JSSE
JOURNAL OF SCIENCE & SCIENCE EDUCATION
Faculty of Science, Ubon Ratchathani University
Vol. 7 No. 1 (Jan. – Jun. 2024): 79 - 93
http://doi.org/10.14456/jsse.2024.7

Research Article

The Development of multimedia with programmed instruction : Chemical reaction, for developing learning achievement of grade-12 students

Siwakorn Sributta[1,*] and Umporn Wutchana[2]

[1]Program in Innovative Curriculum and Learning Management, Faculty of Education, Ramkhamhaeng University

[2]Department of Curriculum and Instruction, Faculty of Education, Ramkhamhaeng University

**Email: siwakornsri@gmail.com*

Received <17 May 2023>; Revised <19 September 2023>; Accepted <29 September 2023>

Abstract

After the COVID-19 outbreak, schooling mainly moved online, which led to learning loss. Supporting individual, flexible, and fewer absenteeism methods are necessary to recover the learning loss. The programmed instruction was found to be suitable for this situation. Consequently, the researcher developed multimedia for programmed instruction to teach "Chemical Reactions" to grade-12 students. The purpose of this research was three-fold: 1) to develop multimedia with programmed instruction for Chemical Reactions, using the Chemistry Triplets concept, 2) to study the effect of using multimedia developed with programmed instruction on grade-12 students' achievement growth level, and 3) to study the satisfaction of multimedia developed with programmed instruction for Chemical Reaction. The sample group consisted of 35 grade-12 students in the 2021 academic year, selected through purposive sampling. The research instruments included lesson plans that utilized multimedia developed with programmed instructions, learning achievement tests, and satisfaction assessment for multimedia developed with programmed instructions. The statistical tools used in this study were average, standard deviation, and relative gain scores. The research findings showed that programmed instruction for Chemical Reactions was effective at 83/78.83 which was considered acceptable. The findings showed that the average test scores after learning ($\overline{X}$=14.20, SD=3.57) were higher than the testing score before learning ($\overline{X}$=6.14, SD=3.30). The average growth score was 56.43, indicating a high level of growth. The students expressed high satisfaction with this programmed instruction ($\overline{X}$=4.27, SD=0.66).

Keywords: Development of multimedia, Programmed instruction, Learning achievement

Copyright by Faculty of Science, Ubon Ratchathani University

บทความวิจัย

การพัฒนาสื่อมัลติมีเดียร่วมกับบทเรียนโปรแกรม เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

สิวกร ศรีบุตตา[1,*] และอัมพร วัจนะ[2]

[1]สาขาวิชานวัตกรรมหลักสูตรและการจัดการเรียนรู้ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง

[2]ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง

**Email: siwakornsri@gmail.com*

รับบทความ: 17 พฤษภาคม 2566 แก้ไขบทความ: 19 กันยายน 2566 ยอมรับตีพิมพ์: 29 กันยายน 2566

บทคัดย่อ

หลังจากการแพร่ระบาดของเชื้อโควิด-19 ที่การจัดการเรียนการสอนเปลี่ยนสู่การเรียนออนไลน์เป็นหลัก ทำให้เกิดปัญหาการถดถอยทางการเรียนรู้ มาตรการฟื้นฟูปัญหาส่วนหนึ่ง คือ การส่งเสริมการเรียนรู้ที่เป็นรายบุคคล การเรียนรู้ที่ยืดหยุ่น ลดข้อจำกัดของการมาหรือไม่มาเรียนในชั้นเรียน การใช้บทเรียนโปรแกรมจึงมีความเหมาะสมในการนำมาเป็นสื่อการเรียนรู้ โดย การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อพัฒนาสื่อมัลติมีเดียร่วมกับบทเรียนโปรแกรม เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี โดยใช้แนวคิดสามเหลี่ยมเคมี (Chemistry triplet) 2) เพื่อศึกษาผลการใช้สื่อมัลติมีเดียร่วมกับบทเรียนโปรแกรมเรื่องปฏิกิริยาเคมีที่ส่งผลต่อระดับพัฒนาการของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 3) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการใช้ต่อสื่อมัลติมีเดียร่วมกับบทเรียนโปรแกรม เรื่องปฏิกิริยาเคมี ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยกลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 35 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ประกอบกับสื่อมัลติมีเดียร่วมกับบทเรียนโปรแกรม แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบประเมินความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยสื่อมัลติมีเดียร่วมกับบทเรียนโปรแกรม สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ ได้แก่ ค่าเฉลี่ยส่วนเบนมาตรฐาน คะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์ ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนโปรแกรม เรื่องปฏิกิริยาเคมี มีประสิทธิภาพเท่ากับ 83/78.83 ซึ่งสามารถยอมรับได้เกณฑ์ที่ตั้งไว้ที่ 80/80 พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนการทดสอบหลังเรียน ($\overline{X}$*=14.20, SD=3.57*) สูงกว่าก่อนเรียน ($\overline{X}$*=6.14, SD=3.30*) ค่าเฉลี่ยร้อยละคะแนนพัฒนาการมีค่าเท่ากับ 56.43 ระดับพัฒนาการอยู่ในระดับสูง และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อบทเรียนโปรแกรมนี้ในระดับมาก ($\overline{X}$*=4.27, SD=0.66*)

คำสำคัญ: การพัฒนาสื่อมัลติมีเดีย บทเรียนโปรแกรม ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

Copyright by Faculty of Science, Ubon Ratchathani University

บทนำ

จากการแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโควิด-19 นับตั้งแต่พุทธศักราช 2562 การแพร่ระบาดนี้ ส่งผลกระทบอย่างมากต่อระบบสาธารณสุข เศรษฐกิจ รวมทั้งด้านการศึกษาที่ต้องมีการปรับตัวขนานใหญ่ในหลายประเทศก็มีความพยายามในการจัดการเรียนการสอนเพื่อความต่อเนื่องในการเรียนรู้ มีการสร้างแพลตฟอร์มสำหรับการเรียนรู้ เช่น อาร์เจนตินา โครเอเชีย จีน อียิปต์ ฝรั่งเศส อิตาลี ญี่ปุ่น เม็กซิโก โปรตุเกส เกาหลีใต้ เป็นต้น หลายประเทศใช้การสื่อสารผ่านแอปพลิเคชัน จัดทำหลักสูตรการเรียนการสอนแบบออนไลน์ (MOOC) การถ่ายทอดการสอนผ่านระบบโทรทัศน์ เช่น จีน ฝรั่งเศส อิหร่าน เกาหลีใต้ ซาอุดีอาระเบีย สเปน เปรู ไทย เป็นต้น (Gwang and Satoko, 2022) ในประเทศไทยโดยกระทรวงศึกษาธิการ เน้นให้ใช้การเรียนการสอนแบบออนไลน์ (Online) เป็นการเรียนการสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่นักเรียนสามารถเลือกเรียนตามความสนใจหรือครูกำหนดเนื้อหาการเรียนรู้ที่นักเรียนเข้าถึงได้ด้วยตนเองอย่างหลากหลาย (Nonpala, 2021) จนถึงปัจจุบันที่สถานการณ์คลี่คลายลงไปมากแล้วโดยการประกาศให้โควิด-19 เป็นโรคประจำถิ่น แต่การกลับเรียนในห้องเรียน (On-site) เต็มรูปแบบอีกครั้งกลับพบปัญหาที่ตามมาจากการจัดการเรียนรู้ในช่วงของการแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโควิด-19 อย่างมาก

หลังสถานการณ์การแพร่ระบาดในประเทศไทย พบว่าครอบครัวที่มีฐานะยากจนต้องแบกรับค่าใช้จ่ายด้านการศึกษาสูงมากคนรวยถึง 4 เท่า จนเกิดปัญหาหลุดออกจากระบบการศึกษา นักเรียนไม่กลับมาเรียนในห้องเรียนเนื่องจากไม่สะดวกในการสลับวันเรียน (Thumthong, 2022) นอกจากนั้นยังนักเรียนประสบกับภาวะถดถอยทางการเรียนรู้ครั้งใหญ่ (Paichayontvijit and Thitisawan, 2022) ซึ่งเกิดในหลายมิติและช่วงวัย โดยปัญหาหลักทักษะการอ่านและการคิดคำนวณ รวมทั้งขาดแรงจูงใจ ขาดความสนใจ ขาดความเข้าใจในเนื้อหาที่เคยเรียน และสัมพันธภาพระหว่างครูและนักเรียนที่ลดลง ที่เป็นผลจากการขาดความสามารถในการกำกับตนเองของนักเรียน ทักษะการสอนทางไกลของครู การขาดการสนับสนุนจากผู้ปกครองและการจัดสภาพแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้ (Srivachiraphat, 2022; Luemongkol, 2021)

จากปัญหาที่เกิดขึ้นกระทรวงศึกษาธิการ (Office of the Education Council, 2022) ได้เสนอแนวทางในการฟื้นฟูปัญหาดังกล่าวในด้านการออกแบบกระบวนการจัดการเรียนรู้ โดยการปรับหลักสูตรเน้นช่วยเหลือนักเรียนในเนื้อหาที่พบปัญหา หลักสูตรมีความกระชับ ยืดหยุ่นด้านเนื้อหา ใช้การวัดประเมินผลที่หลากหลายและยืดหยุ่น มีความสอดคล้องกับความถนัดที่หลากหลายของนักเรียนและเป็นการประเมินตามสภาพจริง จัดการเรียนรู้บูรณาการกับชีวิตประจำวันและพัฒนาทักษะสังคมและอารมณ์ ให้นักเรียนได้กำกับตนเองในการเรียนรู้อย่างเหมาะสมกับวัย ส่งเสริมการเรียนรู้รายบุคคลโดยอาศัยข้อมูลจากการวิเคราะห์ตามความสามารถและความถนัดของนักเรียน พัฒนาช่องทางการเรียนรู้ที่หลากหลายเอื้อต่อการเรียนรู้เป็นบุคคล สร้างช่องทางในการเรียนรู้สำหรับนักเรียนที่ไม่สามารถมาเรียนได้ รวมทั้งส่งเสริมครูให้เป็นผู้ผลิตสื่อการเรียนรู้ทั้งรูปแบบออนไลน์และออฟไลน์เพิ่มโอกาสในการเรียนรู้ทั้งที่บ้านและสถานศึกษา ซึ่งจากแนวทางดังกล่าว บทเรียนโปรแกรม หรือบทเรียนสำเร็จรูป มีความเหมาะสมกับสถานการณ์ปัจจุบัน

