตอบ จำนวน 10 ข้อ และข้อคำถามหลังเรียนเป็นแบบเลือกตอบพร้อมอธิบายเหตุผล จำนวน 10 ข้อ ซึ่งกำหนดข้อคำถามตามผลการเรียนรู้ มาตรฐานที่ 2 วิทยาศาสตร์เพิ่มเติม (สาระเคมี) ดังนี้ 1) ม.5/10 ทดลอง และอธิบายผลของความเข้มข้น พื้นที่ผิวของสารตั้งต้น อุณหภูมิ และตัวเร่งปฏิกิริยาที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี 2) ม.5/11 เปรียบเทียบอัตราการเกิดปฏิกิริยาเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้น พื้นที่ผิวของสารตั้งต้น อุณหภูมิ และตัวเร่งปฏิกิริยา โดยข้อคำถามวัดแนวคิดเรื่องปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีทั้งหมด 4 แนวคิดดังตาราง 2

ตาราง 2 ข้อคำถามวัดแนวคิดเรื่องปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ก่อนเรียน		หลังเรียน	
แนวคิด	ข้อที่	แนวคิด	ข้อที่
1. ผลของความเข้มข้นที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	9 และ 10	1. ผลของความเข้มข้นที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	2 และ 4
2. ผลของพื้นที่ผิวที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	1,7 และ 8	2. ผลของพื้นที่ผิวที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	1 และ 5
3. ผลของอุณหภูมิที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	2 และ 6	3. ผลของอุณหภูมิที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	3,6 และ 7

ก่อนเรียน		หลังเรียน	
แนวคิด	ข้อที่	แนวคิด	ข้อที่
4. ผลของตัวเร่งที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	3,4 และ 5	4. ผลของตัวเร่งที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	8,9 และ 10

นำแบบวัดความเข้าใจเรื่อง ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ได้แก่อาจารย์สาขาวิชาเคมี คณะครุศาสตร์ จำนวน 1 ท่าน และคุณครูประจำวิชาเคมี ตำแหน่งชำนาญการพิเศษ 1 ท่าน และชำนาญการ 1 ท่าน ซึ่งแต่ละท่านมีประสบการณ์การสอนในรายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มาแล้วมากกว่า 10 ปี เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงของแบบวัดแนวคิดระหว่างข้อสอบกับวัตถุประสงค์ (Index of item-Objective Congruence: IOC) จากนั้นนำมาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ ผู้วิจัยกำหนดเกณฑ์การแปลความหมายและแปลคะแนนตามเกณฑ์ระดับพัฒนาการ โดยใช้เกณฑ์คะแนนพัฒนาการเทียบระดับพัฒนาการ ดังนี้ (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2552, น. 268)

คะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์ 76 - 100	ระดับพัฒนาการระดับสูงมาก
คะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์ 51 - 75	ระดับพัฒนาการระดับสูง
คะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์ 26 - 50	ระดับพัฒนาการระดับกลาง
คะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์ 0 - 25	ระดับพัฒนาการระดับต้น

3. แบบประเมินความพึงพอใจที่มีผลต่อการใช้สื่อแบบจำลอง เป็นแบบประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นใช้วิธีของลิเคิร์ต (Likert) ชนิดกำหนดคำตอบเป็นข้อความมี 5 ระดับ กำหนดค่าความพึงพอใจ มากที่สุด มากปานกลาง น้อย น้อยที่สุด ใช้ในการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังจากเรียนรู้โดยใช้การทดลองเป็นฐานร่วมกับสื่อแบบจำลองจำนวน 10 ข้อ ผู้วิจัยกำหนดรายการประเมินซึ่งแบ่งออกเป็น 4 ด้าน คือ ด้านครูผู้สอน ด้านสื่อการจัดการเรียนรู้ ด้านสิ่งแวดล้อมและกิจกรรมการเรียนรู้และด้านเนื้อหา เกณฑ์การแปลความหมายระดับพึงพอใจที่มีผลต่อการใช้สื่อแบบจำลอง กำหนดเกณฑ์การแปลคะแนนความพึงพอใจ ดังนี้ (กองวิจัยทางการศึกษา, 2545, น. 108)

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

วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาวิจัยและเก็บรวบรวมข้อมูล โดยดำเนินการวิจัยตามลำดับขั้นตอนดังนี้

1. นำแบบวัดความเข้าใจ เรื่องปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ก่อนเรียน จำนวน 10 ข้อ ไปวัดกับผู้เรียน ตรวจสอบและบันทึกคะแนนก่อนเรียน

2. ผู้วิจัยดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การทดลองเป็นฐานร่วมกับสื่อแบบจำลอง เรื่องปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี (ภาพที่ 1-2) ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น



ภาพที่ 1 กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้
การทดลองเป็นฐาน



ภาพที่ 2 กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้
สื่อแบบจำลองเป็นฐาน

