

การพัฒนาทักษะกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาเคมี เรื่อง กรด-เบส โดยใช้ กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

วรัทยา มณีรัตน์ และปิยรัตน์ ดรบัณทิต*

ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ วัฒนา กรุงเทพฯ 10110

*E-mail: piyarats@g.swu.ac.th

รับบทความ: 6 สิงหาคม 2560 ยอมรับตีพิมพ์: 20 พฤศจิกายน 2560

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้วิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส ที่จัดการเรียนรู้ด้วยห้องเรียนกลับทาง แบบวัดทักษะกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาเคมี เรื่อง กรด-เบส และสื่อออนไลน์ Class Start.org กลุ่มที่ศึกษาเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 24 คนของโรงเรียนแห่งหนึ่งในกรุงเทพมหานคร ผลการศึกษา พบว่า ทักษะกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนกลุ่มที่ศึกษามีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ($p < 0.05$)

คำสำคัญ: ทักษะกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา กรด-เบส

Development of Problem-Solving Skills in Chemistry on Topic of Acid–Base Using Polya’s Problem–Solving Process for Grade–11 Students

Warattaya Maneerattana and Piyarat Dornbundit*

Department of Chemistry, Faculty of Science, Srinakharinwirot University, Bangkok 10110, Thailand

*E-mail: piyarats@g.swu.ac.th

Received: 6 August 2017 Accepted: 20 November 2017

Abstract

The research aimed to develop problem–solving skills in chemistry on the topic of acid–base of grade–11 students by using Polya’s problem–solving process. The research instruments were learning plans of chemistry on acid–base using flipped classroom, an evaluating form of problem–solving skills on acid–base and online multimedia ClassStart.org. The study group was twenty–four grade–11 students in 2nd semester of academic year 2016 from a school in Bangkok. The finding revealed that students’ problem–solving skills after learning on acid–base using the Polya’s problem–solving process was significantly higher than that before learning ($p < 0.05$).

Keywords: Problem-solving skills, Polya’s problem-solving process, Acid-base

บทนำ

ในปัจจุบันนักเรียนส่วนใหญ่ต่างเคยเรียนวิชาเคมีมาก่อนแล้วตั้งแต่ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (Ministry of Education, 2012) อย่างไรก็ตาม นักเรียนส่วนใหญ่คิดว่าวิชาเคมีนั้นเป็นวิชาที่ยากเนื่องจากธรรมชาติของวิชาเคมีเป็นวิชาที่เกี่ยวข้องกับโครงสร้างสมบัติและการเปลี่ยนแปลงของสสาร (Gilbert, 2006) ซึ่งประกอบด้วยในระดับมหภาค อนุภาค และสัญลักษณ์ ซึ่งมีความเป็นนามธรรมและยากต่อความเข้าใจ (Gabel, 1999) ลักษณะที่เป็นนาม-

ธรรมดังกล่าวไม่สามารถสังเกตเห็นหรือสัมผัสได้ จึงทำให้ยากต่อความเข้าใจในเนื้อหาของนักเรียน (Osborne and Collins, 2000) โดยเฉพาะอย่างยิ่งในสาระที่เกี่ยวข้องกับเรื่อง กรด–เบส เนื่องจากเป็นเนื้อหาที่ซับซ้อน มีโจทย์ปัญหาซึ่งต้องใช้ทักษะและความรู้ที่เกี่ยวข้องของหลายเรื่องมาเชื่อมโยงกัน เช่น สมดุลเคมี สารละลาย ปริมาณสัมพันธ์ จากสาเหตุนี้จึงทำให้นักเรียนมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนในเรื่องกรด–เบส ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Artdej (2010) ที่รายงานว่านักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียนเรื่องกรด–เบส ผ่านมาแล้วยังคงมีโมโนติที่คลาดเคลื่อนใน

