

Research Article

Effect of Polya's Problem Solving Process Incorporating with Think-Pair-Share Learning Technique on the Stoichiometry Problem Solving Ability and Self-Confidence of Matthayom Suksa 4 Students

Saranya Taweetchai

B.Ed. (Science Education), Master's Student

Department of Chemistry, Faculty of Science King Mongkut's University of Technology Thonburi

Aimorn Saksaengwijit

Dr.rer.nat. (Physical Chemistry), Lecturer

Department of Chemistry, Faculty of Science King Mongkut's University of Technology Thonburi

*Corresponding author: petchhhh.taweetchai@gmail.com

Received: December 16, 2024/ Revised: June 16, 2025/ Accepted: July 21, 2025

Abstract

The ability to solve problems is an essential skill to promote learning in chemistry calculations for students. This research aimed to investigate the effects of using the Polya problem-solving process combined with the Think-Pair-Share technique on the students' ability to solve chemical problems related to stoichiometry and self-confidence. The sample group consisted of 36 tenth grade students at Satriwitthaya 2 School, which were selected through random group-sampling. The research instruments included: 1) Five lesson plans incorporated Polya's problem-solving process and the Think-Pair-Share technique. 2) Two stoichiometry problem-solving tests, each comprising five items, were constructed. and 3) Two self-confidence questionnaires were developed, each comprising twelve items.

The results indicated that after implementing the Polya problem-solving process together with the Think-Pair-Share technique led to significant improvements. Students achieved significantly higher scores in chemical problem-solving tests related to stoichiometry compared to pretest scores at 0.05 level of statistical significance and surpassed the criterion (60%) in all steps of Polya's problem-solving process, except for the reviewing step. Students exhibited significantly increased self-confidence compared to pretest levels. The Polya problem-solving process promoted step-by-step problem-solving behaviors among students. Students realized the importance of understanding learned principles rather than merely memorizing formulas, thereby improving their problem-solving abilities. The Think-Pair-Share techniques allowed students to exchange ideas for solving problems with their classmates and encourages them to express their opinion confidently.

Keywords: Ability to Solve Chemical Problem, Polya's Problem-solving Process, Self-confidence, Think-Pair-Share Technique

บทความวิจัย

ผลของกระบวนการแก้ปัญหาแบบ Polya ร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิดต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์ และความเชื่อมั่นในตนเองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ศรัญญา ทวีชัย

ศษ.บ. (วิทยาศาสตร์ศึกษา), นักศึกษาปริญญาโท
ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

เอมอร คักดีแสงวิจิตร

ปร.ด. (เคมีเชิงฟิสิกส์), อาจารย์
ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
*ผู้ประสานงาน: petchhhh.taweetchai@gmail.com

วันรับบทความ: 16 ธันวาคม 2567/ วันแก้ไขบทความ: 16 มิถุนายน 2568/ วันตอบรับบทความ: 21 กรกฎาคม 2568

บทคัดย่อ

ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเป็นทักษะสำคัญที่ส่งเสริมการเรียนรู้ด้านเคมีคำนวณสำหรับนักเรียน งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการใช้กระบวนการแก้ปัญหาแบบ Polya ร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิดต่อความสามารถของนักเรียนในการแก้โจทย์ปัญหาทางเคมี เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์ และความเชื่อมั่นในตนเอง กลุ่มตัวอย่างประกอบด้วยนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสตรีวิทยา ๒ จำนวน 36 คน โดยการสุ่มแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการทำวิจัยได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาแบบ Polya ร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด จำนวน 5 แผน 2) แบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางเคมี เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์ 2 ฉบับ จำนวนฉบับละ 5 ข้อ และ 3) แบบประเมินความเชื่อมั่นในตนเอง 2 ฉบับ จำนวนฉบับละ 12 ข้อ

ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่า หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาแบบ Polya ร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด: นักเรียนมีผลการทดสอบการแก้โจทย์ปัญหาทางเคมี เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์ สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และสูงกว่าเกณฑ์ (ร้อยละ 60) ในทุกชั้นของกระบวนการแก้ปัญหาแบบ Polya ยกเว้นขั้นตรวจสอบผล นักเรียนมีความเชื่อมั่นในตนเองสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญ ทั้งนี้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาแบบ Polya ช่วยส่งเสริมพฤติกรรมของนักเรียนให้แก้โจทย์ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอน นักเรียนตระหนักถึงความสำคัญของการเข้าใจในหลักการที่เรียนมากกว่าการท่องจำสูตรจึงส่งผลให้นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาได้ดีขึ้น เทคนิคเพื่อนคู่คิดช่วยให้นักเรียนสามารถแลกเปลี่ยนแนวคิดในการแก้โจทย์ปัญหาร่วมกับเพื่อนร่วมชั้นและกระตุ้นให้นักเรียนกล้าแสดงความคิดเห็นอย่างมั่นใจ

คำสำคัญ: กระบวนการแก้ปัญหาแบบ Polya ความเชื่อมั่นในตนเอง ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางเคมี เทคนิคเพื่อนคู่คิด

บทนำ

วิชาเคมีเป็นศาสตร์สาขาหนึ่งของวิทยาศาสตร์ที่ศึกษาเกี่ยวกับโครงสร้าง องค์ประกอบ และสมบัติของสสาร การเปลี่ยนแปลงและกลไกการเกิดปฏิกิริยา ซึ่งความรู้ในวิชาเคมีจะสามารถนำไปใช้อธิบายปรากฏการณ์ทางเคมี รวมทั้งสามารถตัดสินใจ ประเด็นต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันได้ (Faikhamta, 2020) นอกจากนี้ยังสามารถนำความรู้ทางเคมีมาใช้ให้เกิดประโยชน์ในการดำรงชีวิต ในทุกด้าน และเป็นเครื่องมือสำคัญสำหรับการพัฒนาความรู้ในวิชาที่ซับซ้อนยิ่งขึ้น ปริมาณสัมพันธ์เป็นหัวข้อพื้นฐานที่มีความสำคัญอย่างยิ่งในวิชาเคมี เนื่องจากอธิบายถึงความสัมพันธ์ของปริมาณมวลสารในปฏิกิริยาเคมี อันเป็นพื้นฐานสำคัญในการเรียนในหัวข้อที่มีความซับซ้อนขึ้น เช่น สมดุลเคมี กรดเบส เคมีไฟฟ้า เป็นต้น โจทย์ปัญหาเป็นข้อความภาษาหนึ่งสื่อหรือโจทย์ที่เป็นภาษาพูดที่ไม่สามารถหาผลลัพธ์ได้ทันที (Chaiyanudomkul, 2013) ต้องมีความสามารถในการเข้าใจปัญหา คิดวิเคราะห์ วางแผนแก้ปัญหา และเลือกใช้วิธีการอย่างเหมาะสม โดยเรื่องปริมาณสัมพันธ์ เป็นเนื้อหาที่มีความสำคัญในรายวิชาเคมี ซึ่งผู้เรียนต้องอาศัยความรู้ความเข้าใจ ทั้งในสวนทฤษฎี หลักการ และการคำนวณ เพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา ถ้านักเรียนไม่สามารถแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์ได้จะส่งผลกระทบต่อการเรียนรู้ในเนื้อหาต่อ ๆ ไปในวิชาเคมี (Maneerat, 2017)