3. นำแบบวัดความเข้าใจ เรื่องปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี หลังเรียน จำนวน 10 ข้อ ไปวัดกับผู้เรียน ตรวจสอบและบันทึกคะแนนหลังเรียน
4. ผู้เรียนตอบแบบประเมินความพึงพอใจต่อการใช้สื่อแบบจำลอง เรื่อง ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ตรวจสอบให้คะแนนและบันทึกคะแนน
5. นำคะแนนแบบวัดความเข้าใจ เรื่องปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ก่อนเรียน และหลังเรียนมาวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างโดยวิธีการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และคะแนนพัฒนาการ
6. นำผลการประเมินความพึงพอใจต่อการใช้สื่อแบบจำลอง เรื่อง ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี มาวิเคราะห์หาค่าคะแนนเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานแล้วแปลผลตามเกณฑ์ที่กำหนด

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ความเข้าใจเรื่อง ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ก่อนเรียนและหลังเรียนของผู้เรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การทดลองเป็นฐานร่วมกับสื่อแบบจำลอง นำเสนอในรูปแบบค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานตั้งตาราง 3 คะแนนร้อยละพัฒนาการตั้งตาราง 4 วิเคราะห์ความพึงพอใจของผู้เรียนในการจัดการเรียนรู้โดยใช้การทดลองเป็นฐานร่วมกับสื่อแบบจำลองนำเสนอในรูปแบบค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความพึงพอใจตั้งตาราง 5

ตาราง 3 ผลการเปรียบเทียบความเข้าใจทางการเรียนรู้วิชาเคมี ก่อนเรียนและหลังเรียนของผู้เรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การทดลองเป็นฐานร่วมกับสื่อแบบจำลอง

ทดสอบ	N	คะแนนเต็ม	\bar{X}	S.D	t- test	Sig.
ก่อนเรียน	66	10.00	2.38	1.00	20.32	.000
หลังเรียน	66	10.00	7.24	1.72		

** Sig. < 0.01

จากการวิเคราะห์คะแนนจากแบบวัดความเข้าใจ เรื่อง ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ของผู้เรียนดังตาราง 3 พบว่าความเข้าใจของผู้เรียนเรื่อง ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี หลังการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการเรียนรู้โดยใช้การทดลองเป็นฐานร่วมกับสื่อแบบจำลองหลังเรียน (mean 7.24, S.D. 1.72) สูงกว่าก่อนเรียน (mean 2.38, S.D. 1.00) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

ตาราง 4 จำนวนและร้อยละของผู้เรียนที่มีคะแนนพัฒนาการหลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การทดลองเป็นฐานร่วมกับสื่อแบบจำลอง

เกณฑ์คะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์	ระดับพัฒนาการ	ผู้เรียน (คน)	ร้อยละ
76-100	พัฒนาการระดับสูงมาก	19	28.79
51-76	พัฒนาการระดับสูง	21	31.82
26-50	พัฒนาการระดับกลาง	24	36.36
0-25	พัฒนาการระดับต้น	2	3.03

เมื่อพิจารณาร้อยละระดับพัฒนาการของผู้เรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ดังตาราง 4 ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้การทดลองเป็นฐานร่วมกับสื่อแบบจำลอง ซึ่งผู้วิจัยยกตัวอย่างคำตอบของผู้เรียนที่มีพัฒนาการระดับสูงมาก จำนวน 19 คน คิดเป็นร้อยละ 28.79 ของผู้เรียนทั้งหมด โดยผู้เรียนในกลุ่มนี้ ก่อนการจัดการเรียนรู้ เมื่อผู้สอนถามคำถามว่า “ถ้าใส่หินปูนชิ้นเล็ก ๆ ลงในสารละลายกรดไฮโดรคลอริก ในบีกเกอร์ที่มีความเข้มข้นและปริมาตรต่างกัน ในบีกเกอร์ใดจะทำให้หินปูนละลายได้เร็วที่สุด” แล้วให้ผู้เรียนอธิบายปัจจัยความเข้มข้นที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ซึ่งผู้เรียนจะมีแนวคิดคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับผลของความเข้มข้นที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยอธิบายว่า “ถ้าสารนั้นเป็นสารละลายที่มีความเข้มข้นต่างกัน 2 ชนิด จะพิจารณาจากปริมาตรของสารละลาย ไม่ขึ้นกับความเข้มข้นของสารละลาย” แต่เมื่อผู้เรียนได้ทำการทดลองเกี่ยวกับปฏิกิริยาระหว่างสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟตกับสารละลายกรดไฮโดรคลอริก ที่อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารตั้งต้นกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี (ภาพที่ 3-4) และใช้สื่อแบบจำลองภาพเคลื่อนไหวที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเองจาก PowerPoint (ภาพที่ 5-6) พบว่าหลังเรียนผู้เรียนมีแนวคิดที่ถูกต้องมากขึ้น โดยอธิบายว่า “ถ้าสารนั้นเป็นสารละลาย จะพิจารณาจากความเข้มข้น ไม่ขึ้นกับปริมาตรของสารละลาย”

แบบบันทึกผลการทดลอง

ข้อที่ 1 ปริมาณที่วัดค่าความเข้มข้นของสารละลายกรดซัลฟิวริกในสารละลายกรดซัลฟิวริกที่ความเข้มข้นต่างกัน