หัวข้อต่าง ๆ ดังนี้ 1) สารละลายอิเล็กโทรไลต์ เช่น นักเรียนเข้าใจว่า CH_3COONa เป็นสารนอนอิเล็กโทรไลต์ ในขณะที่คำตอบที่ถูกต้องคือเป็นสารอิเล็กโทรไลต์แก่ 2) สารละลายกรด-เบส เช่น นักเรียนเชื่อว่าปริมาณของฟองแก๊สที่เกิดขึ้นขณะที่กรดทำปฏิกิริยากับเหล็กเป็นสิ่งที่บอกระดับความแรงของกรดและคิดว่าเบสทุกชนิดเป็นสารประกอบไอออนิก 3) ทฤษฎีกรด-เบส เช่น นักเรียนคิดว่า กรด Brønsted-Lowry สามารถรับโปรตอนได้ 4) คู่กรด-คู่เบส เช่น นักเรียนเชื่อว่าคู่กรด-เบสเป็นคู่ของสารประกอบหรือไอออนที่ประกอบด้วยไอออนบวกและไอออนลบ 5) การแตกตัวของกรดแก่หรือเบสแก่ เช่น นักเรียนเข้าใจผิดว่า diprotic acid มีความแรงมากกว่า mono protic acid 6) การแตกตัวของกรดอ่อน เช่น นักเรียนคิดว่าการแตกตัวของกรดอ่อนสามารถเปรียบเทียบได้กับการแตกตัวของน้ำบริสุทธิ์ 7) การแตกตัวของเบสอ่อน เช่น นักเรียนไม่รู้ค่า K_b เป็นค่าที่บ่งบอกถึงการแตกตัวของเบสอ่อน 8) การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของไฮโดรเนียมไอออนและไฮดรอกไซด์ไอออนในน้ำ เช่น นักเรียนคิดว่าการเติมสารละลายกรดลงไปในน้ำไม่ทำให้ความเข้มข้นของ OH^- และ H_3O^+ ในระบบเปลี่ยนแปลงเพราะเชื่อว่าพลังงานไอออนไฮดรอกไซด์ของน้ำขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ

ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนในเรื่องกรด-เบส สามารถทำให้เกิดความเข้าใจที่ถูกต้องได้ด้วยการแก้โจทย์ปัญหา เนื่องจาก 1) ทำให้ผู้เรียนเกิดความรู้ความเข้าใจจากประสบการณ์ตรงเกิดเป็นความกระจ่างชัดจากประสบการณ์การเรียนรู้ 2) เปิดโอกาสให้ผู้เรียนฝึกฝนความสามารถในการแก้โจทย์ คิดอย่างเป็นระบบ และตัดสินใจ 3) ผู้เรียนมีโอกาสใช้ความรู้ที่เกี่ยวข้องมาใช้ในการ

การแก้โจทย์ซึ่งทำให้สามารถจดจำบทเรียนได้ดีด้วย และจากการสังเกตของคณะผู้วิจัยตรงกับ Bunsu (2003) ที่ว่านักเรียนไม่สามารถประมวลความรู้ที่มีอยู่มาใช้ในการแก้โจทย์คำนวณได้ แม้ว่าการสอนนั้นครูได้มอบหมายการบ้านให้นักเรียนฝึกฝนที่บ้านแล้วนำมาส่งในชั่วโมงต่อไป เนื่องมาจากนักเรียนขาดการวิเคราะห์โจทย์ปัญหา การเชื่อมโยงความรู้ และการคิดที่เป็นระบบ จึงจำเป็นต้องใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาเพื่อให้นักเรียนคิดอย่างเป็นระบบอย่างมีขั้นตอน