บทเรียนโปรแกรม เป็นสื่อการจัดการเรียนรู้รูปแบบหนึ่งที่ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ตามความสามารถของตนเอง มีการเรียนรู้ตามขั้นตอนที่กำหนด โดยแบ่งเนื้อหาเป็นส่วนย่อยๆ จากง่ายไปยาก มีแบบฝึกหัดและการทดสอบที่ทำให้ผู้เรียนเข้าใจมากยิ่งขึ้น (Moonkam, 2002; Kanjanawasee, 2009; Sangdech, 2009) นักเรียนสามารเลือกเรียนได้ตามความสนใจและก้าวไปตามความสามารถของแต่ละคน (Boonyakanjana, 2008; Pooranachot, 2009) บทเรียนโปรแกรมจึงเหมาะกับการนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ในช่วงหลังการแพร่ระบาดของเชื้อโควิด-19 เพื่อให้เกิดความยืดหยุ่นในด้านการเรียนรู้ ให้นักเรียนสามารถตั้งเป้าหมายและเวลาในการเรียนรู้ด้วยตนเอง รวมทั้งสร้างบรรยากาศการเรียนที่หลากหลาย ซึ่งปัจจุบันมีโปรแกรมหรือแพลตฟอร์มออนไลน์มากมายที่เหมาะในการนำมาใช้ในการออกแบบและจัดทำบทเรียนโปรแกรมสำหรับการจัดการเรียนรู้ผ่านระบบออนไลน์ที่มีสื่อประสมได้อย่างหลากหลายรูปแบบ เช่น ภาพ เสียง วีดิทัศน์ เป็นต้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งการจัดการเรียนรู้วิชาเคมี ที่ต้องอาศัยการมองโลกแบบเคมี (Chemistry world view) ที่อธิบายการเปลี่ยนแปลงหรือพฤติกรรมของสาร ทั้งในระดับที่สังเกตได้จริงด้วยการมองเห็นหรือสัมผัสได้ ในระดับที่ไม่สามารถมองเห็นหรือสัมผัสได้ และการใช้สัญลักษณ์แทนการเกิดการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ (American Association for the Advancement of Science (AAAS), 2009) การใช้สื่อประสมที่หลากหลายจึงเหมาะกับการนำมาอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นให้เข้าใจได้ง่าย

ในการจัดการเรียนรู้วิชาเคมี เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี เป็นการอธิบายปรากฏการณ์สารในระดับที่ไม่สามารถมองเห็นได้ มีความเป็นนามธรรมและมีความซับซ้อน ยากต่อความเข้าใจทำให้เกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (Gkitzia, Salta and Tzougraki, 2011) การทำความเข้าใจปรากฏการณ์หรือปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้น ต้องเกิดการคิดในสามระดับ คือ ระดับมหภาค (Macroscopic level) ที่เป็นปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นจริงและสังเกตเห็นได้ด้วยประสาทสัมผัส ซึ่งเรียนรู้ได้จากการปฏิบัติจริง การทำการทดลอง เป็นต้น ระดับจุลภาค (Submicroscopic level) เป็นปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นแต่เป็นระดับที่ไม่สามารถเห็นได้ เช่น การเคลื่อนที่ หรือการชนกันของโมเลกุล อะตอม ศึกษาได้จากภาพจำลองอนุภาคต่างๆ เป็นต้น และ ระดับสัญลักษณ์ (Symbolic level) ที่เป็นสิ่งแทนปรากฏการณ์ทางเคมีที่เกิดขึ้นและเชื่อมโยงกับสองระดับก่อนหน้า ในทางเคมี คือ สูตรเคมีต่าง ๆ การจะเข้าใจอย่างลึกซึ้งจึงต้องเข้าใจทั้งสามส่วนประกอบกัน ซึ่งทั้งสามนี้เรียกว่า สามเหลี่ยมของ Johnstone (Johnstone’s triangle) หรือ สามเหลี่ยมวิชาเคมี (Chemistry

triplet) (Johnstone, 1991; Posthuma, 2016) จึงมีการ ใช้แนวคิดดังกล่าว ทั้งรูปแบบภาพ วัตถุ สัญลักษณ์ มาใช้ประกอบการอธิบาย หรือใช้หลายรูปแบบประกอบกันทั้ง ตัวอักษร ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว เสียง และวีดิทัศน์ประกอบกัน ที่เราเรียกว่า มัลติมีเดีย (multimedia) ซึ่งสามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Al-Duhani, Saat and Abdullah, 2023) และการคิดอย่างมีวิจารณญาณได้ (Fibonacci *et al*., 2020)

ด้วยเหตุนี้จึงมุ่งทำการพัฒนาสื่อมัลติมีเดียร่วมกับบทเรียนโปรแกรมเรื่องปฏิกิริยาเคมีเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้แนวคิดสามเหลี่ยมเคมี ในการอธิบายปรากฏการณ์ทางเคมีที่เกิดขึ้นได้ทั้งในระดับมหภาค จุลภาค และสัญลักษณ์ เป็นแนวทางในการพัฒนาสื่อการเรียนรู้

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อพัฒนามัลติมีเดียร่วมกับบทเรียนโปรแกรม เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 6 โดยใช้แนวคิดแนวคิดสามเหลี่ยมเคมี

2. เพื่อศึกษาผลการใช้สื่อมัลติมีเดียร่วมกับบทเรียนโปรแกรมเรื่องปฏิกิริยาเคมีที่ส่งผลต่อ ระดับพัฒนาการของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการใช้สื่อมัลติมีเดียร่วมกับบทเรียนโปรแกรม เรื่องปฏิกิริยาเคมี ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

วิธีการดำเนินการวิจัย

แบบแผนการวิจัย เป็นการวิจัยเชิงทดลองเบื้องต้น (Pre-Experimental Research) แบบศึกษากลุ่มเดียววัดสองครั้ง (The One-Group Pretest-Posttest Design) โดยให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน ดำเนินการใช้สื่อมัลติมีเดียร่วมกับบทเรียนโปรแกรมเรื่องปฏิกิริยาเคมี แล้วทำแบบทดสอบหลังเรียน

กลุ่มเป้าหมาย นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 35 คน

บริบทของการวิจัย ขอบเขตด้านเนื้อหาการจัดการเรียนรู้เป็นไปตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี ประกอบด้วยเนื้อหา สมการเคมี อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ปฏิกิริยารีดอกซ์ และสารกัมมันตรังสี แบ่งเป็นตัวชี้วัดที่ต้องรู้ คือ ตัวชี้วัด ว 2.1 ม.5/20 ระบุสูตรเคมีของสารตั้งต้น ผลิตภัณฑ์ และแปลความหมายของสัญลักษณ์ในสมการเคมีของปฏิกิริยาเคมี ว 2.1 ม.5/21 ทดลองและอธิบายผลของความเข้มข้น พื้นที่ผิว อุณหภูมิ และตัวเร่งปฏิกิริยา ที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี และ ว 2.1 ม.5/24 อธิบายสมบัติของสารกัมมันตรังสี และคำนวณครึ่งชีวิตและปริมาณของสารกัมมันตรังสี ตัวชี้วัดที่ควรรู้ คือ ตัวชี้วัด ว 2.1 ม.5/23 อธิบายความหมายของปฏิกิริยารีดอกซ์ และ ว 2.1 ม.5/25 สืบค้นข้อมูลและนำเสนอตัวอย่างประโยชน์ของสารกัมมันตรังสีและการป้องกันอันตรายที่เกิดจากกัมมันตภาพรังสี โดยจัดการเรียนการสอนผ่านระบบออนไลน์ด้วยโปรแกรมไมโครซอฟต์ทีม ทั้งหมด 5 ครั้ง 3 สัปดาห์

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

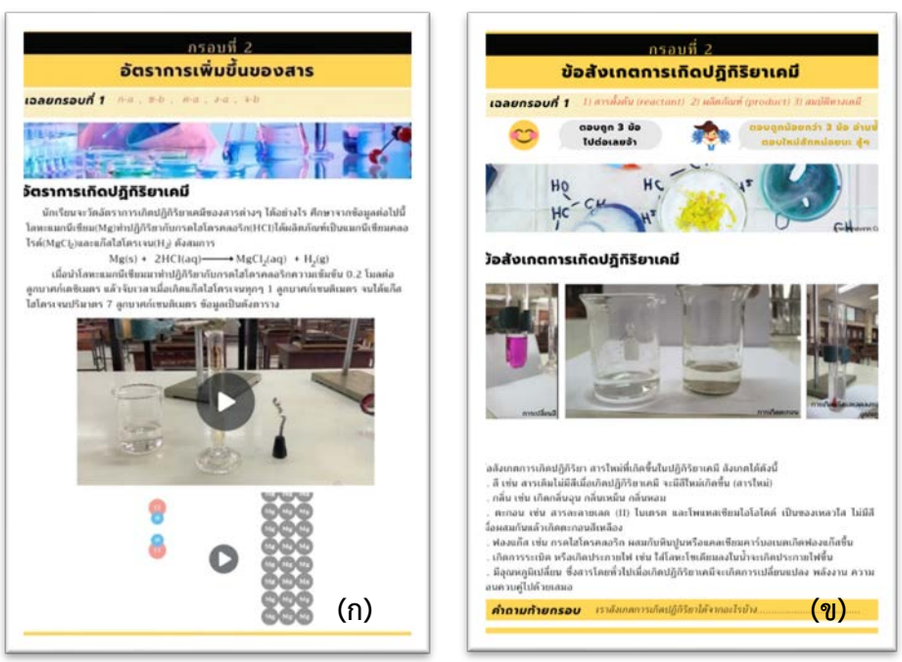
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยแบ่งเป็น 2 ประเภท ได้แก่ เครื่องมือที่ใช้ดำเนินการ คือ สื่อมัลติมีเดียร่วมกับบทเรียนโปรแกรมเรื่องปฏิกิริยาเคมี แผนการจัดการเรียนรู้ประกอบการใช้สื่อมัลติมีเดียร่วมกับบทเรียนโปรแกรมเรื่องปฏิกิริยาเคมี และ เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี และแบบประเมินความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยสื่อมัลติมีเดียร่วมกับบทเรียนโปรแกรมเรื่องปฏิกิริยาเคมี