ชนิดที่	เวลาที่ป้อนสารละลาย (s)	ผลการวัด
1	14.59	สีเหลือง 1.0g
2	15.31	สีชมพู 1.0g/หลอด 1
3	19.89	สีชมพู 1.0g/หลอด 2
4	30.31	สีชมพู 1.0g/หลอด 3
5	43.14	สีชมพู 1.0g/หลอด 4

ข้อที่ 2 ปริมาณที่วัดค่าความเข้มข้นของสารละลายกรดซัลฟิวริกในสารละลายกรดซัลฟิวริกที่ความเข้มข้นต่างกัน

ชนิดที่	เวลาที่ป้อนสารละลาย (s)	ผลการวัด
1	13.04	สีชมพู 1.0g/หลอด 1
2	15.30	สีชมพู 1.0g/หลอด 2
3	18.30	สีชมพู 1.0g/หลอด 3
4	24.30	สีชมพู 1.0g/หลอด 4
5	31.73	สีชมพู 1.0g/หลอด 5

คำถามเพื่อการทดลอง

1. ผลการทดลองที่วัดค่าความเข้มข้นของสารละลายกรดซัลฟิวริกในสารละลายกรดซัลฟิวริกที่ความเข้มข้นต่างกัน
2. ปริมาณที่วัดค่าความเข้มข้นของสารละลายกรดซัลฟิวริกในสารละลายกรดซัลฟิวริกที่ความเข้มข้นต่างกัน
3. ความเข้มข้นของสารละลายกรดซัลฟิวริกในสารละลายกรดซัลฟิวริกที่ความเข้มข้นต่างกัน
4. ผลการทดลองที่วัดค่าความเข้มข้นของสารละลายกรดซัลฟิวริกในสารละลายกรดซัลฟิวริกที่ความเข้มข้นต่างกัน

แบบบันทึกผลการทดลอง

ข้อที่ 1 ปริมาณที่วัดค่าความเข้มข้นของสารละลายกรดซัลฟิวริกในสารละลายกรดซัลฟิวริกที่ความเข้มข้นต่างกัน

ชนิดที่	เวลาที่ป้อนสารละลาย (s)	ผลการวัด
1	14.59	สีเหลือง 1.0g
2	15.31	สีชมพู 1.0g/หลอด 1
3	19.89	สีชมพู 1.0g/หลอด 2
4	30.31	สีชมพู 1.0g/หลอด 3
5	43.14	สีชมพู 1.0g/หลอด 4

ข้อที่ 2 ปริมาณที่วัดค่าความเข้มข้นของสารละลายกรดซัลฟิวริกในสารละลายกรดซัลฟิวริกที่ความเข้มข้นต่างกัน

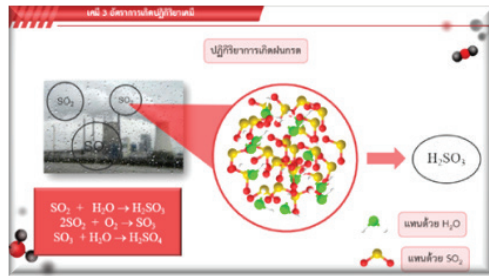
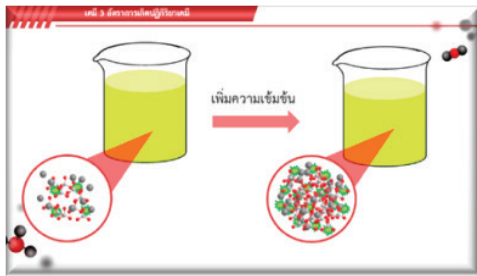
ชนิดที่	เวลาที่ป้อนสารละลาย (s)	ผลการวัด
1	13.04	สีชมพู 1.0g/หลอด 1
2	15.30	สีชมพู 1.0g/หลอด 2
3	18.30	สีชมพู 1.0g/หลอด 3
4	24.30	สีชมพู 1.0g/หลอด 4
5	31.73	สีชมพู 1.0g/หลอด 5

คำถามเพื่อการทดลอง

1. ผลการทดลองที่วัดค่าความเข้มข้นของสารละลายกรดซัลฟิวริกในสารละลายกรดซัลฟิวริกที่ความเข้มข้นต่างกัน
2. ปริมาณที่วัดค่าความเข้มข้นของสารละลายกรดซัลฟิวริกในสารละลายกรดซัลฟิวริกที่ความเข้มข้นต่างกัน
3. ความเข้มข้นของสารละลายกรดซัลฟิวริกในสารละลายกรดซัลฟิวริกที่ความเข้มข้นต่างกัน
4. ผลการทดลองที่วัดค่าความเข้มข้นของสารละลายกรดซัลฟิวริกในสารละลายกรดซัลฟิวริกที่ความเข้มข้นต่างกัน

ภาพที่ 3 แบบบันทึกผลการทดลองปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ภาพที่ 4 แบบบันทึกผลการทดลองปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี



ภาพที่ 5 สื่อแบบจำลองเป็นฐาน

ภาพที่ 6 สื่อแบบจำลองเป็นฐาน

จากการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่ายังมีผู้เรียนร้อยละ 3.03 ที่มีพัฒนาการระดับต้น โดยมีแนวคิดคลาดเคลื่อน ยกตัวอย่างเช่น ผลของอุณหภูมิที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีและผลของตัวเร่งที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยอธิบายว่า “การเพิ่มอุณหภูมิเป็นเพียงการทำให้พลังงานสูงขึ้นแต่ไม่สามารถทำให้อนุภาคเคลื่อนที่ชนกันมากขึ้นจึงไม่มีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมี และตัวเร่งที่เติมลงไปจะช่วยให้พลังงานก่อกัมมันต์แล้วทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาสูงขึ้น” ซึ่งเมื่อพิจารณาในภาพรวมแล้วผู้เรียนมีความเข้าใจถูกต้องของแนวคิดจากมากไปน้อยดังนี้ แนวคิดผลของความเข้มข้นที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ผลของพื้นที่ผิวที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ผลของอุณหภูมิที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีและผลของตัวเร่งที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี จากคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน หลังเรียนและผลระดับพัฒนาการดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้การทดลองเป็นฐานร่วมกับสื่อแบบจำลองเป็นการส่งเสริมความเข้าใจของผู้เรียนจากผิดหรือคลาดเคลื่อนไปทิศทางที่ถูกต้องมากขึ้น

ตาราง 5 ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และระดับความพึงพอใจของผู้เรียนในการจัดการเรียนรู้โดยใช้การทดลองเป็นฐานร่วมกับสื่อแบบจำลองในแต่ละรายการ

รายการประเมิน	\bar{X}	S.D	ระดับความพึงพอใจ
ด้านครูผู้สอน			
1. ครูผู้สอนเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ซักถามและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน	4.55	0.53	พึงพอใจมากที่สุด
ค่าเฉลี่ย	4.55	0.53	พึงพอใจมากที่สุด
ด้านสื่อการจัดการเรียนรู้			
1. ใช้สิ่งสนับสนุนที่หลากหลาย ทำให้ผู้เรียนเกิดความสนใจและอยากเรียนรู้มากยิ่งขึ้นอ่านดีขึ้น	4.41	0.76	พึงพอใจมาก
2. ความพึงพอใจในภาพรวมที่มีต่อสื่อการเรียนรู้	4.74	0.47	พึงพอใจมากที่สุด
ค่าเฉลี่ย	4.58	0.62	พึงพอใจมากที่สุด
ด้านสิ่งแวดล้อมและกิจกรรมการเรียนรู้			
1. บรรยากาศของการเรียนเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม	4.47	0.53	พึงพอใจมาก
2. บรรยากาศของการเรียนทำให้ผู้เรียนมีความรับผิดชอบต่อตนเองและกลุ่ม	4.15	0.50	พึงพอใจมาก
3. กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้แลกเปลี่ยนความรู้ ความคิด	4.55	0.61	พึงพอใจมากที่สุด
ค่าเฉลี่ย	4.39	0.55	พึงพอใจมาก
ด้านเนื้อหา			
1. กิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับเนื้อหา	4.39	0.78	พึงพอใจมาก
2. การจัดการเรียนรู้ทำให้เข้าใจเนื้อหาได้ง่าย	4.45	0.66	พึงพอใจมาก
3. การจัดการเรียนรู้ทำให้จำเนื้อหาได้นาน	4.18	0.70	พึงพอใจมาก
4. เนื้อหาและกิจกรรมมีความสอดคล้องกับความสนใจและความถนัดของผู้เรียน	4.27	0.60	พึงพอใจมาก
ค่าเฉลี่ย	4.32	0.69	พึงพอใจมาก
รวม	4.42	0.61	พึงพอใจมาก

จากตาราง 5 ซึ่งจะเห็นได้ว่าในภาพรวมระดับความพึงพอใจของผู้เรียนในการจัดการเรียนรู้โดยใช้การทดลองเป็นฐานร่วมกับสื่อแบบจำลองในแต่ละรายการอยู่ในระดับพึงพอใจมาก โดยมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.42 ด้านที่ผู้เรียนมีความพึงพอใจมากที่สุดอันดับแรก ได้แก่ ด้านสื่อการจัดการเรียนรู้มีคะแนนเฉลี่ย 4.58 ด้านที่ผู้เรียนมีความพึงพอใจมากที่สุดรองลงมา คือ ด้านครูผู้สอนมีคะแนนเฉลี่ย 4.55 และในส่วนด้านที่ผู้เรียนมีความพึงพอใจมากอันดับแรก ได้แก่ ด้านสิ่งแวดล้อมและกิจกรรมการเรียนรู้มีคะแนนเฉลี่ย 4.39 ด้านที่ผู้เรียนมีความพึงพอใจมากรองลงมา คือ ด้านเนื้อหาที่มีคะแนนเฉลี่ย 4.32