การแก้โจทย์ปัญหาจึงเป็นวิธีการที่เหมาะสมที่จะแสดงถึงความเข้าใจที่ถูกต้องในเนื้อหาได้อย่างชัดเจน และแสดงถึงการเชื่อมโยงระหว่างทฤษฎีและการนำไปใช้อย่างชัดเจน เพื่อแก้โจทย์ในการจัดการเรียนรู้วิชาเคมี ครูจึงควรสอดแทรกกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาเข้าสู่กระบวนการเรียนการสอนทุกครั้ง ควรฝึกให้นักเรียนแก้โจทย์ปัญหาอย่างมีขั้นตอนและเป็นระบบอย่างสม่ำเสมอ ซึ่งสอดคล้องกับสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (IPST, 2008) ที่ระบุว่า ครูควรส่งเสริมให้นักเรียนคิดและลงมือปฏิบัติแก้โจทย์ปัญหาตามขั้นตอนและกระบวนการแก้โจทย์ โดยขณะดำเนินการจัดการเรียนรู้ ครูต้องให้ความรู้เกี่ยวกับขั้นตอนและกระบวนการแก้โจทย์แก่นักเรียน เลือกรูปแบบโจทย์ปัญหาที่ส่งเสริมกระบวนการแก้โจทย์ในระหว่างการสอน จากนั้นจึงสนับสนุนให้นักเรียนได้คิดและลงมือปฏิบัติแก้โจทย์ปัญหาด้วยตนเองตามขั้นตอนและกระบวนการแก้โจทย์ เพื่อให้นักเรียนได้รับประสบการณ์เกี่ยวกับการแก้โจทย์ปัญหาตามขั้นตอนกระบวนการแก้โจทย์ที่ถูกต้องและเป็น การตรวจสอบความเข้าใจที่ถูกต้องของนักเรียน

กระบวนการแก้โจทย์ปัญหานั้นมีรูป-

แบบและมีวิธีการที่หลากหลาย แต่รูปแบบที่ได้ รับการยอมรับและเหมาะสมต่อการนำมาใช้ในการ เรียนรู้ภายในชั้นเรียน (Adegoke, 1990; Han and Kim, 2016; Lee, 2015; Yuan, 2013) คือ กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา (Polya, 1975) ซึ่ง ประกอบด้วยขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหา 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา นักเรียน ต้องวิเคราะห์และเขียนสิ่งที่โจทย์ปัญหากำหนด ให้ ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผนแก้โจทย์ปัญหา นักเรียนกำหนด แนวทางวิธีการในการแก้โจทย์ปัญหาและนำเสนอภายในกลุ่ม ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา นักเรียน แต่ละกลุ่มเลือกวิธีการแก้โจทย์ปัญหาและปฏิบัติตามวิธีการที่ได้เลือกไว้เพื่อหาคำตอบของปัญหา และขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบ นักเรียนตรวจสอบคำตอบของการแก้โจทย์ปัญหาว่าถูกต้องหรือไม่ ซึ่งขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา มีความเป็นระบบ มีความต่อเนื่องและเกี่ยวเนื่องกันทุกขั้นตอน จึง ช่วยให้นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาได้อย่าง เป็นลำดับขั้นตอน มีการปรับขยายแนวคิดในการ แก้โจทย์ปัญหา และมีการตรวจสอบผลที่ได้ทำให้นักเรียนสามารถมองเห็นความสัมพันธ์ระหว่างปัญหา และคำตอบที่ได้รับ และสามารถพัฒนาความคิด ของนักเรียนอย่างเป็นกระบวนการ และจากการ ที่ Bilgin (2006) ทดลองใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหา ของโพลยาในรายวิชาเคมีนั้น พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทาง การเรียนของนักเรียนสูงขึ้นจากเดิมที่เรียนแบบ ปกติด้วย

ดังนั้นผู้วิจัยจึงเห็นว่าการศึกษาที่จะพัฒนา ความเข้าใจที่ถูกต้องในสาระเคมี เรื่อง กรด-เบส ของนักเรียน จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องพัฒนาทักษะ กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาซึ่งจะทำให้ นักเรียน เข้าใจในเนื้อหาสาระได้ชัดเจนยิ่งขึ้น และกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาที่เป็นระบบตามกระบวนการแก้โจทย์

ของโพลยาที่มี 4 ขั้นตอนจะส่งเสริมให้นักเรียน แก้ปัญหาโจทย์คำนวณเคมีในห้องเรียนได้

วัตถุประสงค์

เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการแก้โจทย์ ปัญหาเคมี เรื่อง กรด-เบส โดยใช้กระบวนการ ของโพลยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ขอบเขตของการวิจัย

กลุ่มที่ศึกษา ได้แก่ นักเรียนระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 5 จากโรงเรียนแห่งหนึ่งในกรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 ได้มา จากการเลือกแบบเจาะจง (purposive sampling) จำนวน 24 คน