จากประสบการณ์ของผู้สอนในรายวิชาเคมีเพิ่มเติม 2 เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์ที่มีความเกี่ยวข้องกับการแก้โจทย์ปัญหาทางเคมี พบว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสตรีวิทยา ๒ ในพระราชูปถัมภ์ฯ ไม่สามารถแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์ได้ โดยนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าร้อยละ 40 ซึ่งถือว่าไม่ผ่านค่าเป้าหมายที่กำหนดไว้ของโรงเรียน จึงทำให้ส่งผลกระทบต่อเกรดเฉลี่ย สะสม และความเชื่อมั่นของนักเรียนในการเรียนวิชาเคมี จากการวิเคราะห์เพื่อหาสาเหตุพบว่าสาเหตุหลักที่ทำให้นักเรียนไม่สามารถแก้ โจทย์ปัญหาทางเคมีได้คือ นักเรียนไม่เข้าใจโจทย์ปัญหาทางเคมีคำนวณว่าต้องการอะไร และข้อมูลที่ให้มามีอะไรบ้างที่เป็นประโยชน์ในการหาคำตอบ มีความสับสนในการตั้งคำถามและคิดหาคำตอบ (Dahsah, 2007) นักเรียนขาดความสามารถในการตีความจากโจทย์ปัญหา ไม่เข้าใจว่าโจทย์ปัญหามะอะไร ไม่เข้าใจถึงความสัมพันธ์ของข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้ ไม่สามารถแปลความหมายจากสมการเคมีที่ดุล แล้วในรูปของอัตราส่วนโดยโมลเพื่อนำไปใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา โดยจากการสำรวจการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง พบว่า นักเรียนนิยมใช้สูตรในการคำนวณมากกว่ารูปแบบอื่น เพราะสะดวกรวดเร็วแต่การใช้สูตรของนักเรียนไม่ได้มีพื้นฐานมาจาก ความเข้าใจทำให้ไม่สามารถปรับใช้กับโจทย์ที่มีความซับซ้อน จึงไม่รู้ว่าจะใช้สูตรอะไรและต้องเริ่มต้นตรงไหน นักเรียนไม่ลำดับขั้นตอน ในกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา ซึ่งทำให้นักเรียนไม่สามารถหาคำตอบที่ถูกต้องของโจทย์ปัญหาทางเคมีนั้น ๆ ได้ ก่อให้เกิดความเบื่อหน่ายในการเรียน นักเรียนไม่กล้าที่จะคิดและตัดสินใจด้วยตนเองเพราะกลัวจะทำได้ ไม่กล้าแสดงความคิดเห็น ไม่กล้าแสดงออก และ ไม่พร้อมที่จะพัฒนาศักยภาพที่ตนเองมี ทำให้ขาดความเชื่อมั่นในตนเอง (Buapa, 2011) จากสภาพปัญหาข้างต้นผู้วิจัยได้ศึกษารูปแบบ การสอนแบบต่าง ๆ เพื่อหาแนวทางในการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางเคมี เรื่องปริมาณสัมพันธ์ และส่งเสริมให้ นักเรียนมีความเชื่อมั่นในตนเองเพิ่มมากขึ้น โดยพบว่าการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหาแบบ Polya เป็นวิธีการหนึ่ง ที่ส่งเสริมการฝึกการคิดวิเคราะห์หาคำตอบของโจทย์ปัญหาให้กับนักเรียนได้ ด้วยการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบซึ่งมีขั้นตอนที่ชัดเจน 4 ขั้นตอน ดังนี้ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา 2 ขั้นวางแผนแก้ปัญหา 3 ขั้นดำเนินการตามแผนและ 4 ขั้นตรวจสอบผล (Polya, 1957) ซึ่งช่วยให้นักเรียนสามารถจัดการกับโจทย์ปัญหาที่ซับซ้อนได้อย่างเป็นระบบ นักเรียนสามารถระบุได้ว่าโจทย์ถามหาอะไร คำตอบของ ปัญหาคืออะไร สามารถแยกแยะข้อมูลสำคัญที่จะนำไปใช้แก้โจทย์ปัญหาได้ และช่วยให้นักเรียนเห็นถึงความสัมพันธ์ของข้อมูลที่โจทย์ ให้ อันนำมาซึ่งการออกแบบอย่างเป็นขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Khunpeng & Prathumthong (2022) ที่นักเรียนสามารถพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางเคมี เรื่องกรด - เบส ได้หลังจากการทำเทคนิคโพลยาไปใช้ และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Chantamatutkarn (2017) ที่พบว่ากระบวนการแก้ปัญหาแบบ Polya ช่วยพัฒนาความสามารถในการ แก้โจทย์ปัญหาทางเคมีของนักเรียนเรื่อง ของแข็ง ของเหลว แก๊สได้ จากที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นได้ว่ากระบวนการแก้ปัญหาแบบ Polya มีประโยชน์และน่าจะช่วยส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางเคมี เรื่องปริมาณสัมพันธ์ได้ นอกจากนี้ในงานวิจัยนี้ ยังใช้เทคนิคเพื่อนคู่คิดที่จะทำให้นักเรียนได้มีการอภิปรายและแสดงความคิดเห็น แลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างผู้เรียนด้วยกันในชั้นเรียน ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนพัฒนาทักษะในการเรียนรู้ได้มากยิ่งขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยที่เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share) ที่มีผลต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักวิจัยหลายท่าน ดังนี้ จิรพันธ์ Kieosunthorn & Yawait (2022), Hanmontri (2020), Wiphaschiwin (2021), Buanop (2023) และ Phirumrak (2019) พบว่า การจัดการเรียนรู้ด้วย เทคนิคเพื่อนคู่คิดสามารถช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาให้ดีขึ้นได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้เทคนิคเพื่อนคู่คิด ยังเป็นเทคนิคที่สามารถช่วยให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในชั้นเรียนมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนมากขึ้น ช่วยในการส่งเสริมการคิด การทำงานร่วมกัน ทำให้นักเรียนกล้าตอบคำถามในสิ่งที่โจทย์ถาม กล้าแสดงออกและอภิปรายผลร่วมกัน เป็นผลทำให้นักเรียนมีความเชื่อมั่นในตนเองเพิ่ม มากขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ Sampsel (2013) ที่ได้ศึกษาผลของการสอนแบบเพื่อนคู่คิดที่มีต่อความเชื่อมั่นในตนเองและการมี ส่วนร่วมในชั้นเรียน พบว่าเมื่อนักเรียนมีความเชื่อมั่นในตนเองจะทำให้นักเรียนมีส่วนร่วมในชั้นเรียนมากขึ้น เช่นเดียวกับงานวิจัยของ Rustanuarsi (2019) ที่พบว่าการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิคเพื่อนคู่คิดสามารถเพิ่มความเชื่อมั่นในตนเองของนักเรียนในการเรียน คณิตศาสตร์ได้ นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยที่ศึกษาการบูรณาการกระบวนการแก้ปัญหาแบบ Polya ร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิดเพื่อ

ช่วยในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของ Nilkhod et al. (2025) พบว่ากิจกรรมการเรียนรู้ตามขั้นตอนของ Polya ร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิดช่วยส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวได้ดี และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Tangthongkurn & Seethong (2025) ที่พบว่ากระบวนการแก้ปัญหาแบบ Polya ร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิดทำให้นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากข้อมูลข้างต้นผู้วิจัยจึงสนใจที่จะนำเทคนิคเพื่อนคู่คิดมาใช้ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาแบบ Polya โดยสอดแทรกไปในทุกขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหาแบบ Polya เพื่อที่จะศึกษาผลของกระบวนการแก้ปัญหาแบบ Polya ร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิดต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเรื่องปริมาณสัมพันธ์และความเชื่อมั่นในตนเองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