1. สื่อมัลติมีเดียร่วมกับบทเรียนโปรแกรมเรื่องปฏิกิริยาเคมี ระดับชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 6 จำนวน 5 ชุด เป็นบทเรียนโปรแกรมแบบเส้นตรง (linear programmer) โดยมีจำนวนคาบ จำนวนกรอบการเรียน และเวลา ดังตารางที่ 1 แต่ละชุดประกอบด้วย คำชี้แจงสำหรับครู คำชี้แจงสำหรับนักเรียน จุดประสงค์การเรียนรู้ แบบทดสอบก่อนเรียน กรอบการเรียน และแบบทดสอบหลังเรียน โดยนักเรียนต้องทำความเข้าใจทีละกรอบการเรียน จนกว่าจะตอบคำถามได้ถูกต้องทั้งหมด จึงไปศึกษากรอบถัดไป มีการลำดับเนื้อหาในแต่ละกรอบจากง่ายไปยากตามลำดับ นักเรียนสามารถตรวจสอบความถูกต้องในการทำแบบทดสอบก่อนเรียน การทดสอบหลังเรียน และคำถามในแต่ละกรอบได้ด้วยตนเอง ซึ่งบทเรียนโปรแกรมใช้แพลตฟอร์มแคนวา (Canva) ในการจัดทำ สื่อมัลติมีเดียพัฒนาโดยใช้คีย์โน้ต (Keynote) และไอมูฟวี่ (iMovie) โดยสร้างสื่อมัลติมีเดียโดยอาศัยแนวคิดสามเหลี่ยมเคมี ที่แบ่งออกเป็น (1) ระดับมหภาค ที่ใช้การแสดง (Demonstration) การเกิดปฏิกิริยาเคมี ดังภาพที่ 1 (ก) ระดับจุลภาคที่ใช้ภาพเคลื่อนไหว (Animation) ในการแสดงแบบจำลอง (model) ปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นของอนุภาค โมเลกุล และไอออนดังภาพที่ 2 และ (3) ระดับสัญลักษณ์ ที่แสดงในรูปของสมการเคมีและสูตรสารประกอบทางเคมีต่าง ๆ ดังภาพที่ 1 (ข)

Copyright by Faculty of Science, Ubon Ratchathani University

ตารางที่ 1 สื่อมัลติมีเดียร่วมกับบทเรียนโปรแกรมเรื่องปฏิกิริยาเคมี จำนวนคาบเรียน จำนวนกรอบการเรียน เวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ และ QR code สำหรับเข้าถึงสื่อมัลติมีเดียร่วมกับบทเรียนโปรแกรม

ชุดที่	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
บทเรียนโปรแกรมเรื่อง	ปฏิกิริยาเคมี	อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	ปัจจัยการเกิดปฏิกิริยาเคมี	ปฏิกิริยารีดอกซ์	สารกัมมันตรังสี
จำนวนคาบ	2	1	2	1	2
จำนวนกรอบการเรียน	11	5	8	5	9
เวลา	1 ชั่วโมง 40 นาที	50 นาที	1 ชั่วโมง 40 นาที	50 นาที	1 ชั่วโมง 40 นาที
QR code สำหรับเข้าถึงสื่อมัลติมีเดียร่วมกับบทเรียนโปรแกรม					



ภาพที่ 1 ตัวอย่างสื่อมัลติมีเดียร่วมกับบทเรียนโปรแกรม เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี ที่เป็น การแสดงการทดลองในระดับมหภาค (ก) และการแสดงการทดลองและแบบจำลอง ในระดับสัญลักษณ์ ระดับมหภาค และระดับจุลภาค (ข)

นำสื่อมัลติมีเดียร่วมกับบทเรียนโปรแกรม เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี ไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความเหมาะสมของสื่อมัลติมีเดียร่วมกับบทเรียนโปรแกรมเรื่องปฏิกิริยาเคมี จากนั้นนำกลับมาปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ นำบทเรียนโปรแกรมและแผนการจัดการเรียนรู้ไปหาค่าประสิทธิภาพ ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 80/80 (Brahmawong, 2013) ตามขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 หาประสิทธิภาพแบบเดี่ยว (1:1) โดยนักเรียนจำนวน 3 คน ที่เป็นนักเรียนกลุ่มเก่ง ปานกลางและอ่อน ทำการแบ่งโดยใช้คะแนนแบบทดสอบก่อนเรียน กลุ่มละ 1 คน พบว่าบทเรียนโปรแกรมและแผนการจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพ 81.67/83.33

ขั้นที่ 2 หาประสิทธิภาพแบบกลุ่ม (1:10) โดยนักเรียนจำนวน 6 คน ที่เป็นนักเรียนกลุ่มเก่ง ปานกลางและอ่อน กลุ่มละ 2 คน พบว่าบทเรียนโปรแกรมและแผนการจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพ 80.83/79.17 อยู่ในระดับที่ยอมรับได้ ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 80/80 (Brahmawong, 2013)

ขั้นที่ 3 หาประสิทธิภาพภาคสนาม (1:100) โดยนักเรียนจำนวน 30 คน ที่เป็นนักเรียนกลุ่มเก่ง ปานกลางและอ่อน กลุ่มละ 10 คน พบว่าบทเรียนโปรแกรมและแผนการจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพ 83/78.83 อยู่ในระดับที่ยอมรับได้ ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 80/80 (Brahmawong, 2013) จึงมีประสิทธิภาพและนำไปใช้ในการเก็บข้อมูลได้

2. แผนการจัดการเรียนรู้ประกอบการใช้สื่อมัลติมีเดียร่วมกับบทเรียนโปรแกรมเรื่องปฏิกิริยาเคมี ระดับชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 6 จำนวน 5 แผน จำนวน 8 คาบเรียน (6 ชั่วโมง 40 นาที) ซึ่งแผนการจัดการเรียนรู้แบ่งเป็น 3 ขั้น คือ 1) ขั้นนำครูชี้แจงวัตถุประสงค์ของการเรียน 2) ขั้นสอน ครูให้นักเรียนศึกษาวิธีการเรียนในสื่อมัลติมีเดียร่วมกับบทเรียนโปรแกรมและให้สอบถามเพิ่มเติม และ 3) ขั้นสรุป ครูและนักเรียนร่วมสรุปความรู้ที่ได้จากการเรียน โดยจัดการเรียนรู้ในรูปแบบออนไลน์ทั้งหมด นำไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ จากนั้นนำกลับมาปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี เป็นแบบปรนัย 5 ตัวเลือก ประกอบด้วยเนื้อหา เรื่อง สมการเคมี อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ปฏิกิริยารีดอกซ์และสารกัมมันตรังสี โดยวัดพฤติกรรมด้านความรู้ความสามารถทางสติปัญญา 5 ด้าน ได้แก่ ความรู้ความจำ จำนวน 4 ข้อ ความเข้าใจ จำนวน 6 ข้อ ประยุกต์ใช้ จำนวน 6 ข้อ วิเคราะห์ จำนวน 3 ข้อ และคิดสร้างสรรค์ จำนวน 1 ข้อ ทั้งสิ้น 20 ข้อ มีเวลาในการทำ 20 นาที ค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.4-0.67 อำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.20-0.73 และ ค่าความเชื่อมั่นโดยใช้สูตรของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson 20 : KR-20) มีค่าเท่ากับ (KR-20) 0.85 ซึ่งการสร้างข้อสอบจะมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ต้องการวัด ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ตัวอย่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี ที่ระดับพฤติกรรมความเข้าใจ ประยุกต์ใช้ วิเคราะห์ และคิดสร้างสรรค์

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	**ข้อสอบ**
1) นักเรียนระบุสูตรเคมีของสารตั้งต้น ผลิตภัณฑ์ และแปลความหมายของสัญลักษณ์ในสมการเคมีได้	2. ข้อใดคือสารตั้งต้นของปฏิกิริยานี้ $Mg(s) + 2HCl(aq) \rightarrow MgCl_2(aq) + H_2(g)$ (ว 2.1 ม.5/20) (เข้าใจ) ก. $H_2(g)$ ข. $Mg(s)$ **ค. Mg(s) และ HCl(aq)** ง. $MgCl_2(aq)$ และ $H_2(g)$ จ. $HCl(aq)$ และ $MgCl_2(aq)$
1) นักเรียนระบุสูตรเคมีของสารตั้งต้น ผลิตภัณฑ์ และแปลความหมายของสัญลักษณ์ในสมการเคมีได้	6. พิจารณาสมการของปฏิกิริยาการเผาไหม้ออกเทน (C_8H_{16}) ดังต่อไปนี้ $2C_8H_{18}(l) + 25O_2(g) \longrightarrow 16CO_2(l) + 18H_2O(g)$ ในการเผาไหม้ออกเทน 2 โมเลกุล จะต้องใช้แก๊สออกซิเจนกี่โมเลกุล และได้คาร์บอนไดออกไซด์เป็นผลิตภัณฑ์กี่โมเลกุล (ว 2.1 ม.5/20) (นำไปใช้) ก. ออกซิเจน 2 โมเลกุล และ 16 โมเลกุล ข. ออกซิเจน 16 โมเลกุล และ 32 โมเลกุล **ค. ออกซิเจน 25 โมเลกุล และ 16 โมเลกุล** ง. ออกซิเจน 25 โมเลกุล และ 18 โมเลกุล ง. ออกซิเจน 18 โมเลกุล และ 16 โมเลกุล
3) นักเรียนบอกความหมายของการเกิดกิริยาเคมีได้	12. ข้อใดถูกต้องเกี่ยวกับความหมายของปฏิกิริยาเคมี (ว 2.1 ม.5/20) (จำ) a) เกิดสารใหม่ b) ต้องมีการเปลี่ยนสถานะ C) เกิดสารที่มีสมบัติต่างจากเดิม ก. a เท่านั้น ข. b เท่านั้น ค. a และ b ง. **a และ c** จ. a b และ c
9) นักเรียนระบุประโยชน์ของปฏิกิริยารีดอกซ์ที่พบในชีวิตประจำวันได้	29. นักเรียนจะเลือกวิธีการใดในการป้องกันการเกิดสนิมของเหล็กและให้เกิดความสวยงาม โดยมีพื้นผิวแบบโลหะ(ว 2.1 ม.5/23) (สร้างสรรค์) ก. ทาสี ข. รมดำ **ค. ชุบด้วยสเตนเลส** ง. เคลือบด้วยน้ำมัน จ. ขัดผิวนอกของเหล็กเป็นประจำ
11) นักเรียนอธิบายความหมายและคำนวณครึ่งชีวิตของสารกัมมันตรังสีได้	37. ถ้านักเรียนทำบริษัทขนส่งสารกัมมันตรังสี สิ่งใดที่นักเรียน**ไม่จำเป็นต้อง**คำนึงถึง เพื่อขนส่งสารกัมมันตรังสี (ว 2.1 ม.5/24) (วิเคราะห์) ก. เวลาที่ใช้ในการขนส่ง ข. จำนวนสารที่ต้องขนส่ง ค. เวลาที่ใช้ในการเดินทาง **ง. ขนาดก้อนของสารในการขนส่ง** จ. ปริมาณของสารที่จะเหลือเมื่อถึงปลายทาง