ระยะเวลาที่ใช้ในการดำเนินการทดลอง คือ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 ใช้เวลาจัดการ เรียนรู้ทั้งหมด 5 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 คาบ รวมทั้ง-หมด 15 คาบเรียน รวมการทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียน ในช่วงเดือนมกราคม – กุมภาพันธ์ 2560

วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยครั้งนี้เป็นงานวิจัยเชิงทดลอง ตามแบบแผนการทดลอง one-group pretest-posttest design

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย มีดังนี้

(1) แผนการจัดการเรียนรู้วิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส จำนวน 8 แผน ได้แก่ สมบัติของกรด-เบส ความแรงสัมพัทธ์และปัจจัยที่มีผลต่อความแรงของกรด-เบส การคำนวณร้อยละการแตกตัวของกรดอ่อนและเบสอ่อน การคำนวณ pH ของกรดแก่เบสแก่และกรดอ่อนเบสอ่อน กรดหลายโปรตอน สารละลายบัฟเฟอร์ ปฏิกริยาระหว่าง

กรด-เบสและอินดิเคเตอร์ของกรด-เบส และการไทเทรตกรด-เบส ใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้ทั้งสิ้น 12 ชั่วโมง ซึ่งผู้วิจัยได้กำหนดให้นักเรียนศึกษาเนื้อหาสารดังกล่าวผ่านระบบชั้นเรียนออนไลน์ ClassStart.org ซึ่งประกอบด้วย วิดีโอออนไลน์ ใบความรู้ และใบกิจกรรมฝึกทักษะกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา และมีการดำเนินการจัดการเรียนรู้ในห้องเรียนตามขั้นตอนกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา ดังนี้

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา-

หาว: นักเรียนต้องร่วมกันพิจารณาและทำความเข้าใจปัญหาเพื่อบอกได้ว่าโจทย์เป็นเรื่องราวเกี่ยวกับอะไร โจทย์กำหนดอะไรมา และโจทย์ต้องการทราบอะไร

ขั้นที่ 2 วางแผนแก้ปัญหา: นัก-

เรียนต้องร่วมกันพิจารณาและเลือกวิธีในการแก้โจทย์ปัญหาวางจะแก้ด้วยวิธีใดจึงจะเหมาะสมที่สุด

ขั้นที่ 3 ดำเนินการตามแผน:

นักเรียนดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาตามแผนที่วางไว้

ขั้นที่ 4: ตรวจสอบผล: นักเรียน

ตรวจสอบความถูกต้องและเหมาะสมของคำตอบที่ได้และโจทย์ปัญหา รวมถึงพิจารณาคำตอบที่ได้ว่าถูกต้องหรือไม่ มีคำตอบอื่นนอกเหนือจากนี้หรือไม่

โดยการเริ่มการจัดการเรียนรู้ใน

แต่ละแผน ผู้วิจัยจะดำเนินการสาธิตกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาให้นักเรียนดูเป็นตัวอย่าง จากนั้นจึงให้นักเรียนได้ดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาตามกระบวนการของโพลยาด้วยตนเอง โดยมีครูคอยแนะนำและให้ความช่วยเหลือนักเรียนอย่างใกล้ชิดซึ่งแผนการจัดการเรียนรู้ผ่านการตรวจประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ประกอบด้วย

ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาเคมี 1 ท่าน ด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา 1 ท่าน และผู้สอนวิชาเคมี 1 ท่าน พบว่ามีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) 0.73–0.93 และมีความเหมาะสมอยู่ในระดับดีขึ้นไป ซึ่งสามารถนำมาใช้ในการวิจัยได้

(2) แบบวัดทักษะกระบวนการแก้

โจทย์ปัญหาเคมี เรื่อง กรด-เบส เป็นข้อสอบแบบอัตนัย จำนวน 10 ข้อ ที่ผ่านการประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาเคมี 1 ท่าน ด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา 1 ท่าน และผู้สอนวิชาเคมี 1 ท่าน พบว่ามีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) 1.00 จากนั้นนำแบบวัดทักษะกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาไปทดลองใช้ (tryout) กับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ไม่ใช่กลุ่มที่ศึกษา แล้วจึงนำแบบวัดฯ มาตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์ของโพลยา (Polya, 1975) และวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของข้อสอบรายข้อ จากนั้นคัดเลือกข้อที่มีค่าความยากง่ายระหว่าง 0.48–0.73 และค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.31–0.55 ได้ข้อสอบสุทธิจำนวน 5 ข้อ โดยครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้ จากนั้นหาค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดฯ ทั้งฉบับ โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค ได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดทักษะกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส เท่ากับ 0.75

วิธีดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล

(1) ชี้แจงกระบวนการของโพลยาและการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน และให้นักเรียนทำแบบวัดทักษะกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาเคมี เรื่อง กรด-เบส ก่อนเรียน

(2) ดำเนินการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน วิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส ตามแผน

การจัดการเรียนรู้ทั้ง 8 แผน

(3) นักเรียนทำแบบวัดทักษะกระบวนการ
การแก้โจทย์ปัญหาเคมี เรื่อง กรด-เบส หลังเรียน

(4) นำผลที่ได้จากการตรวจให้คะแนนมา
วิเคราะห์โดยใช้สถิติ *t*-test for dependent samples

ผลการวิจัย

การพัฒนาทักษะกระบวนการแก้โจทย์
ปัญหาวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส โดยใช้กระบวนการ
การของโพลยา สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยม
ศึกษาปีที่ 5 ประกอบด้วยกิจกรรมที่ให้นักเรียน
ได้ฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาผ่านกระบวนการ
แก้ปัญหของโพลยาที่เป็นลำดับขั้นตอน อีกทั้ง
นักเรียนยังเกิดองค์ความรู้ด้วยตนเองจากการ
ศึกษาด้วยตนเองผ่านระบบชั้นเรียนออนไลน์
ClassStart.org และมีเวลามากพอในการที่จะฝึก-
ฝนการแก้โจทย์ปัญหาพร้อมกับได้รับคำแนะนำ
ของผู้สอน ดังตัวอย่างการฝึกทักษะกระบวนการ
แก้โจทย์ปัญหาด้วยกระบวนการแก้ปัญหของ
โพลยาของนักเรียนในภาพที่ 1

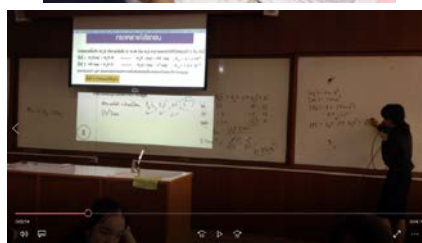
จากผลการศึกษาทักษะกระบวนการแก้
โจทย์ปัญหาเคมี เรื่อง กรด-เบส ของนักเรียนระดับ
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้กระบวนการของโพล-
ยา พบว่า นักเรียนกลุ่มที่ศึกษามีคะแนนเฉลี่ย
ของทักษะกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาเคมี เรื่อง
กรด-เบส หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ($p < 0.05$)
(ตาราง 1)

นำข้อมูลจากตาราง 1 มาเขียนเป็นแผน-

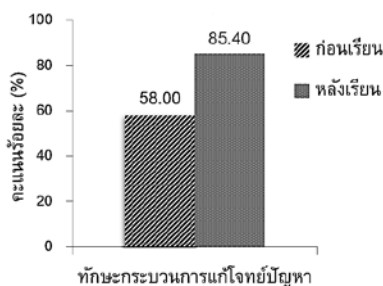
ตาราง 1 ผลการเปรียบเทียบคะแนนทักษะกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา ก่อนเรียนและหลังเรียนของ
นักเรียนกลุ่มที่ศึกษาโดยใช้กระบวนการของโพลยา

การทดสอบ	N	Mean	SD	Min	Max	<i>t</i>	<i>p</i>
ก่อนเรียน	24	24.46	3.48	17	29	17.47	< .05
หลังเรียน	24	42.71	4.20	32	49		

ภูมิแห่งเพื่อเปรียบเทียบคะแนนทักษะกระบวนการ
การแก้โจทย์ปัญหาเคมี เรื่อง กรด-เบส ก่อนเรียน
และหลังเรียน ดังในภาพที่ 2