วัตถุประสงค์การวิจัย

- 1. เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเรื่อง ปริมาณสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาแบบ Polya ร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด
- 2. เพื่อพัฒนาความเชื่อมั่นในตนเองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาแบบ Polya ร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด

สมมุติฐานในงานวิจัย

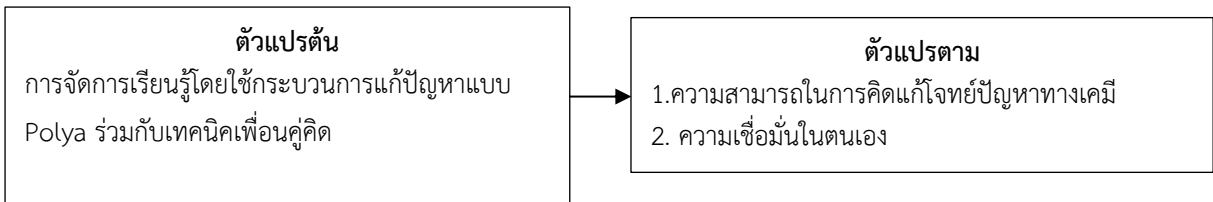
- 1. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาแบบ Polya ร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิดมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางเคมี เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและสูงกว่าเกณฑ์ (ร้อยละ60)
- 2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาแบบ Polya ร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิดมีความเชื่อมั่นในตนเองหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

กรอบแนวคิดในการวิจัย

การจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาแบบ Polya ร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด สามารถพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางเคมี และส่งเสริมความเชื่อมั่นในตนเองได้ แสดงดังภาพประกอบ 1

ภาพประกอบ 1

กรอบแนวคิดในการวิจัย



นิยามศัพท์เฉพาะ

กระบวนการแก้ปัญหาแบบ Polya ร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด หมายถึง ลักษณะการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยได้ออกแบบขึ้นโดยมีแนวทางในการจัดการเรียนรู้ร่วมกันระหว่างกระบวนการแก้ปัญหาแบบ Polya และเทคนิคเพื่อนคู่คิด โดยในแต่ละขั้นของกระบวนการแก้ปัญหาแบบ Polya จะมีการใช้เทคนิคเพื่อนคู่คิดเสริมเข้าไป เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเรื่องปริมาณสัมพันธ์และความเชื่อมั่นในตนเองของนักเรียน

วิธีดำเนินการวิจัย

- 1. แบบแผนในการวิจัย
- การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยการเชิงทดลองเบื้องต้น (Pre-experimental research) โดยประกอบด้วยกลุ่มตัวอย่าง 1 กลุ่ม ทำการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ซึ่งรูปแบบการวิจัยเป็น One group pretest-posttest Design

กลุ่ม	สอบก่อนเรียน	การทดลอง	สอบหลังเรียน
E ₁	T ₁	X	T ₂

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนวิจัย

E ₁	แทน	กลุ่มทดลอง
T ₁	แทน	การทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) ด้วยแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางเคมี เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์, แบบประเมินความเชื่อมั่นในตนเอง
X	แทน	การจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาแบบ Polya ร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด
T ₂	แทน	การทดสอบหลังเรียน (Posttest) ด้วยแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางเคมี เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์, แบบประเมินความเชื่อมั่นในตนเอง

2. ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ จำนวน 3 ห้องเรียน โดยมีนักเรียน 108 คน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 โรงเรียนสตรีวิทยา 2 ในพระราชูปถัมภ์ฯ ซึ่งทั้ง 3 ห้องเรียนมีลักษณะผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีคล้ายคลึงกัน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/16 โรงเรียนสตรีวิทยา 2 ในพระราชูปถัมภ์ฯ ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 36 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม โดยมีหน่วยการสุ่มแบบห้องเรียน

3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.1 แผนการจัดการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาแบบ Polya ร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์ จำนวน 5 แผนการจัดการเรียนรู้ ประเมินคุณภาพเครื่องมือโดยผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ตรวจสอบความเที่ยงตรง ความสอดคล้องของขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ พิจารณาองค์ประกอบต่างๆของแผนการจัดการเรียนรู้ และให้ข้อเสนอแนะเพื่อนำแผนการจัดการเรียนรู้มาปรับปรุงแก้ไข โดยการประเมินความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC) พบว่าได้ค่าดัชนีความสอดคล้อง 0.67-1.00

3.2 แบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางเคมี เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์ เป็นแบบอัตนัยฉบับละ 5 ข้อ คะแนนเต็ม 90 คะแนน ประกอบด้วย ขั้นทำความเข้าใจปัญหา ขั้นวางแผนแก้ปัญหา ขั้นดำเนินการตามแผน และขั้นตรวจสอบผล โดยแบบทดสอบก่อนและหลังเรียนเป็นแบบทดสอบคนละฉบับแบบคู่ขนาน ประเมินคุณภาพเครื่องมือโดยผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ซึ่งตรวจสอบความตรงด้วยดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามและจุดประสงค์การเรียนรู้ (IOC) โดยฉบับที่ 1 ได้ค่าดัชนีความสอดคล้องเท่ากับ 1.00 และฉบับที่ 2 ได้ค่าดัชนีความสอดคล้อง 1.00 และนำแบบทดสอบไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งผ่านการเรียนรู้เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์มาแล้ว โดยฉบับที่ 1 ได้ค่าความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง 0.234 - 0.548, ค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.330 - 0.662, ค่าความเชื่อมั่นโดยใช้สัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's Alpha Coefficient: α) เท่ากับ 0.818 และฉบับที่ 2 ได้ค่าความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง 0.239 - 0.308, ค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.302 - 0.333, ค่าความเชื่อมั่นโดยใช้สัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's Alpha Coefficient: α) เท่ากับ 0.765

3.3 แบบประเมินความเชื่อมั่นในตนเอง 2 ฉบับ คือฉบับนักเรียนประเมินตนเองและนักเรียนประเมินเพื่อน โดยให้ครอบคลุมลักษณะพฤติกรรมที่ต้องการวัด ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ด้าน ได้แก่ ด้านการกล้าแสดงออกและเป็นตัวของตัวเอง, ด้านความภูมิใจในตนเอง และด้านการปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อม ทั้งหมด 12 ข้อ โดยใช้มาตราส่วนประเมินค่าลักษณะและการแสดงออกของนักเรียนตามแบบทดสอบเป็น 4 ระดับ (Rating Scales) ดังนี้ ระดับที่ 4 มากที่สุด ระดับที่ 3 มาก ระดับที่ 2 น้อย และระดับที่ 1 น้อยที่สุด โดยผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ตรวจสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหา ภาษา เพื่อวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อความกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด ซึ่งแบบประเมินความเชื่อมั่นในตนเองฉบับนักเรียนประเมินตนเอง (ฉบับที่ 1) ได้ค่าดัชนีความสอดคล้องเท่ากับ 1.00 และแบบประเมินความเชื่อมั่นในตนเองฉบับนักเรียนประเมินเพื่อน (ฉบับที่ 2) ได้ค่าดัชนีความสอดคล้องเท่ากับ 0.67-1.00