Copyright by Faculty of Science, Ubon Ratchathani University

4. แบบประเมินความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยสื่อมัลติมีเดียร่วมกับบทเรียนโปรแกรมเรื่องปฏิกิริยาเคมี ซึ่งวัดความรู้สึกของนักเรียนที่พึงพอใจ ไม่พึงพอใจ ชอบหรือไม่ชอบต่อการใช้สื่อมัลติมีเดียร่วมกับบทเรียนโปรแกรม เรื่องปฏิกิริยาเคมี ที่พัฒนาขึ้น มีลักษณะเป็นมาตราส่วนประมาณค่า (rating scale) 5 ระดับ โดยกำหนดระดับคุณภาพ 5 ระดับ ดังนี้ ระดับ 5 หมายถึง พึงพอใจมากที่สุด ระดับ 4 หมายถึง พึงพอใจมาก ระดับ 3 หมายถึง พึงพอใจปานกลาง ระดับ 2 หมายถึง พึงพอใจน้อย และระดับ 1 หมายถึง พึงพอใจน้อยที่สุด โดยพิจารณาประเด็นคำถาม 4 ด้าน ดังนี้ 1) ด้านความพร้อมในการจัดการเรียนการสอน 5 ข้อ 2) ด้านกระบวนการจัดการเรียนการสอน 5 ข้อ 3) ด้านสื่อการสอน 5 ข้อ และ 4) ด้านการประเมินผล 5 ข้อ

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลผ่านระบบออนไลน์ โดยมีลำดับดังนี้

1. ให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง ปฏิกิริยาเคมี ก่อนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 20 ข้อ

2. ดำเนินการ จัดการเรียนรู้โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้และบทเรียนโปรแกรมเรื่องปฏิกิริยาเคมีจำนวน 5 แผนการสอน ตามลำดับดังนี้ เรื่องที่ 1 ปฏิกิริยาเคมี 2 คาบ เรื่องที่ 2 อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี 1 คาบ เรื่องที่ 3 ปัจจัยการเกิดปฏิกิริยาเคมี 2 คาบ เรื่องที่ 4 ปฏิกิริยารีดอกซ์ 1 คาบ และเรื่องที่ 5 กัมมันตรังสี 2 คาบ

3. เมื่อสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้ตามที่กำหนดทำการทดสอบหลังการจัดการเรียนรู้กับกลุ่มที่ทำการศึกษาโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องปฏิกิริยาเคมีจำนวน 20 ข้อ

4. สอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยบทเรียนโปรแกรมเรื่อง ปฏิกิริยาเคมี โดยใช้แบบประเมินความพึงพอใจที่สร้างขึ้น

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. คำนวณคะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์ จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องปฏิกิริยาเคมี โดยใช้สูตรการคำนวณและแปลผลตามเกณฑ์พัฒนาการตามใช้เกณฑ์ ของ Kanjanawasee (2009) โดยมีสูตรการคำนวณ คือ

$$\text{คะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์} = \frac{\text{คะแนนหลังเรียน} - \text{คะแนนก่อนเรียน}}{\text{คะแนนเต็ม} - \text{คะแนนก่อนเรียน}} \times 100$$

นำคะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์มาแปลผลเป็นระดับพัฒนาการ ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 เกณฑ์คะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์ และระดับพัฒนาการตามใช้เกณฑ์ ของ Kanjanawasee (2009)

คะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์	ระดับพัฒนาการ
76 – 100	ระดับสูงมาก
51 – 75	ระดับสูง
26 – 50	ระดับกลาง
0 – 25	ระดับต้น

2. การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อศึกษาความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยสื่อมัลติมีเดียร่วมกับบทเรียนโปรแกรมเรื่องปฏิกิริยาเคมี โดยหาค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ของคะแนนจากแบบประเมินความพึงพอใจในการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนและใช้เกณฑ์ (Srisa-ard, 2002) ดังนี้

4.51-5.00 หมายถึง มีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ฯ มากที่สุด
3.51-4.50 หมายถึง มีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ฯ มาก
2.51-3.50 หมายถึง มีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ฯ ปานกลาง
1.51-2.50 หมายถึง มีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ฯ น้อย
1.00-1.50 หมายถึง มีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ฯ ที่สุด
โดยนำมาวิเคราะห์ประเมินผลและเรียบเรียงนำเสนอ

ผลการวิจัย

ประสิทธิภาพของสื่อมัลติมีเดียร่วมกับบทเรียนโปรแกรม เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี

จากการพัฒนาสื่อมัลติมีเดียร่วมกับบทเรียนโปรแกรม เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี และนำไปหาค่าประสิทธิภาพของเครื่องมือในกลุ่มนักเรียนที่คล้ายคลึงกับกลุ่มเป้าหมาย พบว่ามีค่าประสิทธิภาพจากการทดสอบภาคสนาม (E_1/E_2) 83/78.83 อยู่ในระดับที่ยอมรับได้ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 80/80 (Brahmawong, 2013) จึงมีประสิทธิภาพและนำไปใช้ในการเก็บข้อมูลได้

คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี ก่อนและหลังการใช้บทเรียนโปรแกรมเรื่อง ปฏิกิริยาเคมี

จากการวิเคราะห์คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องปฏิกิริยาเคมีที่เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย 5 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ ผลการวิเคราะห์เป็นดังตารางที่ 4 พบว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนมีค่า 6.14 (SD=3.30) โดยมีคะแนนต่ำสุดและสูงสุดตามลำดับ คือ 2 คะแนน และ 15 คะแนน และหลังเรียนมีค่า 14.20 (SD=3.57) โดยมีคะแนนต่ำสุดและสูงสุดตามลำดับ คือ 7 คะแนนและ 19 คะแนน

ตารางที่ 4 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องปฏิกิริยาเคมี คะแนนสูงสุด คะแนนต่ำสุด คะแนนเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง (n)	คะแนนเต็ม	คะแนนสูงสุด	คะแนนต่ำสุด	คะแนนเฉลี่ย ($\overline{X}$)	SD
ก่อนเรียน	35	20	2	15	6.14	3.30
หลังเรียน			7	19	14.20	3.57

คะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์และระดับพัฒนาการ

จากการวิเคราะห์คะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์และระดับพัฒนาการ พบว่า คะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์เฉลี่ยมีค่า 56.43 อยู่ในระดับพัฒนาการระดับสูง นักเรียนมีระดับพัฒนาการในระดับสูงมากร้อยละ 28.57 (10 คน) ระดับสูงร้อยละ 37.14 (13 คน) ระดับกลางร้อยละ 20.00 (7 คน) ระดับต้นร้อยละ 11.43 (4 คน) และไม่พัฒนาการ 2.86 (1 คน)

ตารางที่ 5 จำนวนนักเรียน คะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์เฉลี่ย และร้อยละในระดับพัฒนาการต่าง ๆ

จำนวนนักเรียน (คน)	คะแนนพัฒนาการเฉลี่ย (คะแนน)	ระดับพัฒนาการ (คน)				
		สูงมาก	สูง	กลาง	ต้น	ไม่มีพัฒนาการ
35	56.43	10	13	7	4	1
ร้อยละ		28.57	37.14	20.00	11.43	2.86

ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ ด้วยบทเรียนโปรแกรมเรื่องปฏิกิริยาเคมี

จากวิเคราะห์ระดับความพึงพอใจในการจัดการเรียนรู้ด้วยบทเรียนโปรแกรม เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี ของนักเรียนอยู่ในระดับมากโดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.27 ด้านที่นักเรียนมีความพึงพอใจมากเป็นอันดับแรก ได้แก่ ด้านกระบวนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ยคือ 4.42 โดยมีด้านความพร้อมในการจัดการเรียนการสอน ด้านการประเมินผลและด้านสื่อการสอน มีคะแนนเฉลี่ย 4.40, 4.27 และ 4.02 ตามลำดับ (ตารางที่ 6)