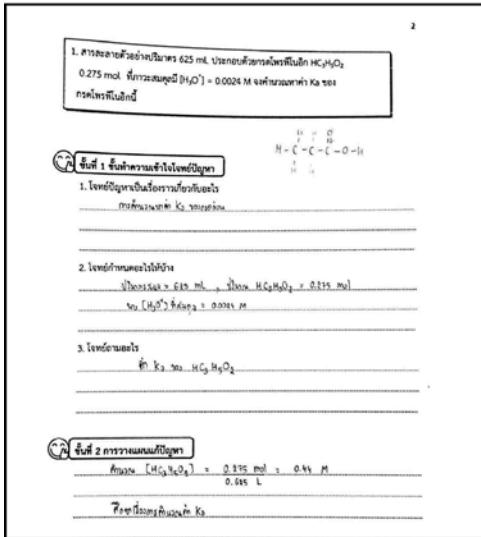


ภาพที่ 1 ตัวอย่างกิจกรรมการฝึกทักษะกระบวนการ
แก้โจทย์ปัญหาด้วยกระบวนการของโพลยา



ภาพที่ 2 ร้อยละของคะแนนกระบวนการแก้โจทย์
ปัญหาเคมี เรื่อง กรด-เบส ก่อนเรียนและหลัง
เรียนของนักเรียนกลุ่มที่ศึกษา โดยใช้กระบวนการ
การของโพลยา

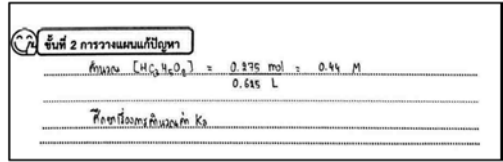
จากภาพที่ 2 พบว่า นักเรียนมีร้อยละของคะแนนทักษะกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาเคมีเรื่อง กรด-เบส หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างเห็นได้ชัด และจากใบกิจกรรมฝึกทักษะกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหามาของโพลยาที่นักเรียนได้ลงมือทำ (ภาพที่ 3-6)



ภาพที่ 3 ใบกิจกรรมฝึกทักษะกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา โดยกระบวนการของโพลยาของนักเรียนในชั้นที่ 1 ชั้นทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา

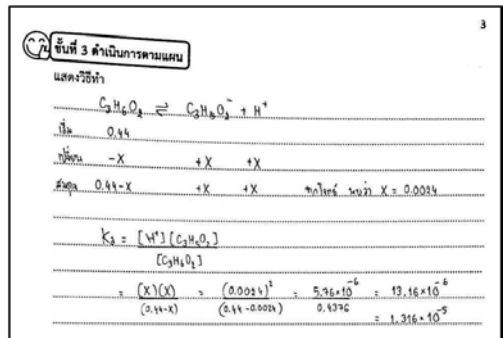
จากภาพที่ 3 ในชั้นทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา นักเรียนสามารถบอกได้ว่าโจทย์ปัญหาดังกล่าวเป็นเรื่องเกี่ยวกับอะไร สิ่งที่โจทย์กำหนดคืออะไร และสิ่งที่โจทย์ถามคืออะไร แสดงให้เห็นว่านักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับโจทย์ปัญหานั้น ๆ สามารถเขียนสาระของปัญหาออกมาด้วยถ้อยคำของตนเองเพื่อแสดงถึงสิ่งที่นักเรียนรู้และเข้าใจ

จากภาพที่ 4 ในชั้นการวางแผนแก้ปัญหา นักเรียนสามารถกำหนดแนวทางและเลือกยุทธวิธีในการแก้โจทย์ปัญหาดังกล่าวได้ แสดงให้เห็นว่านักเรียนสามารถพิจารณาและให้ข้อสรุปได้ว่า



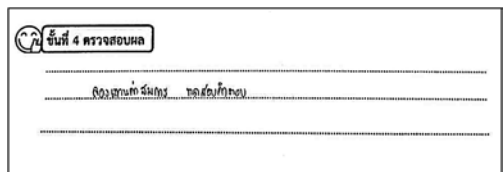
ภาพที่ 4 ใบกิจกรรมฝึกทักษะกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา โดยกระบวนการของโพลยาของนักเรียนในชั้นที่ 2 ชั้นวางแผนแก้ปัญหา