4. กระบวนการเก็บรวบรวมข้อมูล

4.1 ก่อนการทดลองวิจัยในชั้นเรียน

4.1.1 ชี้แจงนักเรียนพร้อมอธิบายเอกสารแสดงความยินยอมเข้าร่วมในการวิจัยพร้อมกับให้ผู้ปกครองรับทราบ

4.1.2 ชี้แจงขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย นักเรียนทำแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางเคมี เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์ และแบบประเมินความเชื่อมั่นในตนเองก่อนเรียน

4.1.3 ซึ่งแจ้งวัตถุประสงค์และแนะนำเกี่ยวกับบทบาทของนักเรียนในกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหาแบบ Polya ร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิดเพื่อพัฒนาความสามารถในการคิดแก้โจทย์ปัญหาทางเคมีและความเชื่อมั่นในตนเอง เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์

4.2 ขณะดำเนินการทดลองวิจัยในชั้นเรียน

ดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาแบบ Polya ร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด จำนวน 5 แผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งมีขั้นตอนดังตาราง 1

4.3 หลังการทดลองวิจัยในชั้นเรียน

4.3.1 เมื่อสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้ทั้ง 5 แผนการจัดการเรียนรู้แล้ว นักเรียนทำแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางเคมี เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์ และแบบประเมินความเชื่อมั่นในตนเองหลังเรียน ซึ่งใช้เกณฑ์การตรวจเดียวกันกับแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางเคมีและแบบประเมินความเชื่อมั่นในตนเองก่อนเรียน

4.3.2 นำคะแนนแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางเคมีทั้ง 2 ครั้ง คือ ก่อนเรียนและหลังเรียนที่ได้มาวิเคราะห์โดยวิธีการทางสถิติเพื่อทดสอบสมมติฐานต่อไป

4.3.3 นำคะแนนแบบประเมินความเชื่อมั่นในตนเองทั้ง 2 ครั้ง คือ ก่อนเรียนและหลังเรียนที่ได้มาวิเคราะห์โดยวิธีการทางสถิติเพื่อทดสอบสมมติฐานต่อไป

ตาราง 1

แสดงการจัดการเรียนการสอนที่ผสมผสานกระบวนการแก้ปัญหาแบบ Polya และเทคนิคเพื่อนคู่คิด

กระบวนการแก้ปัญหาแบบ Polya		เทคนิคเพื่อนคู่คิด
ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจ ปัญหา	ครูกระตุ้นให้นักเรียนพิจารณาโจทย์เพื่อค้นหาคำตอบว่า โจทย์อยากทราบอะไร โจทย์ให้ข้อมูลหรือเงื่อนไขอะไรบ้าง และข้อมูลหรือความรู้ใดบ้างที่เกี่ยวข้อง	ในทุกขั้นตอนการแก้ปัญหาแบบ Polya ครูจะดำเนินกิจกรรมดังนี้ Think: นักเรียนแต่ละคนตอบคำถามที่ละขั้น
ขั้นที่ 2 วางแผนแก้ปัญหา	ครูกระตุ้นให้นักเรียนพิจารณาข้อมูล เงื่อนไขที่โจทย์ให้ และความรู้ที่เกี่ยวข้อง ว่าเกี่ยวข้องกับสิ่งที่โจทย์ต้องการอย่างไร แล้วนำมาออกแบบวางแผนเป็นลำดับขั้นเพื่อแก้โจทย์ปัญหา โดยอาจเขียนเป็นแผนภาพหรือเป็นข้อตามลำดับ	ของ Polya ด้วยตนเองด้วยปากกาสีน้ำเงิน Pair: นักเรียนจับคู่กับเพื่อน แลกเปลี่ยนความคิดเห็น อภิปรายคำตอบของกันและกัน หากมีคำตอบเพิ่มเติมที่สรุปได้จากการปรึกษากันให้เขียนเพิ่มด้วยปากกาสีแดง
ขั้นที่ 3 ดำเนินการตามแผน	ครูให้นักเรียนแก้โจทย์ปัญหาตามที่ได้วางแผนไว้	Share: ครูจะเลือกตัวแทนหรือขออาสาสมัครมาเฉลย โดยนักเรียนและคุณครูจะทำการ
ขั้นที่ 4 ตรวจสอบผล	ครูอธิบายถึงความสำคัญของขั้นตรวจสอบผลว่าเป็นการมองย้อนกลับเพื่อทำการตรวจสอบคำตอบด้วยตนเองว่าคำตอบมีความถูกต้องจริง	อภิปรายร่วมกันทั้งชั้นเรียน หากมีคำตอบเพิ่มเติมจากการอภิปรายร่วมกันให้เขียนเพิ่มด้วยปากกาสีแดง

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้สถิติ ดังนี้

1. สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ยของคะแนน (Mean), ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation), ร้อยละ (Percentage)

2. สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน ได้แก่

2.1 สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐานข้อที่ 1 คือ t-test for Dependent Samples และ t-test for One Samples

2.2 สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐานข้อที่ 2 คือ t-test for Dependent Samples

ผลการวิจัย

ผลการวิจัยแบ่งเป็น 2 ตอนดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางเคมี เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาแบบ Polya ร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด และการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางเคมีหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาแบบ Polya ร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิดกับเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 60)

พบว่านักเรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางเคมี เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์ ก่อนเรียนและหลังเรียนโดยการทดสอบค่าที (t-test for Dependent Samples) ดังตาราง 2 และนักเรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางเคมี เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์ หลังเรียนเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 60) โดยการทดสอบค่าที (t-test for One-Sample) ดังตาราง 3

ตาราง 2

เปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางเคมีระหว่างหลังเรียนกับก่อนเรียน

ตัวแปรที่ศึกษา	คะแนนเต็ม	ก่อนเรียน			หลังเรียน			t	p
		$\bar{X}$	S.D.	ร้อยละ $\bar{X}$	$\bar{X}$	S.D.	ร้อยละ $\bar{X}$		
ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางเคมีภาพรวม	90	29.36	10.13	32.62	71.06	19.89	78.96	12.31*	.00

ตาราง 3

เปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางเคมีหลังเรียนกับเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 60)

ตัวแปรที่ศึกษา	คะแนนเต็ม	หลังเรียน			t	p
		$\bar{X}$	S.D.	ร้อยละ $\bar{X}$		
ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางเคมีภาพรวม	90	71.06	19.89	78.96	5.15*	.00
1. ขั้นทำความเข้าใจปัญหา	30	26.14	4.54	87.13	10.76*	.00
2. ขั้นวางแผนแก้ปัญหา	15	12.42	2.96	82.80	6.93*	.00
3. ขั้นดำเนินการตามแผน	30	23.08	9.23	76.93	3.31*	.00
4. ขั้นตรวจสอบผล	15	9.42	5.40	62.80	.46*	.32

จากตาราง 2 และ 3 แสดงให้เห็นว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาแบบ Polya ร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางเคมีในภาพรวมหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางเคมีในภาพรวมหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเมื่อพิจารณาแต่ละขั้นของกระบวนการแก้ปัญหาแบบ Polya พบว่าในทุกขั้นของกระบวนการแก้ปัญหา ยกเว้นขั้นตรวจสอบผล มีค่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบความเชื่อมั่นในตนเองของนักเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาแบบ Polya ร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด

ตาราง 4

เปรียบเทียบความเชื่อมั่นในตนเองของนักเรียนระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียน