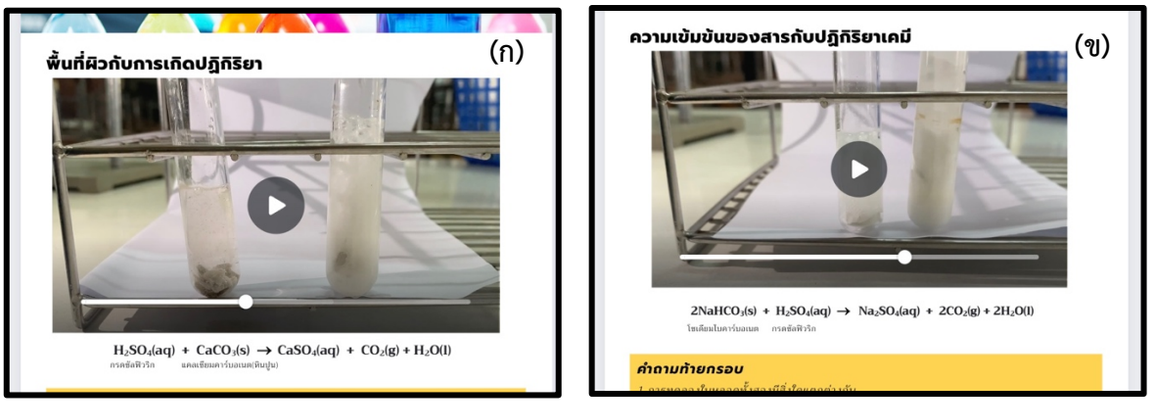
Copyright by Faculty of Science, Ubon Ratchathani University

ตารางที่ 6 ค่าเฉลี่ยและระดับความเห็นการประเมินความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยบทเรียนโปรแกรมเรื่องปฏิกิริยาเคมี

ข้อที่	ข้อคำถาม	ค่าเฉลี่ย	SD	ระดับความคิดเห็น
ด้านที่ 1 ความพร้อมในการจัดการเรียนการสอน		**4.40**	**0.61**	**มาก**
1	ความพร้อมสื่อและอุปกรณ์ที่ใช้จัดการเรียนการสอน	4.37	0.49	มาก
2	ความรู้ภายในสื่อด้านเนื้อหาในเรื่องที่สอน	4.57	0.56	มากที่สุด
3	ความเหมาะสมของรูปแบบสื่อที่ใช้สอน	4.11	0.72	มาก
4	ความเหมาะสมของอุปกรณ์ในการสอนของครู	4.40	0.69	มาก
5	มีการทำความเข้าใจกับนักเรียนก่อนการเรียนการสอนจริง	4.54	0.61	มากที่สุด
ด้านที่ 2 กระบวนการจัดการเรียนการสอน		**4.42**	**0.66**	**มาก**
6	ส่งเสริมการเรียนรู้ตามศักยภาพของนักเรียน	4.11	0.80	มาก
7	กิจกรรมการเรียนการสอนเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ	4.69	0.58	มากที่สุด
8	ส่งเสริมทักษะการเรียนรู้ด้วยตนเอง	4.60	0.69	มากที่สุด
9	ส่งเสริมให้นักเรียนวางแผนในการเรียนรู้	4.29	0.62	มาก
10	ส่งเสริมความยืดหยุ่นด้านเวลาในการเรียนเรียนรู้	4.40	0.60	มาก
ด้านที่ 3 สื่อการสอน		**4.02**	**0.66**	**มาก**
11	เอกสารและสื่อประกอบการสอน	3.89	0.68	มาก
12	สื่อมีความหลากหลายรูปแบบในการเรียนการสอน	3.83	0.62	มาก
13	สื่อมีเนื้อหาที่ทันสมัย	4.37	0.65	มาก
14	สื่อที่ใช้เหมาะกับเนื้อหาในการจัดการเรียนการสอน	4.17	0.71	มาก
15	สื่อการเรียนการสอนมีประสิทธิภาพ	3.86	0.65	มาก
ด้านที่ 4 การประเมินผล		**4.26**	**0.70**	**มาก**
16	วิธีการประเมินผลสอดคล้องกับเนื้อหา	4.37	0.65	มาก
17	ใช้เครื่องมือและวิธีการประเมินที่หลากหลาย	3.80	0.68	มาก
18	เป็นการประเมินตามสภาพจริง	4.34	0.64	มาก
19	นักเรียนได้ทราบข้อมูลสะท้อนกลับเพื่อปรับปรุง	4.40	0.77	มาก
20	มีส่วนร่วมในการประเมินด้วยตนเอง	4.40	0.74	มาก
รวม		**4.27**	**0.66**	**มาก**

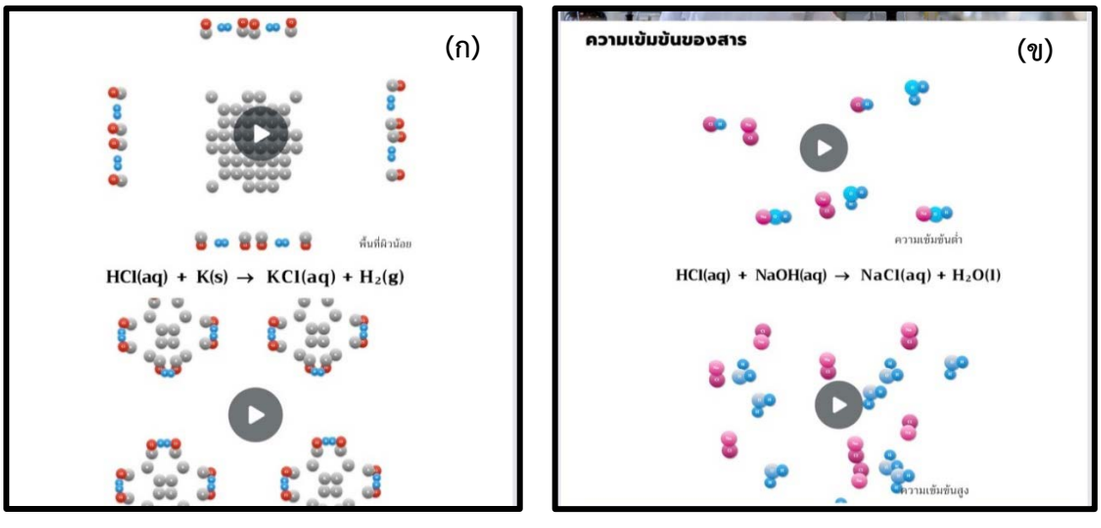
อภิปรายผล

สื่อมัลติมีเดียร่วมกับบทเรียนโปรแกรม เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี มีการออกแบบที่อาศัยแนวคิดสามเหลี่ยมเคมีของ Johnstone (1991) เป็นกรอบแนวคิด ประกอบด้วย 3 ระดับ คือ มหภาค จุลภาคและสัญลักษณ์ โดยแต่ละมโนทัศน์จะออกแบบให้มีหลายระดับ ในระดับมหภาค มีการออกแบบเป็นสื่อวีดิทัศน์แสดงการทดลองให้ผู้เรียนสามารถสังเกตปรากฏการที่และการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น เช่น ปัจจัยที่มีผลต่อปฏิกิริยาเคมีที่ผู้เรียนต้องสามารถอธิบายผลจากปัจจัยต่างว่าทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีเกิดได้มากขึ้นหรือลดลง ซึ่งในระดับมหภาคนั้นผู้เรียนสังเกตได้ถึงความเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นจากการทดลอง ส่งผลให้ผู้เรียนมีความรู้เกี่ยวกับการปัจจัยที่ส่งผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ซึ่งจากการตอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องปฏิกิริยาเคมีก่อนเรียนไม่ถูกต้องในข้อคำถามวัดความรู้ที่ดังกล่าวไป แต่ผลการทดสอบหลังเรียนตอบได้ถูกต้อง เช่น ข้อคำถามว่า “ถ้าต้องการให้มีอัตราการเกิดปฏิกิริยาเพิ่มขึ้น ควรทำอย่างไร” ที่ผู้เรียนจะต้องมีความเข้าใจทั้งพื้นที่ผิว ความเข้มข้นและอุณหภูมิที่ส่งผลถึงปฏิกิริยาเคมีว่าเกิดขึ้นแตกต่างกันอย่างไร ซึ่งวีดิทัศน์จะแสดงให้การเกิดปฏิกิริยาที่แตกต่าง ดังภาพที่ 2 นักเรียนจึงสามารถตอบแบบทดสอบข้อดังกล่าวได้ถูกต้อง เป็นต้น



ภาพที่ 2 วีดิทัศน์การทดลองการเกิดปฏิกิริยาเคมีภายในสื่อมัลติมีเดียร่วมกับบทเรียนโปรแกรม เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี เมื่อสารมีพื้นที่ผิวแตกต่างกัน (ก) และความเข้มข้นแตกต่างกัน (ข)

ในระดับจุลภาคได้ออกแบบในลักษณะแบบจำลองภาพเคลื่อนไหว โดยใช้โปรแกรม Keynote แสดงการเคลื่อนไหวของโมเลกุลของสารต่างในการเกิดปฏิกิริยาเคมีในรูปแบบ 2 มิติ ดังภาพที่ 3 ซึ่งในระดับจุลภาคนั้นเป็นสังเกตการเปลี่ยนแปลงระดับที่ไม่สามารถมองเห็นได้ ต้องอาศัยตัวแทนในการทำความเข้าใจ เช่น การที่สารมีพื้นที่ผิวแตกต่างกันสามารถทำให้สารเกิดอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีที่แตกต่างกันในระดับโมเลกุลอย่างไร เป็นต้น ส่งผลให้ผู้เรียนมีความรู้เกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยจากการตอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องปฏิกิริยาเคมีก่อนเรียนไม่ถูกต้องในข้อคำถามวัดความรู้ที่ดังกล่าวไป แต่ผลการทดสอบหลังเรียนตอบได้ถูกต้อง เช่น ข้อคำถาม “ข้อใดมีผลทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี เปลี่ยนแปลงไปในทิศทางเดียวกัน” ที่นักเรียนจะต้องเข้าใจถึงผลของทั้งพื้นที่ผิวและความเข้มข้นที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ซึ่งสื่อระดับจุลภาคจะช่วยให้นักเรียนจินตนาการปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นเพื่อใช้ในการตอบคำถามได้