จะแก้โจทย์ปัญหาด้วยวิธีใด แก้อย่างไร ซึ่งต้องคำนึงถึงความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ ในโจทย์ปัญหา โดยเขียนออกมาในรูปของประโยคสัญลักษณ์



ภาพที่ 5 ใบกิจกรรมฝึกทักษะกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา โดยกระบวนการของโพลยาของนักเรียนในชั้นที่ 3 ชั้นดำเนินการตามแผน

จากภาพที่ 5 ในชั้นดำเนินการตามแผน นักเรียนสามารถลงมือปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ได้ แสดงให้เห็นว่า นักเรียนมีขั้นตอนในการคิดคำนวณ มีการเพิ่มเติมรายละเอียดให้เห็นได้ชัดเจน บันทึกอย่างเป็นระบบ แล้วลงมือปฏิบัติตามแผนที่วางไว้จนกระทั่งหาคำตอบได้



ภาพที่ 6 ใบกิจกรรมฝึกทักษะกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา โดยกระบวนการของโพลยาของนักเรียนในชั้นที่ 4 ชั้นตรวจสอบผล

จากภาพที่ 6 ในขั้นตรวจสอบผล นักเรียนสามารถตรวจสอบคำตอบเพื่อพิจารณาความถูกต้องของคำตอบและวิธีการแก้ปัญหาได้ แสดงให้เห็นว่า นักเรียนได้มองย้อนกลับไปที่ขั้นตอนต่าง ๆ ที่ผ่านมา แล้วคิดหาวิธีที่ช่วยให้พิจารณาความถูกต้องของคำตอบหรือพิจารณาว่ามีคำตอบหรือวิธีในการแก้ปัญหาอื่น ๆ อีกหรือไม่

สรุปผลและอภิปราย

ทักษะกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส ของนักเรียนกลุ่มที่ศึกษา โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา มีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ($p < 0.05$) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยาที่นำมาใช้ในการทำแบบฝึกหัดแก้โจทย์ปัญหาวิชาเคมีซึ่งมีทั้งหมด 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา ในขั้นนี้ผู้วิจัยได้มุ่งเน้นนักเรียนทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ฝึกคิด ฝึกวิเคราะห์ว่าสิ่งที่โจทย์กำหนดมาและสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบนั้นคืออะไร มีข้อมูลเพียงพอต่อการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนหรือไม่ โดยให้นักเรียนเขียนลงในใบงานที่ผู้วิจัยจัดเตรียมไว้ให้ เพื่อความชัดเจนและเข้าใจมากขึ้น ขั้นที่ 2 วางแผนแก้ปัญหา ในขั้นนี้ ผู้วิจัยพยายามส่งเสริมให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงข้อมูลกับสิ่งที่ไม่รู้ พยายามให้นักเรียนสังเกตว่าเคยพบกับปัญหาเหล่านี้มาก่อนหรือไม่ ขั้นที่ 3 ปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ โดยนักเรียนต้องดำเนินการตามแผนที่วางไว้ในขั้นที่ 2 และขั้นสุดท้าย (ขั้นที่ 4) ตรวจสอบผลลัพธ์ ในขั้นนี้ นักเรียนได้ร่วมกันคิดและมองย้อนกลับไปที่ขั้นตอนต่าง ๆ ที่ผ่านมา เพื่อพิจารณาถึงความถูกต้องของคำตอบและวิธีการแก้โจทย์ปัญหา รวมถึงปรับปรุงแก้ไขวิธี การ

แก้โจทย์ปัญหาให้เหมาะสมกว่าเดิมด้วย ซึ่งจากที่ได้กล่าวมา กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยาช่วยให้นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาได้อย่างเป็นลำดับขั้นตอน มีการปรับขยายแนวคิดในการแก้ปัญหา และมีการตรวจสอบผลที่ได้ทำให้นักเรียนสามารถมองเห็นความสัมพันธ์ระหว่างปัญหาและคำตอบที่ได้รับ และสามารถพัฒนาความคิดของนักเรียนอย่างเป็นทางการ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Watchararangsee (2005) ได้ศึกษาการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่จัดการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาด้วยแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ พบว่า ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังจากที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนเรียน ($p < 0.05$) และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Olaniyan (2015) ได้ศึกษาผลของการใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา เรื่อง Current Electricity ที่มีต่อนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย พบว่า นักเรียนที่ใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาในการแก้โจทย์ปัญหา มีคะแนนทักษะกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ($p < 0.05$) สอดคล้องกับงานวิจัยของ Yuan (2013) ที่ศึกษาผลของการใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา เรื่อง Remedial Math พบว่า กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาเป็นปัจจัยสำคัญที่สนับสนุนให้นักเรียนฝึกการใช้ทักษะการให้เหตุผลและทักษะการคิดวิเคราะห์