ตัวแปรที่ศึกษา	ก่อนเรียน			หลังเรียน			t	p
	$\bar{X}$	S.D.	ร้อยละ $\bar{X}$	$\bar{X}$	S.D.	ร้อยละ $\bar{X}$		
ความเชื่อมั่นในตนเองภาพรวม (นักเรียนประเมินตนเอง)	22.81	3.60	47.52	41.97	3.10	87.44	23.32*	.00
ความเชื่อมั่นในตนเองภาพรวม (นักเรียนประเมินเพื่อนคู่คิด)	25.33	1.88	52.77	43.70	1.78	91.04	44.77*	.00

จากตาราง 4 แสดงให้เห็นว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาแบบ Polya ร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิดมีความเชื่อมั่นในตนเองในภาพรวมหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับการเขียนสะท้อนความรู้สึกลงในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้ดังนี้ “สนุกกับการแก้โจทย์ปัญหา มั่นใจในคำตอบ รู้สึกดีที่ได้สอนเพื่อนๆ”, “รู้สึกทำได้มากขึ้นเรื่อย ๆ ภูมิใจกับตัวเอง”, “ทำโจทย์ยาก ๆ ได้ เริ่มมั่นใจขึ้น มีกำลังใจมากขึ้นเยอะเลยคะ”

อภิปรายผล

ผลการวิจัยในวัตถุประสงค์ ข้อที่ 1 พบว่าหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหาแบบ Polya ร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ย (71.06 คะแนน จากคะแนนเต็ม 90 คะแนน) สูงกว่าคะแนนก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงให้เห็นว่า ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนจริง โดยสามารถอธิบายถึงรายละเอียดและสิ่งที่ตรวจพบได้ดังนี้ จากการวิเคราะห์แบบทดสอบก่อนเรียนในข้อที่ 1-3 ซึ่งเป็นแบบทดสอบที่มีระดับความรู้เกี่ยวกับโมลและสูตรเคมี (ปริมาณสัมพันธ์ 1) ที่นักเรียนได้เรียนมาแล้ว เพื่อนเน้นการตรวจสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาในแต่ละขั้นตามกระบวนการของ Polya ของนักเรียน พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจและสามารถระบุขั้นทำความเข้าใจปัญหาได้ ซึ่งประกอบไปด้วยสิ่งที่โจทย์ถามหา, ข้อมูลและเงื่อนไขที่ให้มา และความรู้ที่เกี่ยวข้องในการแก้โจทย์ปัญหา โดยเขียนในลักษณะของสูตรที่ท่องจำส่วนในขั้นที่เหลือ (ขั้นวางแผนแก้ปัญหา, ขั้นตอนการตามแผน และขั้นตรวจสอบผล) นักเรียนส่วนใหญ่ยังไม่สามารถดำเนินการได้ โดยมีคะแนนลดลงในแต่ละขั้นตามลำดับและไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 ดังตัวอย่างโจทย์ปัญหาก่อนเรียนในภาพประกอบ 2 จะเห็นได้ว่านักเรียนสามารถระบุสิ่งที่โจทย์ถามหา ข้อมูลเงื่อนไขที่ให้มา และความรู้ที่เกี่ยวข้องในการแก้โจทย์ปัญหาได้ แต่เมื่อถึงขั้นวางแผนแก้ปัญหา นักเรียนยังคงใช้เพียงการจำสูตรโดยไม่ได้นำมาพิจารณาข้อมูลทั้งหมดที่โจทย์กำหนดทำให้ไม่สามารถดำเนินการตามแผนได้ถูกต้อง สอดคล้องกับงานวิจัยของ Charlie (2019) ที่พบว่านักเรียนแสดงพฤติกรรมในการทำความเข้าใจโจทย์ปัญหาได้ดีที่สุดโดยพฤติกรรมอื่น ๆ คะแนนเฉลี่ยมีแนวโน้มลดลง ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากนักเรียนไม่สามารถแสดงออกถึงพฤติกรรมแก้โจทย์ปัญหาจากขั้นตอนก่อนหน้าได้ นอกจากนี้ยังพบว่านักเรียนบางส่วนใช้วิธีจำสูตรในการแก้โจทย์ปัญหา เช่น สูตร $\text{mol} = \frac{g}{MW}$ เมื่อโจทย์ปัญหามีความซับซ้อนมากขึ้นนักเรียนไม่สามารถใช้สูตรดังกล่าวในการแก้โจทย์ปัญหาได้

ภาพประกอบ 2

แสดงตัวอย่างคำตอบของนักเรียนในแบบทดสอบการแก้โจทย์ปัญหาก่อนเรียนข้อที่ 1

1. น้ำตาลกลูโคส ($C_6H_{12}O_6$) จำนวน 450 กรัม จะประกอบไปด้วย C กี่กรัม (C=12, H=1, O=16)		ขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหา	คำตอบ
ขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหา	คำตอบ	ขั้นตอนที่ 3	คำตอบ
ขั้นที่ 1	สิ่งที่โจทย์ถามหา : ... ☒ ...	ขั้นที่ 3	ให้นักเรียนดำเนินการตามแผนในขั้นตอนที่ 2 (แสดงวิธีคิดตามขั้นตอนที่ 2) จนได้คำตอบ
ขั้นทำความเข้าใจปัญหา (Understanding The Problem)	ข้อมูลและเงื่อนไขที่ให้มา : ... ☒ ... ความรู้ที่เกี่ยวข้องในการแก้โจทย์ปัญหา : (ให้นักเรียนเขียนแสดงความรู้ที่เกี่ยวข้องในการแก้โจทย์ปัญหาทั้งหมด โดยสามารถเขียนในรูปแบบใดก็ได้ เช่น เขียนในรูปแบบ Mind Map เป็นต้น)	ขั้นดำเนินการตามแผน (Carrying Out the Plan)	นักเรียนพยายามใช้แค่การแทนสูตร ซึ่งจะได้ว่านักเรียนไม่สามารถแก้โจทย์ปัญหาและได้คำตอบที่ถูกต้องได้เนื่องจากโจทย์ปัญหามีความซับซ้อนมากกว่าการแทนสูตร
			$gC = 450 \text{ gC}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \times \frac{1 \text{ molC}_6\text{H}_{12}\text{O}_6}{180 \text{ gC}_6\text{H}_{12}\text{O}_6} \times \frac{6 \text{ molC}}{1 \text{ molC}_6\text{H}_{12}\text{O}_6} \times \frac{12 \text{ gC}}{1 \text{ molC}} = 180 \text{ gC}$
ขั้นที่ 2	แนวทางการแก้โจทย์ปัญหา : (ให้นักเรียนเขียนแนวทางการแก้โจทย์ปัญหาเป็นข้อๆ โดยไม่ต้องแสดงวิธีคิด เป็นเพียงการวางแผนว่าจะแก้โจทย์ปัญหานี้อย่างไรบ้าง)		สรุปคำตอบและระบุหน่วย (ถ้ามี) : ... ☒ ...
ขั้นวางแผนแก้ปัญหา (Devising a Plan)	☒ จ्ञ. โมล น้ำตาล $C_6H_{12}O_6$ ☒ หา โมล คาร์บอน		

ขั้นที่ 1 นักเรียนสามารถระบุความรู้ที่เกี่ยวข้องได้ แต่ในขั้นวางแผนแก้ปัญหา นักเรียนไม่ได้วางแผนแก้ปัญหาโดยใช้ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการแก้โจทย์ปัญหาทั้งหมด

นักเรียนใช้เพียงการจำสูตร โดยขั้นที่หายไปคือ การกล่าวถึงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวน molC กับ จำนวน $\text{molC}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ซึ่งไม่มีสูตรเฉพาะ