ภาพที่ 7 กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้
การทดลองเป็นฐาน



ภาพที่ 8 กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้
สื่อแบบจำลอง



ภาพที่ 9 ตัวอย่างชิ้นงาน



ภาพที่ 10 ตัวอย่างชิ้นงาน



ภาพที่ 11 ตัวอย่างชิ้นงาน

จากที่ผู้เรียนได้เรียนรู้โดยใช้การทดลองเป็นฐานร่วมกับสื่อแบบจำลอง ผู้เรียนยังสามารถอธิบายปรากฏการณ์ของปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวันในระดับจุลภาค โดยให้ผู้เรียนนำเสนอตัวอย่างในรูปแบบของชิ้นงานที่เป็นปรากฏการณ์ของปัจจัยในชีวิตประจำวันและได้สรุปแนวคิดในหัวข้อดังกล่าว เช่น ภาพที่ 7-11 เมื่อผู้สอนให้ผู้เรียนได้ทำการทดลองร่วมกับสื่อแบบจำลองในเรื่องปัจจัยพื้นที่ผิวของสารตั้งต้น แต่เมื่อผู้สอนให้สถานการณ์อื่นพบว่า ผู้เรียนก็ยังสามารถแก้ไขปัญหาเรื่องดังกล่าวได้ด้วยตนเอง หรือเมื่อผู้สอนให้ผู้เรียนทำการทดลองเรื่องความเข้มข้นของสารตั้งต้น พบว่าผู้เรียนยังมองไม่เห็นรูปธรรมแต่เมื่อใช้สื่อแบบจำลองเข้ามาทำให้ผู้เรียนสามารถจินตนาการและมองเห็นเป็นรูปธรรมได้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น สามารถมองเห็นแนวคิดระดับมหภาคและระดับจุลภาคได้ และนำความรู้จากการเชื่อมโยงดังกล่าวสู่การเขียนสัญลักษณ์สมการเคมีหรือสร้างแบบจำลองในระดับสัญลักษณ์ได้

สรุปผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ส่งเสริมความเข้าใจเรื่อง ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีในระดับจุลภาค ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้การทดลองเป็นฐานร่วมกับสื่อแบบจำลอง และความพึงพอใจในการจัดการเรียนรู้โดยการใช้อุปกรณ์แบบจำลอง สรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

1. หลังจากจัดการเรียนรู้โดยใช้การทดลองเป็นฐานร่วมกับสื่อแบบจำลอง ทำให้ผู้เรียนมีความเข้าใจ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยการเรียนรู้โดยใช้การทดลองเป็นฐาน ร่วมกับสื่อแบบจำลอง ส่งผลให้ผู้เรียนมีพัฒนาการระดับสูงมาก ร้อยละ 28.79 พัฒนาการระดับสูง ร้อยละ 31.82 พัฒนาการระดับปานกลาง ร้อยละ 36.36 และพัฒนาการระดับต้น ร้อยละ 3.03 เมื่อพิจารณาใน ภาพรวมแล้วผู้เรียนมีความเข้าใจถูกต้องของแนวคิดจากมากไปน้อยดังนี้ แนวคิดผลของความเข้มข้นที่มีต่อ อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ผลของพื้นที่ผิวที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ผลของอุณหภูมิที่มีต่ออัตราการ เกิดปฏิกิริยาเคมีและผลของตัวเร่งที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนจะ มีความกระตือรือร้นในการทำงาน มีความรับผิดชอบในการทำงานเป็นทีม กล้าแสดงออก ส่งผลให้ผู้เรียน เกิดการเรียนรู้ที่เข้าใจง่ายและจดจำเนื้อหาได้ยาวนาน

2. จากความพึงพอใจในการจัดการเรียนรู้แบบใช้การทดลองเป็นฐานร่วมกับสื่อแบบจำลอง ผู้เรียนมี ความพึงพอใจอยู่ในระดับพึงพอใจมาก คิดเป็นค่าเฉลี่ย 4.42 ด้านที่ผู้เรียนมีความพึงพอใจมากที่สุดอันดับ แรก ได้แก่ ด้านสื่อการจัดการเรียนรู้มีคะแนนเฉลี่ย 4.58 ด้านที่ผู้เรียนมีความพึงพอใจมากที่สุดรองลงมา คือ ด้านครูผู้สอนมีคะแนนเฉลี่ย 4.55 และในส่วนด้านที่ผู้เรียนมีความพึงพอใจมากอันดับแรก ได้แก่ ด้าน สิ่งแวดล้อมและกิจกรรมการเรียนรู้มีคะแนนเฉลี่ย 4.39 ด้านที่ผู้เรียนมีความพึงพอใจมากรองลงมา คือ ด้านเนื้อหา มีคะแนนเฉลี่ย 4.32

อภิปรายผล

การวิจัยเรื่องนี้เป็นการศึกษาส่งเสริมความเข้าใจเรื่องปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีในระดับ จุลภาคของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้การทดลองเป็นฐานร่วมกับสื่อ แบบจำลอง ผู้วิจัยได้อภิปรายตามการสรุปผลการวิจัย ดังนี้