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้

1.1 การแก้โจทย์ปัญหาเคมี ครูควรเน้นขั้นตอนการแก้ปัญหาและขั้นตอนตรวจสอบเนื่องจากขั้นตอนการแก้ปัญหาเป็นขั้นที่นักเรียนจะผิดพลาดในการคำนวณบ่อยครั้ง และนักเรียนไม่ค่อยตรวจคำตอบ จึงเป็นหน้าที่ของครูที่ต้องฝึกด้านคำนวณไปพร้อมกับการแก้ปัญหา และฝึกให้นักเรียนตรวจคำตอบบ่อย ๆ ให้เกิดเป็นความเคยชิน

1.2 ครูควรฝึกให้นักเรียนวิเคราะห์วิธีที่ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาด้วยโจทย์ที่หลากหลายมากขึ้น เพราะโจทย์ปัญหาวิชาเคมีเป็นโจทย์ที่ยากและซับซ้อน ต้องอาศัยวิธีการแก้โจทย์ปัญหามากกว่าหนึ่งวิธีขึ้นไป

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

ควรศึกษาผลของกระบวนการของโพลยาต่อทักษะกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา สำหรับเนื้อหาอื่น ๆ หรือวิชาอื่น ๆ ที่มีลักษณะเป็นโจทย์ปัญหา

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนการศึกษาตามโครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค.) จากสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)

เอกสารอ้างอิง

Gilbert, J. K. (2006). On the nature of context in chemical education. **International Journal of Science Education** 28: 957–976.

Gabel, D. (1999). Improving teaching and learning through chemistry education research:

A look to the future. **Journal of Chemical Education** 76(4): 548–554.

Osborne, J. F., and Collins, S. (2000). **Pupils' and Parents' View of the School Science Curriculum**. London: King's College London.

Artdej, R. (2010). Thai Grade 11 students' alternative conceptions for acid–base chemistry. **Research in Science & Technological Education** 28(2): 167–183.

Bunsu, S. (2003). **Effect of Problem Solving's Training Package Emphasize Mind Mapping Technique on the Chemistry Achievement of Mattayomsuksa Four Students**. Unpublished Master's Thesis. Bangkok: King Mongkutt's Institute of Technology Ladkrabang. (in Thai)

Adegoke, S. O. (1990). **The Effect of Polya and Six-Stage Heuristic Problem Solving Instruments on Students Achievements in Secondary Schools**. Unpublished PhD Thesis. Nigeria: University of Ilorin, Nigeria.

Lee, S. (2015). Students' use of "Look Back" strategies in multiple solution methods. **International Journal of Sciences and Math Education** 14(4): 701–717.

Yuan, S. (2013). Incorporating Polya's problem solving method in remedial math. **Journal of Humanistic Mathematics** 3(1): 96–107.

- Han, K., and Kim, Y. (2016). The effect of Polya's heuristics in mathematical problem solving of mild disability students. **East Asian Mathematical Journal** 32(2): 253–289.
- Polya, G. (1975). **How to solve it? A new Aspect of Mathematical Method**. USA: Princeton University.
- Bilgin, I. (2006). The effects of pair problem solving technique incorporating Polya's problem solving strategy on undergraduate students' performance in chemistry. **Journal of Science Education** 7 : 101–106.
- Wacharangsee, P. (2005). The Development of Problem Solving Ability of Sixth Grade Students Taught by STAD Technique together with Polya's Problem Solving Process. Unpublished Master's Thesis. Bangkok: Silapakorn University. (in Thai)