หลังผ่านกระบวนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยพบว่าจากการตรวจแบบฝึกหัดในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ นักเรียนแสดงออกถึงพัฒนาการในความเข้าใจความสัมพันธ์ของโมลและมวลสาร รวมทั้งความสัมพันธ์ของปริมาณโมลสารตามสมการเคมีในการแก้โจทย์ปัญหาทางเคมีได้ถูกต้องมากขึ้น นอกจากนี้ยังพบว่านักเรียนที่เคยท่องจำสูตรเพียงอย่างเดียวเริ่มเปลี่ยนมาใช้วิธีการแก้ปัญหาแบบ Polya เนื่องจากไม่สามารถใช้วิธีเดิมในการแก้โจทย์ปัญหาที่ซับซ้อนได้ แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวช่วยปรับเปลี่ยนพฤติกรรมของนักเรียนที่เดิมใช้เพียงการท่องจำสูตรมาเป็นการเชื่อมโยงข้อมูลที่เกี่ยวข้องให้โดยใช้แฟกเตอร์เปลี่ยนหน่วยซึ่งทำให้นักเรียนแก้โจทย์ปัญหาได้มากขึ้น เห็นได้จากการให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดเรื่อง โมลและสูตรเคมี (ปริมาณสัมพันธ์ 1) อีกครั้งหลังการจัดการ

อย่างไรก็ตาม จากการวิเคราะห์คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนของแต่ละชั้นของกระบวนการแก้ปัญหาแบบ Polya พบว่า คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนแม้ว่าจะมีค่าสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญ แต่คะแนนเฉลี่ยรายชั้นตอนของ Polya มีค่าลดลงเป็นลำดับขั้น ทั้งนี้ เนื่องจากการแก้โจทย์ปัญหาแต่ละขั้นตอนต้องมีการดำเนินการอย่างต่อเนื่องตามลำดับหากเกิดปัญหาหรือความผิดพลาดในขั้นใดแล้ว นักเรียนจะไม่สามารถทำในขั้นถัดไปได้อย่างถูกต้อง นอกจากนี้จากการสนทนากับนักเรียนเพิ่มเติมผู้วิจัยพบว่าคะแนนเฉลี่ยของชั้นตรวจสอบผลมีคะแนนต่ำที่สุดเนื่องจากนักเรียนไม่ได้ให้ความสำคัญกับการตรวจสอบผลและข้ามขั้นตอนนี้ โดยนักเรียนเห็นว่าได้คำตอบที่คิดว่าถูกต้องแล้วจึงไม่สนใจที่จะตรวจสอบคำตอบอีกครั้ง และมองว่าเป็นการเสียเวลา ซึ่งผู้วิจัยคาดว่าสามารถแก้ไขได้โดยการอธิบายเพิ่มเติมให้นักเรียนเห็นถึงความสำคัญของขั้นตอนนี้มากขึ้นในอนาคต

จากผลการวิเคราะห์แบบทดสอบหลังเรียนในแต่ละหัวข้อได้แก่ การคำนวณหาปริมาณมวล โมล และปริมาตรของสารในสมการเคมีทั้งขั้นตอนเดียวและหลายขั้นตอน การคำนวณผลได้ร้อยละ และการคำนวณเกี่ยวกับสารกำหนดปริมาณ พบว่าทุกหัวข้อนักเรียนมีการแก้โจทย์ปัญหาได้ค่อนข้างดี อย่างไรก็ตามในหัวข้อสารกำหนดปริมาณพบว่านักเรียนยังแก้โจทย์ปัญหาได้ไม่ด้นัก ซึ่งจากการวิเคราะห์ของผู้วิจัย สาเหตุของความผิดพลาดในการแก้โจทย์ปัญหาในหัวข้อนี้ จำแนกรูปแบบของความผิดพลาดได้ 2 รูปแบบ รูปแบบที่ 1 นักเรียนสามารถวางแผนแก้ปัญหาได้ถูกต้อง แต่ไม่สามารถนำวิธีการแก้ปัญหามาดำเนินการได้ถูกต้อง เนื่องจากกระบวนการแก้ปัญหามีหลายขั้นตอน จึงก่อให้เกิดความผิดพลาดและสับสนได้ง่าย รูปแบบที่ 2 นักเรียนยังสับสนเกี่ยวกับการหาสารกำหนดปริมาณ และไม่สามารถวางแผนแก้ปัญหาได้ถูกต้อง ส่งผลให้ไม่สามารถนำวิธีการแก้ปัญหามาดำเนินการได้อย่างถูกต้อง ซึ่งผู้วิจัยจะนำปัญหาดังกล่าวไปปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ในอนาคต โดยเน้นขั้นการวางแผนการแก้ปัญหาด้วยแผนภาพและระบุลำดับขั้นตอนให้ชัดเจน หรือใช้การปฏิบัติทดลองเพื่อให้เด็กนักเรียนเข้าใจความหมายของสารกำหนดปริมาณมากขึ้น รวมถึงอาจมีการใช้แผนผังความคิด (Mind Mapping) ที่มีรายละเอียดมากขึ้นเพื่อลดความผิดพลาดเมื่อต้องแก้โจทย์ปัญหาที่มีความซับซ้อนหลายขั้นตอน สอดคล้องกับงานวิจัยของ Charlie (2019) ที่พบว่าแผนภาพช่วยให้นักเรียนมองภาพรวมของการแก้โจทย์ปัญหา และช่วยให้นักเรียนสามารถนำหลักการทางฟิสิกส์มาช่วยในการแก้โจทย์ปัญหาที่ซับซ้อนได้ดีขึ้น

นอกจากนี้ ผู้วิจัยยังสังเกตเห็นว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคเพื่อนคู่คิดมาร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาแบบ Polya ช่วยให้ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนดีขึ้นจากการอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างกันในห้องเรียนทำให้นักเรียนมีความเข้าใจในสิ่งที่เรียนมากขึ้นซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของบิตเทอร์ Bitter (1990) ที่กล่าวว่า การให้นักเรียนแบ่งเป็นกลุ่มย่อยหรือจับคู่กันจะช่วยให้นักเรียนแก้โจทย์ปัญหาได้ดีหรือการให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอวิธีการแก้โจทย์ปัญหาของตนเองเพื่อให้นักเรียนเห็นว่ยังมีอีกหลายวิธีที่ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาเดียวกันจะขยายมุมมองของนักเรียนให้กว้างขึ้น ทำให้นักเรียนมีแนวโน้มที่จะแก้ปัญหาในครั้งต่อ ๆ ไปได้สำเร็จ