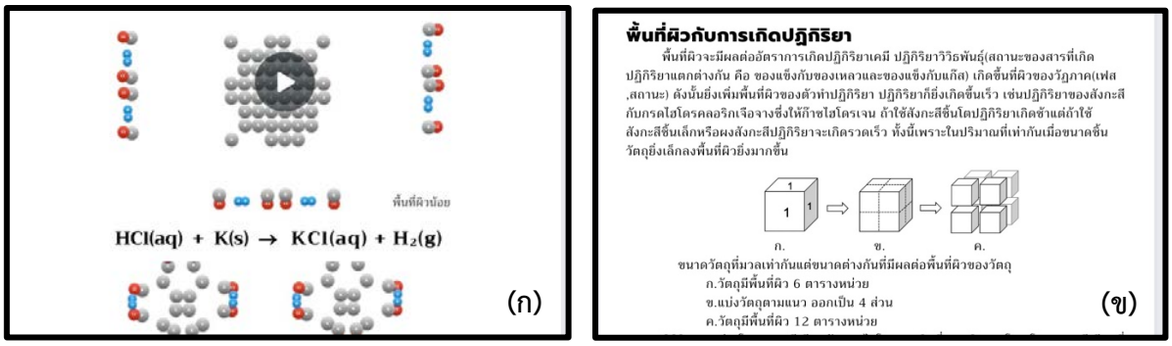


ภาพที่ 3 ภาพเคลื่อนไหว 2 มิติ ของการเกิดปฏิกิริยาเคมีภายในสื่อมัลติมีเดียร่วมกับบทเรียนโปรแกรม เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี เมื่อสารมีพื้นที่ผิวแตกต่างกัน (ก) และความเข้มข้นแตกต่างกัน (ข)

ซึ่งระดับสัญลักษณ์เป็นการเปลี่ยนปรากฏการณ์ทางเคมีเป็นสัญลักษณ์ สูตร เครื่องหมาย และสมการ รวมทั้งคำอธิบายที่เป็นข้อความส่งผลให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยา เช่น อธิบายพื้นที่ผิวที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาได้ โดยจากการตอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องปฏิกิริยาเคมีก่อนเรียนไม่ถูกต้องในข้อคำถามวัดความเข้าใจในสมการเคมี แต่ผลการทดสอบหลังเรียนตอบได้ถูกต้อง เช่น ข้อคำถามว่า “การทดลองใดที่สอดคล้องกับความเข้มข้น” ที่นักเรียนต้องทราบว่าพื้นที่ผิวจะมีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาได้เมื่อมีสารตั้งต้นใดสารหนึ่งเป็นของแข็ง ซึ่งมีการระบุในรูปแบบสัญลักษณ์ที่เป็นข้อความอธิบายและสมการเคมี ดังภาพที่ 4 ทำให้นักเรียนสามารถตอบคำถามได้ถูกต้อง เป็นต้น

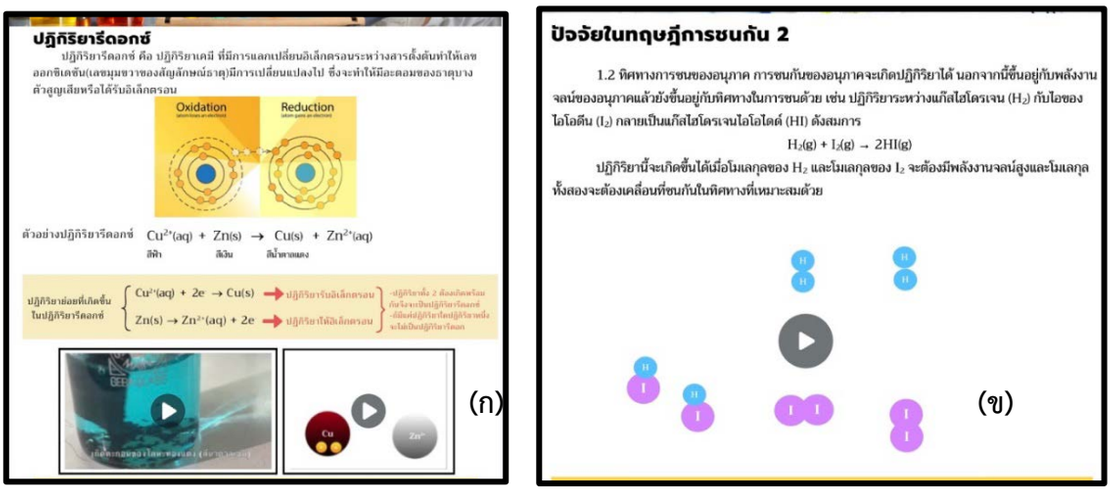
(ข)

Copyright by Faculty of Science, Ubon Ratchathani University



ภาพที่ 4 สมการเคมีของการเกิดปฏิกิริยาเคมีภายในสื่อมัลติมีเดียร่วมกับบทเรียนโปรแกรม
เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี (ก) และข้อความอธิบายการส่งผลของพื้นที่ผิวต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี (ข)

มีความสอดคล้อง Fibonacci *et al*., (2020) ที่ทำการพัฒนาสื่อหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ (e-book) เคมี โดยใช้แนวคิดสามเหลี่ยมเคมีของ Johnstone (1991) สำหรับการเรียนรู้ออนไลน์ และได้ใช้ในนักศึกษากลุ่มทดลอง พบว่าการที่จะทำให้เกิดความเข้าใจในการเรียนวิชาเคมีต้องแสดงความสอดคล้องกันระหว่างการนำเสนอระดับมหภาค จุลภาค และสัญลักษณ์ โดยในกลุ่มทดลองมีระดับคะแนนการคิดมีวิจารณญาณที่สูงกว่ากลุ่มควบคุม เช่นเดียวกันกับ Al-Duhani, Saat and Abdullah, (2023) ที่ศึกษาการนำปฏิบัติการเสมือน (Virtual Laboratory) มาใช้ร่วมกับการจัดการเรียนรู้ผ่านระบบออนไลน์ในช่วงการแพร่ระบาดของเชื้อโควิด-19 โดยใช้ปฏิบัติการเสมือนเป็นส่วนหนึ่งของสื่อการเรียนรู้ ประกอบกับวีดิทัศน์ภาพเคลื่อนไหว 2 มิติและ 3 มิติ ผู้เรียนสามารถเข้าถึงบทเรียนได้หลายครั้งและประเมินผลการเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยออกแบบตามแนวคิดสามเหลี่ยมเคมีของ Johnstone (1991) พบว่าผู้เรียนในกลุ่มทดลองที่จัดการเรียนรู้ด้วยปฏิบัติการเสมือน มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงกว่ากลุ่มที่จัดการเรียนรู้ด้วยการทดลองจริง (Physical laboratory) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การใช้ปฏิบัติการเสมือน ร่วมกับภาพเคลื่อนไหม 2 มิติและ 3 มิติ ช่วยให้ผู้เรียนมองเห็นความรู้หรือหลักการทางเคมีที่เป็นนามธรรมให้เป็นภาพได้ เช่น การทดลองจริงไม่สามารถทำให้เห็นการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนได้จึงควรมีการใช้สื่อร่วมหรือประกอบกัน โดยสื่อมัลติมีเดียร่วมกับบทเรียนโปรแกรมนั้นมีจุดแข็ง ในด้านที่ในแต่ละชุดบทเรียนโปรแกรมจะมีการแบ่งเนื้อหาออกเป็นกรอบย่อย ๆ นักเรียนสามารถได้รับผลตอบกลับในการตอบคำถามแต่ละข้อด้วยตนเองได้ทันที มีการจัดเรียงกรอบจากง่ายไปยาก และประกอบด้วยสื่อมัลติมีเดียที่มีองค์ประกอบ 1-3 ระดับ เช่น วีดิทัศน์ ภาพเคลื่อนไหว สมการเคมีและแผนภาพ ดังภาพที่ 5 ทำให้สามารถเชื่อมโยงความเข้าใจได้ง่าย และเข้าถึงหรือใช้งานได้ง่ายจากอุปกรณ์ที่หลากหลาย



ภาพที่ 4 การใช้สื่อมัลติมีเดียในระดับมหภาค จุลภาคและสัญลักษณ์ ที่ใช้ในกรอบการเรียน เรื่อง ปฏิกิริยารีดอกซ์ (ก)
และ การใช้สื่อมัลติมีเดียในระดับจุลภาคและสัญลักษณ์ ที่ใช้ในกรอบการเรียน เรื่อง ปัจจัยในทฤษฎีการชนกัน

จากคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบก่อนเรียนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องปฏิกิริยาเคมี 6.14 คะแนน และเฉลี่ยจากแบบทดสอบหลังเรียนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องปฏิกิริยาเคมี 14.20 คะแนน และค่าเฉลี่ยคะแนนพัฒนาการ 56.43 ระดับพัฒนาการอยู่ในระดับสูง สะท้อนว่านักเรียนส่วนใหญ่มีความรู้ความเข้าใจเรื่องปฏิกิริยาเคมีมีสูงขึ้นหลังจากผ่านการจัดการเรียนการสอนด้วยสื่อมัลติมีเดียร่วมกับบทเรียนโปรแกรมเรื่องปฏิกิริยาเคมี ทั้งนี้เนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้ด้วยสื่อมัลติมีเดียร่วมกับบทเรียน