1. หลังจากจัดการเรียนรู้โดยใช้การทดลองเป็นฐานร่วมกับสื่อแบบจำลอง ทำให้ผู้เรียนมีความเข้าใจ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยการเรียนรู้โดยใช้การทดลองเป็นฐาน ร่วมกับสื่อแบบจำลอง ส่งผลให้ผู้เรียนมีพัฒนาการระดับสูงมาก ร้อยละ 28.79 พัฒนาการระดับสูง ร้อยละ 31.82 พัฒนาการระดับปานกลาง ร้อยละ 36.36 และพัฒนาการระดับต้น ร้อยละ 3.03 เมื่อพิจารณาใน ภาพรวมแล้วผู้เรียนมีความเข้าใจถูกต้องของแนวคิดจากมากไปน้อยดังนี้ แนวคิดผลของความเข้มข้นที่มีต่อ อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ผลของพื้นที่ผิวที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ผลของอุณหภูมิที่มีต่ออัตราการ เกิดปฏิกิริยาเคมีและผลของตัวเร่งที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนจะ มีความกระตือรือร้นในการทำงาน มีความรับผิดชอบในการทำงานเป็นทีม กล้าแสดงออก ส่งผลให้ผู้เรียน เกิดการเรียนรู้ที่เข้าใจง่ายและจดจำเนื้อหาได้ยาวนาน

จากผลการวิจัย พบว่า ผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบใช้การทดลอง เป็นฐานร่วมกับสื่อแบบจำลอง มีคะแนนความเข้าใจทางการเรียนก่อนการจัดการเรียนรู้เฉลี่ยเท่ากับ 2.38 คะแนน คะแนนเต็ม 10 คะแนน และความเข้าใจทางการเรียนหลังการจัดการเรียนรู้เท่ากับ 7.24 คะแนน คะแนนเต็ม 10 คะแนน ผู้เรียนมีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ 0.01 ทั้งนี้เนื่องจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้การทดลองเป็นฐานร่วมกับสื่อแบบจำลอง เป็นการ จัดสภาพการเรียนรู้ในรายวิชาเคมีที่มีเนื้อหาและทฤษฎีที่ค่อนข้างเข้าใจยาก ดังนั้นการจัดการเรียนรู้โดย ใช้การทดลองเป็นฐานร่วมกับสื่อแบบจำลอง เรื่อง ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ได้จัดเรียง

ตามลำดับขั้นตอนของเนื้อหาที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนมีบทบาทสำคัญในการสร้างองค์ความรู้ใหม่ได้ด้วยตนเอง ซึ่งการทดลองเป็นฐานผู้เรียนได้ฝึกทักษะกระบวนการจากการปฏิบัติด้วยประสบการณ์จริง มีอิสระในการคิดหาคำตอบ ได้ทำกิจกรรมกลุ่มและอภิปรายแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน ในส่วนของสื่อการจัดการเรียนรู้แบบจำลองครูผู้สอนได้ยกตัวอย่างเป็นการจัดการเรียนรู้ที่มีการนำเข้าสู่บทเรียนโดยใช้สถานการณ์ในชีวิตประจำวัน ซึ่งเป็นสถานการณ์ที่ใกล้ตัวผู้เรียน มีความสอดคล้องและเหมาะสมกับเนื้อหาที่เรียน มีการนำเสนอภาพกราฟิก ภาพเคลื่อนไหวจากโปรแกรม PowerPoint ซึ่งจากเดิมที่ผู้เรียนยังมีแนวคิดที่มองไม่เห็นเป็นรูปธรรมแต่เมื่อใช้สื่อแบบจำลองผู้เรียนสามารถจินตนาการและมองเห็นเป็นรูปธรรมได้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น สามารถมองเห็นแนวคิดระดับมหภาคและระดับจุลภาคได้ และสามารถนำความรู้จากการเชื่อมโยงดังกล่าวสู่การเขียนสัญลักษณ์สมการเคมีหรือสร้างแบบจำลองในระดับสัญลักษณ์ได้ เมื่อใช้การทดลองเป็นฐานร่วมกับสื่อแบบจำลอง ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้น อีกทั้งผู้เรียนสามารถทบทวนเนื้อหาได้ด้วยตนเองโดยไม่จำกัดเวลาในการเรียน เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ควบคุมการเรียนรู้ด้วยตนเอง ทำให้เกิดความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาบทเรียน ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ Supasorn and Promarak (2015, pp. 130) ที่อธิบายไว้ว่า กิจกรรมการทดลองหรือกิจกรรมใด ๆ ในเรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีที่สามารถสังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นได้อย่างชัดเจน จะมีส่วนช่วยให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจและจดจำสิ่งที่สังเกตได้ดี และนำมาสู่การสร้างคำอธิบายและขยายความรู้จนกระทั่งเกิดความเข้าใจที่คงทนมากขึ้น ผู้เรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบการทดลองเป็นฐานร่วมกับสื่อแบบจำลอง มีพัฒนาการระดับสูงมาก ร้อยละ 28.79 พัฒนาการระดับสูง ร้อยละ 31.82 พัฒนาการระดับปานกลาง ร้อยละ 36.36 และพัฒนาการระดับต้น ร้อยละ 3.03 ซึ่งสอดคล้องกับ สุทธาวรรณ ภาณุรัตน์ (2553, น. 129) และศิริชัย กาญจนวาสี (2556, น. 165) ได้กล่าวว่า พัฒนาการทางการเรียนรู้จะเพิ่มขึ้นและสูงขึ้นในช่วงปลาย เนื่องจากผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ ซึมซับ ฝึกฝนและพัฒนาทักษะความสามารถจากการทำลงมือทำกิจกรรมที่เกิดจากการจัดการเรียนรู้ ส่งผลให้ผู้เรียนมีพัฒนาการทางด้านความรู้ความสามารถ และพฤติกรรมอันพึงประสงค์ตรงตามจุดมุ่งหมาย ดังนั้นผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดีจากการที่ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงด้วยตนเอง ทำให้พฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนที่ได้จัดการเรียนรู้แบบการทดลองเป็นฐานร่วมกับสื่อแบบจำลองเปลี่ยนแปลงไปในทางที่ดีขึ้น ผู้เรียนรู้จักการลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง ภายใต้การทำงานร่วมกันเป็นทีม รวมทั้งสามารถที่จะเชื่อมโยงแนวคิดแต่ละด้านตั้งแต่ระดับสัญลักษณ์ มหภาค และจุลภาคให้สมาชิกในกลุ่มมองเห็นและเข้าใจเป็นไปทิศทางเดียวกัน ซึ่งเป็นสมรรถนะสำคัญของผู้เรียนด้านทักษะการสังเกต การทดลอง และความสามารถในการคิดอย่างมีระบบ