ผลจากการวิจัยวัตถุประสงค์ข้อที่ 2 พบว่า หลังการจัดการเรียนรู้ นักเรียนมีความเชื่อมั่นในตนเองสูงขึ้นกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยผู้วิจัยสามารถอภิปรายถึงรายละเอียดและสิ่งที่ตรวจพบได้ดังนี้ จากการสังเกตพฤติกรรมในห้องเรียนพบว่าหลังการจัดการเรียนรู้ นักเรียนมีความกล้าแสดงออกในการตอบคำถามและมั่นใจในการออกมานำเสนอหน้าชั้นเรียนมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Wonglerd (2001) ที่พบว่า เทคนิคเพื่อนคู่คิดทำให้นักเรียนมีทักษะในการแก้โจทย์ปัญหา มีมนุษยสัมพันธ์ และมีการสื่อความหมายที่ดีขึ้น จากการทำงานอภิปราย ซักถาม ช่วยเหลือแลกเปลี่ยน และให้ความร่วมมือซึ่งกันและกัน เช่นเดียวกับงานวิจัยของ Changchan & Wisutkun (2022) ที่พบว่าเทคนิคเพื่อนคู่คิดทำให้นักเรียนมีทักษะการอ่านภาษาจีนที่ดีขึ้น กล้าอ่านคำศัพท์หน้าชั้นเรียนได้อย่างมั่นใจ เนื่องจากเทคนิคเพื่อนคู่คิดทำให้นักเรียนมีความเชื่อมั่นในตนเองมากขึ้นซึ่งเกิดจากการที่นักเรียนได้ช่วยเหลือกันในกลุ่มของตนเอง โดยจากการสังเกตการทำงานร่วมกันระหว่างเด็กเก่งกับเด็กอ่อนพบว่า เด็กเก่งได้ประโยชน์จากกระบวนการจัดการเรียนรู้คือ เด็กเก่งได้ทบทวนความคิดของตนเอง มีมนุษยสัมพันธ์ที่ดีขึ้นในการสื่อสารกับเด็กอ่อน ในขณะที่เด็กอ่อนก็เกิดการเรียนรู้ร่วมกันกับเพื่อน กล้าแสดงความคิดเห็นของตนเองและอภิปรายร่วมกันกับเพื่อนมากขึ้น ซึ่งส่งเสริมการเรียนรู้ในแต่ละขั้นของ Polya ได้ดีขึ้นโดยในแต่ละขั้นของ Polya เด็กเก่งและเด็กอ่อนจะได้ช่วยกันแสดงความคิดเห็นร่วมกันและอภิปรายคำตอบของกันและกันจนส่งผลให้นักเรียนเกิดความเชื่อมั่นในตนเองมากขึ้น ดังภาพประกอบที่ 5 แสดงตัวอย่างการตอบคำถามของนักเรียนชั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา และชั้นที่ 2 ขั้นวางแผนแก้ปัญหา ที่มีการนำเทคนิคเพื่อนคู่คิดมาส่งเสริมกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาในแต่ละขั้นของ Polya โดยสังเกตได้จากเมื่อนักเรียนมีการจับคู่เพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและแลกเปลี่ยนคำตอบซึ่งกันและกันนักเรียนจะมีการเขียนข้อมูลที่ได้ทำการแลกเปลี่ยนกับเพื่อนและเห็นว่าเป็นประโยชน์ในการแก้โจทย์ปัญหาด้วยปากกาสีดำ และเมื่อมีการอภิปรายร่วมกันทั้งชั้นเรียน นักเรียนแต่ละคนจะทำการเขียนการแก้โจทย์ปัญหาที่ถูกต้องด้วยปากกาสีแดง ซึ่งแสดงให้เห็นว่านักเรียนเกิดการพูดคุยแลกเปลี่ยนความคิดเห็นที่จะเป็นการคิดแค่คนเดียวแล้วไม่มีความมั่นใจว่าตนเองแก้โจทย์ปัญหาได้ถูกหรือไม่ แต่เมื่อนักเรียนได้มีการพูดคุยแลกเปลี่ยนกับเพื่อนได้เรียนรู้การแก้โจทย์ปัญหาที่ถูกและผิดไปพร้อมกับเพื่อน จะทำให้นักเรียนมีความมั่นใจในการแก้โจทย์ปัญหาเพิ่มมากขึ้น สอดคล้องกับแนวคิดของ Adam & Hamm (1990) และ Rifa'i & Lestari (2018) ที่กล่าวว่า การแก้ปัญหาร่วมกันเป็นกลุ่มจะทำให้นักเรียนประสบความสำเร็จในการแก้ปัญหามากกว่าการแก้ปัญหาเพียงลำพังคนเดียว การที่นักเรียนมีความสามารถในการ แก้โจทย์ปัญหาที่ดีขึ้นส่งผลต่อเนื่องทำให้นักเรียนรู้สึกภาคภูมิใจในตนเอง

ที่สามารถแก้โจทย์ปัญหาได้ โดยจากการใช้เทคนิคเพื่อนคู่คิดทำให้นักเรียนได้มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ หรือได้แสดงออกซึ่งความคิดเห็นในชั้นเรียน มีการสื่อสารแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน ส่งเสริมให้นักเรียนมั่นใจในการกล้าแสดงออกในชั้นเรียนมากขึ้น ตลอดจนส่งผลให้นักเรียนมีความเชื่อมั่นในตนเองมากยิ่งขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับสมมุติฐานในการวิจัย

ภาพประกอบ 5

แสดงตัวอย่างการตอบคำถามของนักเรียนชั้นที่ 1 ชั้นทำความเข้าใจปัญหา และชั้นที่ 2 ชั้นวางแผนแก้ปัญหา

3. จากปฏิกิริยาเคมีต่อไปนี้ (ยังไม่ดุลสมการเคมี) $C_2H_6O(l) + Na(s) \rightarrow C_2H_5ONa(aq) + H_2(g)$ จงคำนวณปริมาตรของเอทานอล (C_2H_6O) ที่ต้องใช้ในปฏิกิริยาเคมี จำลองการแก๊สไฮโดรเจน (H_2) 0.200 โมล เมื่อความหนาแน่นของเอทานอลเท่ากับ 0.789 กรัมต่อมิลลิลิตร	
ขั้นตอนการแก้ โจทย์ปัญหา	คำตอบ
ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจ ปัญหา (Understanding The Problem) สิ่งที่โจทย์ถามหา : จงหาปริมาตรของ C_2H_6O $\rightarrow$ 9 ml C_2H_6O ข้อมูลและเงื่อนไขที่ให้ได้ : $C_2H_6O + Na \rightarrow C_2H_5ONa + H_2$ H_2 0.2 mol C_2H_6O 0.789 g/ml ความรู้ที่เกี่ยวข้องในการแก้โจทย์ปัญหา : (ให้นักเรียนเขียนแสดงความรู้ที่เกี่ยวข้องในการแก้โจทย์ปัญหาทั้งหมด โดยสามารถเขียนในรูปแบบใดก็ได้ เช่น เขียนในรูปแบบ Mind Map เป็นต้น) สูตรการแก้ : $g \leftrightarrow ml$ จาก $g = ml \times \rho$ $ml = \frac{g}{\rho}$ $g = \frac{g}{mol} \times mol$ $mol = \frac{g}{g/mol}$ สูตรการแก้ : $D = \frac{m}{V}$ $m = D \times V$ $V = \frac{m}{D}$	ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผน แก้ปัญหา (Devising a Plan) แนวทางการแก้โจทย์ปัญหา : (ให้นักเรียนเขียนแนวทางการแก้โจทย์ปัญหาเป็นข้อๆ โดยยังไม่ต้องแสดงวิธีคิด เป็นเพียงการวางแผนว่าถ้าจะแก้โจทย์ปัญหานี้จะต้องทำขั้นตอนอย่างไรบ้าง) - หา mol H_2 - หา mol C_2H_6O - หา g C_2H_6O - หา ml C_2H_6O ครูผู้สอนให้นักเรียนแต่ละคนเขียนคำตอบของแต่ละขั้นด้วยปากกาน้ำเงินและแลกเปลี่ยนและอภิปรายคำตอบของตนเองกับเพื่อนคู่คิด หากมีคำตอบเพิ่มเติมจากคำตอบของตนเองและเห็นว่ามีความสำคัญกับการแก้โจทย์ปัญหาหลังแลกเปลี่ยนความคิดเห็นให้เขียนด้วยปากกาสีแดง หลังจากที่ครูจะเลือกตัวแทนหรืออาสาสมัครมาเฉลย นักเรียนและคุณครูจะทำการอภิปรายร่วมกันและนักเรียนจะทำการเขียนการแก้โจทย์ปัญหาที่ถูกต้องด้วยปากกาสีแดง