โปรแกรม เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี ทำให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ด้วยตนเอง สามารถกำหนดเวลาในการเรียนรู้ในแต่ละเนื้อหาตามความสามารถแต่ละบุคคล มีการเรียงลำดับเนื้อหาอย่างเป็นลำดับตามความยากง่าย สามารถตรวจสอบความรู้ ความเข้าใจจากคำถามและแบบทดสอบภายในกรอบได้ด้วยตนเอง ได้รับผลสะท้อนกลับในทันทีและยังสามารถกลับไปศึกษาหรือทบทวนในส่วนที่ไม่เข้าใจได้ เมื่อพิจารณาตามทฤษฎีด้านจิตวิทยา Thorndike (1927) กล่าวถึง กฎการเรียนรู้ ว่าการเรียนรู้จะเกิดขึ้นเมื่อผู้กระทำเกิดความพร้อม มีความสบายใจ และได้รับการเสริมแรงทางบวก รวมทั้ง Skinner (1987) กล่าวว่า การเรียนรู้เกิดขึ้นภายใต้เงื่อนไขและสภาวะแวดล้อม การเสริมแรงให้เกิดพฤติกรรมที่เข้มแข็งขึ้น การเสริมแรงทางบวกในขั้นตอนที่เหมาะสมจะทำให้นักเรียนเกิดกำลังใจในการเรียนต่อได้ เช่น การเฉลยคำตอบให้ทราบทันที ที่สอดคล้องกับ Khammani (2009) บทเรียนโปรแกรมเป็นการนำเนื้อหามาแตกเป็นหน่วยย่อยให้ผู้เรียนศึกษาด้วยตนเอง ทำให้ง่ายต่อการเรียนรู้ นักเรียนสามารถตอบสนองและตรวจสอบต่อการเรียนรู้ของตนเองได้ทันทีว่าถูกต้องหรือไม่ สามารถใช้เวลามากน้อยตามความสามารถ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัย Koocharoenpisal (2017) ที่ทำการศึกษาการการจัดการเรียนรู้ โดยใช้บทเรียนสำเร็จรูปกับนิสิตระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 1 พบว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้บทเรียนโปรแกรมคะแนนผลการเรียนรู้มีค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 82.71 สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ที่ตั้งไว้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งบทเรียนโปรแกรมส่งเสริมการเรียนรู้ด้วยตนเอง สามารถทบทวนความรู้หลังจากได้เรียนในห้องเรียน และมีคำถามหลากหลายให้ผู้เรียนได้ฝึกฝนการตอบคำถามและตรวจสอบการเรียนรู้ด้วยตนเอง และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Boonlua, Chomphuphan and Srichan (2016) ที่ทำการศึกษา เปรียบเทียบการใช้บทเรียนสำเร็จรูป และเรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่านักเรียนที่เรียนรู้ด้วยบทเรียนสำเร็จรูปมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เนื่องจากนักเรียนได้ปฏิบัติกิจกรรมและประเมินตนเองสามารถทราบคำตอบได้ทันที มีการเสริมแรงทำให้นักเรียนเกิดความภาคภูมิใจใน ส่วนที่ทำได้ถูกต้องและพยายามแก้ไขในส่วนที่ผิดพลาด และได้เรียนรู้ไปทีละน้อย

การใช้สื่อมัลติมีเดียประกอบกับคำอธิบายเนื้อหาที่เป็นข้อความ มีส่วนช่วยให้นักเรียนสามารถเกิดความเข้าใจใน เรื่องการเกิดปฏิกิริยาเคมีที่มีเนื้อหาที่เป็นนามธรรมไม่สามารถเห็นการเคลื่อนที่ของโมเลกุลได้ด้วยตาเปล่า การอธิบายปรากฏการณ์เชิงเคมีจึงทำได้ยาก สื่อมัลติมีเดียนั้นมีองค์ประกอบ เช่น ภาพ ภาพเคลื่อนไหว ข้อความ สัญลักษณ์ วีดิทัศน์ เป็นต้น ที่สามารถสร้างปฏิสัมพันธ์หรือทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ที่ดีขึ้น นักเรียนเข้าถึงข้อมูลได้หลายลักษณะ เข้าถึงได้จากทุกที ลดความซับซ้อนในการทำความเข้าใจเนื้อหายาก (Hatfield and Bitter, 1994) การนำสื่อมัลติมีเดียมาใช้ในการออกแบบสื่อโดยเฉพาะในรูปแบบวีดิทัศน์ทำให้เข้าใจคำอธิบายที่เป็นข้อความได้ง่ายขึ้น และสื่อในรูปแบบอื่น ๆ ก็ช่วยส่งเสริม ความเข้าใจด้วยเช่นกัน และ เมื่อประกอบกับการใช้แนวคิดสามเหลี่ยมเคมี (Chemistry Triplet) โดยให้สื่อแต่ละส่วนมีการออกแบบอิงตามแนวคิดดังกล่าวให้เกิดความเข้าใจการเปลี่ยนแปลงทางเคมีทั้งระดับมหภาค จุลภาค และสัญลักษณ์ เช่น การเกิดปฏิกิริยาของโลหะแมกนีเซียมกับกรดไฮโดรคลอริก ที่ระดับมหภาคนักเรียนมองเห็นการเกิดปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นบริเวณผิวโลหะแมกนีเซียมที่สัมผัสกับกรดไฮโดรคลอริกเกิดฟองแก๊สไฮโดรเจนผ่านวีดิทัศน์ ในระดับจุลภาคนักเรียนมองเห็นการเปลี่ยนแปลงของอะตอมของสารตั้งต้นเป็นผลิตภัณฑ์ผ่านภาพเคลื่อนไหว และระดับสัญลักษณ์ที่แสดงถึงสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นตามหลักการเขียนสมการเคมี ซึ่งสอดคล้องกับเนื้อหาของวิชาเคมี ทำให้เกิดความเข้าใจและมีระดับพัฒนาการเฉลี่ยระดับสูง สอดคล้องกับ Gilbert (2009) เพื่อทำความเข้าใจความซับซ้อนของธรรมชาติของสารเคมีการทำความเข้าใจปรากฏการณ์ธรรมชาติ แบ่งเป็น 3 ระดับ 1) ระดับ 1 ปรากฏการณ์สมบัติที่สังเกตได้ มองเห็นได้ สังเกตได้ในการทดลองในห้องปฏิบัติการ อยู่ในชีวิตประจำวัน 2) ระดับ 2 แบบจำลอง เพื่อใช้อธิบายสาเหตุของปรากฏการณ์อย่างครอบคลุม 3) ระดับ 3 สัญลักษณ์ ที่จัดวางเพื่อเป็นตัวแทนของอะตอม โดยใช้สื่อมัลติมีเดียเป็นเครื่องมือช่วยเรียนรู้ด้วยการออกแบบสื่อที่เป็นรูปภาพ ภาพสามมิติ ภาพสองมิติ ช่วยนักเรียนให้เห็นภาพของสิ่งที่ไม่สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่า เช่น อะตอมหรือโมเลกุล (Chiu and Wu, 2009) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Deephisuthi, Phibachon and Sirisawat (2021) ที่ได้ศึกษา การใช้สื่อภาพเคลื่อนไหวประกอบการจัดการเรียนแบบวัฏจักร 5 ขั้นตอนทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการของกลุ่มนักเรียนที่ใช้ภาพเคลื่อนไหวสูงกว่ากลุ่มที่ไม่ใช้ภาพเคลื่อนไหวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 โดยทำให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหา ได้ง่ายและชัดเจนขึ้นเชื่อมโยงความรู้ได้ดีขึ้น Chawarangkoon, Kankaew and Niyomka (2020) ที่พบว่าการสื่อมัลติมีเดียในการจัดการเรียนรู้ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยการมีสื่อวีดิทัศน์ที่น่าสนใจประกอบ ทำให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ สามารถเข้าใจและจดจำเนื้อหาได้ง่าย และปรับใช้ในชีวิตประจำวันได้ Kidhathong and Tonkuriman (2022) การใช้สื่อมัลติมีเดียในการร่วมสอนทำให้กลุ่มทดลองมีคะแนนความรู้สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และกลุ่มทดลองคะแนนความรู้สูงกว่าก่อนทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยสื่อมัลติมีเดียทำให้เข้าใจได้ง่าย ภาพและเสียงกระตุ้นความสนใจและการจดจำสามารถทบทวนความรู้ตามความต้องการเช่นเดียวกับ Ahmad *et al.,* (2021) ที่ศึกษาการใช้ภาพเคลื่อนไหวและแบบจำลองในการเรียนการสอนเรื่องไฟฟ้าเคมี พบว่า นักเรียนในกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยการทดสอบหลังการเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยพบว่าภาพเคลื่อนไหวและแบบจำลองยกระดับความเข้าใจมโนทัศน์ที่ยากในวิชาเคมี เร้าความสนใจและสร้างแรงจูงใจการเรียนวิชาเคมี

Copyright by Faculty of Science, Ubon Ratchathani University

จากการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียน ข้อคำถามที่ค่าเฉลี่ยความเห็นในระดับมากที่สุด คือ กระบวนการจัดการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนการสอนเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ส่งเสริมทักษะการเรียนรู้ด้วยตนเอง ซึ่งอาจเป็นผลมาจากการจัดการเรียนรู้ด้วยบทเรียนโปรแกรมทำให้นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเอง เน้นให้ผู้เรียนเป็นสำคัญ นักเรียน วางแผนด้านเวลาในการเรียนรู้ได้ ซึ่งในการจัดการเรียนรู้จริงนักเรียนจำนวนมากไม่สามารถเรียนรู้ได้ ในแต่ละบทเรียนจึงมีการปรับ การจัดการเรียนรู้โดยให้นักเรียนไปศึกษาต่อภายในบทเรียนโปรแกรม แล้วกลับมาสรุปในคาบถัดไปที่ทำให้เกิดการยืดหยุ่นด้านเวลามากขึ้น สามารถทบทวนได้ตามความต้องการ สอดคล้องกับ Boonyatorn (1999) ที่กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ด้วยบทเรียนโปรแกรม สนองตอบความแตกต่างของผู้เรียน สามารถเรียนจากที่ไหน เมื่อไหร่ก็ได้ ได้รับการกระตุ้นให้กำลังใจระหว่างเรียน และสอดคล้องกับการวิจัยของ Koocharoenpisal (2017) ที่ศึกษาการใช้บทเรียนโปรแกรมในนิสิตชั้นปีที่หนึ่งพบว่ามีความพึงพอใจในระดับมาก กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้ผู้เรียนเรียนรู้ด้วยตนเอง สามารถทบทวนความรู้หลังจากได้เรียนในห้องแล้ว สำหรับข้อคำถามที่ค่าเฉลี่ยความเห็นน้อยที่สุด คือ ใช้เครื่องมือและวิธีการประเมินที่หลากหลาย ซึ่งอาจเป็นผลมาจากการใช้วิธีการประเมินที่ใช้แบบทดสอบท้ายบทเรียนโปรแกรมเท่านั้น