2. จากความพึงพอใจในการจัดการเรียนรู้แบบใช้การทดลองเป็นฐานร่วมกับสื่อแบบจำลอง ผู้เรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับพึงพอใจมาก คิดเป็นค่าเฉลี่ย 4.42 ด้านที่ผู้เรียนมีความพึงพอใจมากที่สุดอันดับแรก ได้แก่ ด้านสื่อการจัดการเรียนรู้มีคะแนนเฉลี่ย 4.58 ด้านที่ผู้เรียนมีความพึงพอใจมากที่สุดรองลงมา คือ ด้านครูผู้สอนมีคะแนนเฉลี่ย 4.55 และในส่วนด้านที่ผู้เรียนมีความพึงพอใจมากอันดับแรก ได้แก่ ด้านสิ่งแวดล้อมและกิจกรรมการเรียนรู้มีคะแนนเฉลี่ย 4.39 ด้านที่ผู้เรียนมีความพึงพอใจมากรองลงมา คือ ด้านเนื้อหา มีคะแนนเฉลี่ย 4.32

ผลการศึกษาพบว่า ผู้เรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การทดลองเป็นฐานร่วมกับสื่อแบบจำลอง มีความพึงพอใจในการจัดการเรียนรู้ที่อยู่ในระดับพึงพอใจมาก คิดเป็นค่าเฉลี่ย 4.42 จากการประเมินความพึงพอใจ ซึ่งผู้วิจัยนำเสนอในแต่ละด้าน เช่น ด้านครูผู้สอน พบว่าผู้เรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด จากหัวข้อ ครูผู้สอนเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ซักถามและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน

เนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบการทดลองเป็นฐานร่วมกับสื่อแบบจำลอง เป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง โดยผู้สอนทำหน้าที่เป็นผู้ชี้แนะแนวทาง คำแนะนำ ในขั้นตอนการทำปฏิบัติการทดลอง รับฟังความคิดเห็น คอยอำนวยความสะดวก ผู้สอนมีบุคลิกภาพที่ยิ้มแย้มแจ่มใส รับฟังความคิดเห็นและเปิดโอกาสให้ผู้เรียนร่วมอภิปราย และด้านสื่อการจัดการเรียนรู้ พบว่าผู้เรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด จากหัวข้อ ใช้สิ่งสนับสนุนที่หลากหลายทำให้ผู้เรียนเกิดความสนใจและอยากเรียนรู้มากยิ่งขึ้น และมีความพึงพอใจในภาพรวมที่มีต่อสื่อการเรียนรู้ เนื่องจากเป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีการแสดงความคิดเห็น อภิปราย แลกเปลี่ยนเรียนรู้ภายในกลุ่มและระหว่างกลุ่มได้อย่างอิสระ และยังส่งเสริมให้ผู้เรียนค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งสื่อการจัดการเรียนรู้แบบจำลองครูผู้สอนได้ยกตัวอย่างเป็นการจัดการเรียนรู้ที่มีการนำเข้าสู่บทเรียนโดยใช้สถานการณ์ในชีวิตประจำวัน ซึ่งเป็นสถานการณ์ที่ใกล้ตัวผู้เรียน มีความสอดคล้องและเหมาะสมกับเนื้อหาที่เรียน โดยมีภาพเคลื่อนไหวที่เป็นองค์ประกอบหลัก พร้อมทั้งสามารถถ่ายทอดหรือนำเสนอให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาได้ง่าย ทำให้ช่วยในการจดจำ และดึงดูดความสนใจ สามารถอธิบายเรื่องราวที่ซับซ้อน เข้าใจยากให้เข้าใจได้ง่ายขึ้น โดยที่ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงผลการทดลองที่สังเกตได้กับสื่อแบบจำลอง ซึ่งเป็นตัวแทนความคิดในระดับจุลภาค นำไปสู่การเขียนสมการเคมีในระดับสัญลักษณ์ได้