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

1.1 จากประสบการณ์ของผู้วิจัยในการใช้เทคนิคเพื่อนคู่คิดพบว่าเมื่อดำเนินการสอนได้สักระยะเวลาหนึ่งครูผู้สอนควรให้นักเรียนเปลี่ยนคู่ในการทำกิจกรรม เพื่อไม่ให้นักเรียนเกิดความเบื่อหน่าย และเพื่อพัฒนาความเชื่อมั่นในตนเองให้มากขึ้นเมื่อมีการเปลี่ยนคู่

1.2 การจับคู่ของนักเรียนเป็นสิ่งสำคัญ ครูผู้สอนควรจับคู่ให้นักเรียนที่มีระดับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาที่แตกต่างกันเพื่อให้นักเรียนสามารถช่วยเหลือกันได้

1.3 การใช้กระบวนการแก้ปัญหาแบบ Polya ครูผู้สอนควรเตรียมโจทย์ปัญหาที่มีความหลากหลายโดยเริ่มจากการให้นักเรียนทำโจทย์ปัญหาจากข้อที่ง่ายไปสู่ข้อที่ยาก

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

ในกระบวนการเรียนรู้อาจมีการนำเทคนิคอื่น เช่น ผังความคิด มาประกอบใช้กับกระบวนการแก้ปัญหาแบบ Polya เพื่อพัฒนามโนทัศน์ของนักเรียนในชั้นวางแผนแก้โจทย์ปัญหาและช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนให้มากขึ้น

References

- Adam, D.M., & Hamm, M.E. (1990). *Cooperative learning: Critical thinking and collaboration across the curriculum*. Charles C. Thomas.
- Bitter, G. G. (1990). *Mathematics methods for the elementary and middle school: A comprehensive approach*. Allyn and Bacon.
- Buanop, S. (2023). *Cooperative learning management using Think-Pair-Share combined with KWDL technique to enhance problem-solving ability and mathematical achievement of Grade 3 primary students*. [Master's thesis, Valaya Alongkorn Rajabhat University under the Royal Patronage]. [in Thai]
- Buapa, T. (2011). *Self-efficacy of preschool children receiving researcher-based learning Management*. [Master's thesis, Srinakharinwirot University]. [in Thai]

- Chaiyanudomkul, N. (2013). *The development of learning activities based on Polya's problem-solving approach to enhance mathematics problem-solving ability of 5th grade students*. [Master's thesis, Rajabhat Mahasarakham University]. [in Thai]
- Changchan, J., & Visuttakul, C. (2022). Learning management through brain-based learning in conjunction with Think-Pair-Share strategies for the development of vocabulary listening and reading skills as required by HSK Level 2 for Grade 5 students at a private school with Chinese curriculums. *Journal of Educational Review Faculty of Educational in MCU*, 9(2), 130–143.
- Chantamatutkarn, C. (2017). *A comparison of learning achievement and problem-solving ability in chemistry on solids, liquids, and gases among grade 10 students between the 5E learning cycle model integrated with Polya's problem-solving process and traditional teaching*. [Master's thesis, Burapha University]. [in Thai]
- Charlie, V. (2019). *Best practices in learning management using Polya's problem-solving process and its effects on the problem-solving abilities in physics of grade 10 students*. [Master's thesis, Srinakharinwirot University]. [in Thai]
- Dahsah, C. (2007). Thai Grade 10 and 11 students' conceptual understanding and problem – solving ability in stoichiometry. *Research in Science and Technological Education*, 25(2), 227-241.
- Daulay, K. R., & Ruhaimah, I. (2019). Polya theory to improve problem-solving skills. *Journal of Physics: Conference Series*, 1188(1), 1-6. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1188/1/012070>
- Faikhanta, C. (2020). *Chemistry teaching strategies*. Chulalongkorn University Press. [in Thai]
- Hanmontri, T. (2020). *Development of collaborative learning activities using peer tutoring techniques to enhance problem-solving abilities in mathematics on interest and value of money for grade 11 students*. [Master's thesis, Mahasarakham University]. [in Thai]
- Kieosunthorn, J., & Yawait, A. (2022). *The development of learning achievement in solving addition, subtraction, multiplication, and division problems of fourth-grade students using cooperative learning with the peer tutoring technique*. The 55th National Graduate Research Conference 2022. Nakhon Ratchasima Rajabhat University. [in Thai]
- Khunpeng, C., & Prathumthong, W. (2022). The effects of chemistry learning focusing on conceptual development integrated with Polya's techniques on acids and bases for grade 11 students. *Journal of Education, Mahasarakham Rajabhat University*, 19(1), 239–252. [in Thai]
- Maneerat, W. (2017). The development of problem-solving process skills in chemistry problems about acids and bases using Polya's problem-solving method for 11th grade students. *Journal of Science, Technology, and Environment for Learning*, 8(2), 297-306. [in Thai]
- Nilakhot, T., Phattarachaleekul, M., & Chutiman, N. (2025). Development of learning activities by Polya's method with Think-Pair-Share technique to promote problem solving abilities for Grade 7 students. *Journal of Science & Science Education*, 8(1), 14–23. [in Thai]
- Phirumrak, U. (2019). Developing mathematical problem-solving abilities through cognitive guided instruction (CGI) combined with the Think-Pair-Share technique for grade 10 students. *Silpakorn University Journal of Social Sciences, Humanities, and Arts*, 12(2), 207-224. [in Thai]
- Polya, G. (1957). *How to Solve it*. Double Anchor Book.
- Rifa'i, A., & Lestari, H. P. (2018). The effect of Think Pair Share (TPS) using scientific approach on students' self-confidence and mathematical problem-solving. *Journal of Physics: Conference Series*, 983(1), 1-7. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/983/1/012084>
- Rustanuarsi, R. (2019). Improving self confidence of students in mathematics learning using Think Pair Share (TPS) cooperative model with worked example assisted. *JP2D (Jurnal Penelitian Pendidikan Dasar) UNTAN*, 2(3), 105–113.

- Sampsel, A. (2013). *Finding the Effects of Think-Pair-Share on Student Confidence and Participation*. ScholarWorks@BGSU. <https://scholarworks.bgsu.edu/honorsprojects/28/>
- Sutthirat, C. (2018). *80 learner-centered learning management innovations*. P Balance Design and Printing. [in Thai]
- Tangtongkum, S., & Seethong, P. (2025). The development of a mathematics problem- solving curriculum using Polya’s problem-solving process combined with the Think-Pair-Square technique for Grade 6 students. *Journal of Nakorn Lampang Buddhist College*, 14(1), 249–261. [in Thai]
- Wiphaschiwin, N. (2021). *The effects of learning management using the SSCS model combined with the Think-Pair-Share technique on problem-solving abilities and teamwork skills of grade 7 students*. [Master's thesis, Chulalongkorn University]. [in Thai]
- Wonglerd, W. (2001). *Development of multimedia computer-assisted lessons on “sets” for grade 10 students using the Think-Pair-Share learning technique*. [Master's thesis, Srinakharinwirot University]. [in Thai]