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะจากการวิจัย

สรุปผลการวิจัย

1. ประสิทธิภาพสื่อมัลติมีเดียร่วมกับบทเรียนโปรแกรมเรื่องปฏิกิริยาเคมีเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จากทดสอบนำร่อง พบว่า สื่อมัลติมีเดียร่วมกับบทเรียนโปรแกรมเรื่องปฏิกิริยาเคมีเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 83/78.83 มีค่าเป็นไปตามที่เกณฑ์ที่กำหนด 80/80 มีประสิทธิภาพในการนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอน

2. คะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์และระดับพัฒนาการ จากคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบก่อนเรียนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องปฏิกิริยาเคมี 6.14 คะแนน และคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบหลังเรียนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องปฏิกิริยาเคมี 14.20 คะแนน มีค่าเฉลี่ยคะแนนพัฒนาการ 56.43 และนักเรียนมีระดับพัฒนาการในระดับสูงมาก สูง กลาง ต้น และไม่มีพัฒนาการ ร้อยละ 28.57, 37.14, 20.00, 11.43 และ 2.86 ตามลำดับ

3. ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ ด้วยสื่อมัลติมีเดียร่วมกับบทเรียนโปรแกรมเรื่องปฏิกิริยาเคมี ระดับความพึงพอใจในการจัดการเรียนรู้ด้วยสื่อมัลติมีเดียร่วมกับบทเรียนโปรแกรม เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี นักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากทุกด้าน คือ ด้านความพร้อมในการจัดการเรียนการสอน ด้านกระบวนการจัดการเรียนรู้ ด้านสื่อการสอน และด้านการประเมินผล โดยค่าเฉลี่ยความพึงพอใจทั้งหมดของนักเรียนมีค่า 4.27 ความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์

นำบทเรียนโปรแกรมไปใช้เป็นสื่อการสอนเสริม ที่ให้นักเรียน ศึกษาเพิ่มเติมหลังจากการเรียนในชั้นเรียน โดยมอบหมายให้เป็นการบ้านสำหรับนักเรียนที่ไม่เข้าใจในชั้นเรียน หรือใช้กับนักเรียนที่ขาดเรียนในคาบที่จัดการเรียนการสอนเรื่องปฏิกิริยาเคมีให้เรียนได้ทันเพื่อน หรือเพื่อทบทวนความรู้เป็นพื้นฐานสำหรับการเรียนบทเรียนอื่น ๆ ซึ่งความรู้ เรื่อง ปฏิกิริยาเคมีเป็นพื้นฐานที่สำคัญของการเรียนเคมี

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษาครั้งต่อไป

ในการวิจัย ครั้งนี้ใช้กลุ่มเป้าหมายที่จำเพาะเจาะจงจึงทำให้ไม่เป็นตัวแทนที่ดีของประชากรและไม่สามารถอ้างอิงผลการวิจัยไปยังประชากรได้ในการทำวิจัยครั้งต่อไปควรใช้การเลือกกลุ่มตัวอย่างที่มีการสุ่มตัวอย่างร่วมด้วยและควรมีกลุ่มเปรียบเทียบ (กลุ่มควบคุม) เพื่อเปรียบเทียบผลที่เกิดขึ้นด้วย

References

Ahmad, N. J., Yakob, N., Bunyamin, M. A. H., Winarno, N. and Akmal, W. H. (2021). The effect of interactive computer animation and simulation on students' achievement and motivation in learning electrochemistry. **Jurnal Pendidikan IPA Indonesia**, 10(3), 311-324.

Al-Duhani, F., Saat, R. M. and Abdullah, M. N. S. (2023). Effectiveness of virtual laboratory on grade eight students' achievement in learning electricity. **Malaysian Online Journal of Educational Sciences,** 11(3), 30-43.

American Association for the Advancement of Science. (2009). Science for All American. Washing D.C. Retrieved from **Science for All American**: http://www.project2061.org/publications/sfaa/online/chap1.htm

Boonlua, N., Chomphuphan, C. and Srichan, P. (2016). A comparison of academic achievement of Grade 9 students on information technology using learning package and a computer assisted instruction with basic knowledge equality (in Thai). **The Golden Teak : Humanity and Social Science Journal**, 22(1), 134-143.

Boonyakanjana., C. (2008). **Educational Innovation** (in Thai). Bangkok: Tharn Aksorn Publisher.

Boonyatorn, I. (1999). **Teaching Principle** (in Thai). Bangkok: Bansomdejchaopraya Rajabhat University Press.

Brahmawong, C. (2013). Developmental Testing of Media and Instructional Package (in Thai). **Silpakorn Educational Research Journal**, 5(1), 7-20.

Chawarangkoon, C., Kankaew, S. and Niyomka, W. (2020). Development of interactive multimedia using the program basic adobe audition (in Thai). **Journal of Science and Technology RMUTSB**, 4(2). 36-47.

Chiu, M. H. and Wu, H. K. (2009). The roles of multimedia in the teaching and learning of the triplet relationship in chemistry. In **Multiple representations in chemical education** (pp. 251-283). Dordrecht: Springer.

Deephisuthi, W., Phibachon, S. and Sirisawat, C. (2021). Application of animation media with 5E inquiry learning management for enhancing learning achievement and attitude of Grade 11 students (in Thai). **Sripatum Chonburi Journal**, 18(1). 158-168.

Fibonacci, A., Wahid, A., Lathifa, U., Zammi, M., Wibowo, T. and Kusuma, H. H. (2021). Development of chemistry e-module flip pages based on chemistry triplet representation and unity of sciences for online learning. **Journal of Physics: Conference Series**, 1796, 012110.

Gilbert, J. K. (2009). Science fiction. In **Multiple representations in chemical education (Vol. 4, pp. 1-8)**. D. F. Treagust (Ed.). Dordrecht: Springer.

Gwang, C. C. and Satoko, Y. (2022). How are countries addressing the Covid-19 challenges in education? A snapshot of policy measures. UNESCO. Retrieved 27 March 2022, from **UNESCO**: https://world-education-blog.org/2020/03/24/how-are-countries-addressing-the-covid-19-challenges-in-education-a-snapshot-of-policy-measures/

Hatfield, M. M. and Bitter, G. G. (1994). A multimedia approach to the professional development of teachers: A virtual classroom. In D. Achiele (Ed.), **Technology in professional development** (pp. 102-115). Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.

Johnstone, A. H., (1991). Why is science difficult to learn? Things are seldom what they seem. **Journal of Computer Assisted Learning,** 7, 75-83.

Kanjanawasee, S. (2009). **Classical test theory** (in Thai). Bangkok: Chulalongkorn University Press.

Khammani, T. (2009). **Science of Teaching Pedagogy** (in Thai). Bangkok: Chulalongkorn University Press.

Kidhathong, S. and Tonkuriman, A. (2022). Effectiveness of using multimedia as co-teaching on nursing students' knowledge and skills in therapeutic relationships and communication (in Thai). **Nursing Journal of The Ministry of Public Health**, 32(1), 14-26.

Koocharoenpisal, N. (2017). Learning outcomes on polymer chemistry of first-year undergraduate students through learning with programmed lesson and concept mapping (in Thai). **Silapakorn University Journal**, 37(3), 87-108.

Luemongkol, K. (2021). Stress among students in online classes during the Covid-19 outbreak in a secondary school, Chaiyaphum Province (in Thai). **Chaiyaphum medical journal**, 41(2), 11-20.

Moonkam, S. and Moonkam, O. (2002). **Learning Management Method**(in Thai). Parbpim Limited Company.

Nonpala, K. (2021). Guidelines for teaching and learning for the first semester of the academic year 2021 in the epidemic situation of coronavirus disease 2019 (COVID-19) of schools under the Office of the Basic Education Commission (in Thai). Retrieved 15 April 2022, from **Office of the Basic Education Commission**: http://www.sea12.go.th/ict/images/stories/covid2019/2564/3-info-covid-190564.pdf

Office of the Education Council. (2022). **Learning loss recovery** (In Thai). Bangkok: S.B.K. Printing Co., Ltd.

Pooranachot, T. (2009). **Creating Programmed Instruction** (In Thai). Bangkok: Chulalongkorn Pres.

Copyright by Faculty of Science, Ubon Ratchathani University

Posthuma, E. (2016). Integrating three types of chemical representation. Retrieved 15 April 2022, from **ChemEd X**: https://www.chemedx.org/article/integrating-three-types-chemical-representation.

Rungsang, T. and Nuansri (2021). The Development of Problem-Soling Ability of Grade 9 Student Using Storyline Learning Management in the Topic of Ecosystem (In Thai). **Journal of Roi Kaensan Academi**, 6(7), 47-61.

Skinner, B. F. (1987). Whatever happened to psychology as the science of behavior? **American psychologist**, 42(8), 780.

Thorndike, E. L. (1927). The law of effect. **The American journal of psychology**, 39(1), 212-222.

Thumthong, B. (2022). Effects of the COVID Situation on Thai Education Management: Alternative Education is the Main Way and the Way to Survive Education in the Future (In Thai). **Journal of Education Prince of Songkla University Pattani Campus**, 33(3), 15-29.

Paichayontvijit, T. and Thitisawan, S. (2022). Effect of COVID-19 pandemic to Education (In Thai). Retrieved 11 April 2022 From **Faculty of Economics Ramkhamhaeng University**: http://www.eco.ru.ac.th/images/document/article/TreeNut/publish02-02.pdf

Sangdech, K (2009). **Programmed Instruction ; A guide book to developed instructional media that Child-centered learning for elementary education** (In Thai). Bangkok: Physics Center Press LTD.

Srisa-ard, B (2002). **Introduction to Research (7th ed.)** (In Thai). Bangkok: SUWEERIVASARN COMPANY LIMITED.

Srivachiraphat, P (2022). Strategies for Mitigating Thai Students' Learning Lossesfrom Online Teaching and Learning During the COVID-19 Pandemic (In Thai). **Mahidol Integrated Social Science Journal**. 9(1), 71-86.

Gkitzia, V., Salta, K. and Tzougraki, C. (2011). Development and application of suitable criteria for the evaluation of chemical representations in school textbooks. **Chemistry Education Research and Practice**, 12(1), 5-14.