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 ผลการวิจัยพบว่า การทดลองเป็นฐานร่วมกับสื่อแบบจำลองทำให้ผู้เรียนสามารถมองเห็นแนวคิดระดับมหภาคและระดับจุลภาคได้ และสามารถนำความรู้จากการเชื่อมโยงดังกล่าวสู่การเขียนสัญลักษณ์สมการเคมีหรือสร้างแบบจำลองในระดับสัญลักษณ์ได้ เพราะฉะนั้นครูผู้สอนสามารถนำไปปรับใช้ในรายวิชาเคมีเนื้อหาอื่นหรือรายวิชาอื่น ๆ ที่มีลักษณะเนื้อหาเป็นนามธรรมได้

1.2 เมื่อจัดการเรียนรู้โดยใช้สื่อแบบจำลองแล้ว ผู้วิจัยควรให้ผู้เรียนนำเสนอชิ้นงานโดยใช้โปรแกรม PowerPoint หรือโปรแกรมอื่น ๆ ที่เป็นโปรแกรมพื้นฐานของผู้เรียนเอง เพื่อพัฒนาสมรรถนะความสามารถในการใช้เทคโนโลยีของผู้เรียน และอาจจะนำเสนอในลักษณะของสื่อภาพเคลื่อนไหว เพื่อผู้วิจัยได้ประเมินผลความเข้าใจของผู้เรียนได้มากยิ่งขึ้น

1.3 การปฏิบัติการทดลองในชั้นเรียนต้องให้ผู้เรียนรับทราบบทบาทหน้าที่ และเห็นความสำคัญของการเรียนรู้ด้วยตนเอง และมีความรับผิดชอบต่อการทำงานกลุ่ม ซึ่งในงานวิจัยนี้เน้นการปฏิบัติด้วยประสบการณ์จริง ดังนั้น ควรให้คำแนะนำในเบื้องต้นเกี่ยวกับการจัดทำวิธีการทดลอง (flow-chart) และให้ผู้เรียนส่งก่อนทำปฏิบัติการทดลอง เพื่อเป็นแนวทางให้ผู้เรียนสามารถปฏิบัติการทดลองที่ถูกต้อง รวมทั้งควรแนะนำแหล่งเรียนรู้และแหล่งสืบค้นข้อมูล

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการนำผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้การทดลองเป็นฐานร่วมกับสื่อแบบจำลองไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ในเนื้อหาวิชาเคมีอื่น ๆ และศึกษาผลที่มีต่อผลการเรียนรู้ในสมรรถนะด้านต่าง ๆ เช่น ความสามารถในการสื่อสาร ความสามารถในการคิด และความสามารถในการใช้เทคโนโลยี เป็นต้น เพื่อให้ได้แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่หลากหลายมากขึ้น

2.2 ควรมีการศึกษาความสามารถในการสร้างชิ้นงานของผู้เรียน เมื่อได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การทดลองเป็นฐานร่วมกับสื่อแบบจำลอง เพื่อที่จะทำให้ครูผู้สอนเข้าใจแนวคิดของผู้เรียนในเชิงลึกมากยิ่งขึ้น

บรรณานุกรม

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: กระทรวงศึกษาธิการ
- กองวิจัยทางการศึกษา. (2545). *การวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน*. กรุงเทพฯ: กองวิจัยทางการศึกษากรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ.
- เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์. (2541). *สอนอย่างไรให้คิดเป็น*. วิทยาจารย์, 97(3-5), 77-79.
- จินดาพรหมณ์ชู, เอกรัตน์ ศรีตัญญู, และลัดดา มีสุข. (2553). ผลการใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. *วารสารศรีนครินทรวิโรฒวิจัยและพัฒนา* (สาขามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์) 2(1), 32-41
- น้ำฝน คูเจริญไพศาล. (2560). การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โครงการเป็นฐานเพื่อพัฒนาความสามารถในการทดลองทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตปริญญาตรีชั้นปีที่ 1. *Suranaree Journal of Social Science* 11(1), 61-74
- ศิริชัย กาญจนวาสี. (2552). *การวัดผลทางการศึกษา*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ศิริชัย กาญจนวาสี. (2556). *ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุทธารรณ ภาณุรัตน์. (2553). การเปรียบเทียบพัฒนาการทางทักษะการเขียนเรียงความภาษาไทย ของนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างกลุ่มที่ประเมินตนเองโดยแบบตรวจสอบรายการ กับแบบสอบถามปลายเปิด. (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย).
- สุภาพ ตามีเมือง, กานต์ตะวัน วุฒิเสลา, และศักดิ์ศรี สุภาจร. (2560). การพัฒนาความเข้าใจแนวคิดของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ด้วยการทดลองแบบสืบเสาะ. *CMU Journal of Education*. 1(2), 1-15
- Johnstone, A.H. (1993). The development of chemistry teaching: A changing response to a changing demand. *Journal of Chemical Education*, 70(9), 701-705.
- Lederman, N. G., F. Abd-El-Khalick, R. L. Bell and R. S. Schwartz. (2002). Views of Nature of Science Questionnaire: Toward Valid and Meaningful Assessment of Learners' Conceptions of Nature of Science. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(6), 497-521.
- 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), 121-132