



บทความวิจัย

**การสืบเสาะหาความรู้แบบเปิดร่วมกับการใช้แบบจำลองทางกายภาพ:
ความเข้าใจใหม่โนมติกของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การแตกตัวของกรดและเบส**

อรรจนา วิชาลัย¹ และสุวัตร นานันท์^{2*}

¹นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาการศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

²ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

*Email : suwatna@kku.ac.th

รับบทความ: 17 มกราคม 2561 ยอมรับตีพิมพ์: 23 กุมภาพันธ์ 2561

บทคัดย่อ

การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์แบบเปิดร่วมกับการใช้แบบจำลองทางกายภาพเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ นักเรียนเป็นผู้ตั้งสมมติฐานจากประเด็นปัญหาที่ครูผู้สอนเป็นคนกำหนด ออกแบบขั้นตอนแผนการดำเนินการ วิเคราะห์ และสรุปผลด้วยตนเอง โดยมีการใช้แบบจำลองทางกายภาพในขั้นตอนการแปลความหมายข้อมูลเพื่อส่งเสริมความเข้าใจใหม่โนมติก งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเข้าใจใหม่โนมติกเรื่อง การแตกตัวของกรดและเบส ของนักเรียนที่ถูกจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสืบเสาะหาความรู้แบบเปิดร่วมกับการใช้แบบจำลองทางกายภาพ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 26 คน ในจังหวัดขอนแก่น เก็บรวบรวมข้อมูลด้วยแบบทดสอบความเข้าใจใหม่โนมติกก่อนและหลังเรียนแล้วนำข้อมูลมาวิเคราะห์เป็นร้อยละ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีความเข้าใจใหม่โนมติกหลังเรียนในระดับที่สมบูรณ์ (SU) เพิ่มขึ้น 21.15% ความเข้าใจใหม่โนมติกในระดับที่ต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU) เพิ่มขึ้น 14.42% ความเข้าใจใหม่โนมติกในระดับที่คลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) ลดลง 1.92% ความเข้าใจใหม่โนมติกในระดับที่คลาดเคลื่อน (SA) เพิ่มขึ้น 6.73% และมีความไม่เข้าใจ (NU) ลดลง 40.38%

คำสำคัญ: การสืบเสาะหาความรู้แบบเปิดร่วมกับการใช้แบบจำลองทางกายภาพ ความเข้าใจใหม่โนมติก การแตกตัวของกรดและเบส

อ้างอิงบทความนี้

อรรจนา วิชาลัย และสุวัตร นานันท์. (2561). การสืบเสาะหาความรู้แบบเปิดร่วมกับการใช้แบบจำลองทางกายภาพ: ความเข้าใจใหม่โนมติกของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การแตกตัวของกรดและเบส. วารสารวิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์ศึกษา, 1(1), 74-85.

Research Article

Open inquiry and using physical model: Grade 11 students' conceptual understanding on acids and bases dissociation

Anjana Wichalai¹ and Suwat Nanan^{2,*}

¹Student, Master of Education Program in Science and Technology, Faculty of Education, Khon Kaen University

²Department of Chemistry, Faculty of Science, Khon Kaen University

*Email: suwatna@kku.ac.th

Received <17 January 2018>; Accepted <23 February 2018>

Abstract

Using an open inquiry and a physical model has been defined as student-centered learning. Students draw a hypothesis from the problem that the teacher determines, design procedures, analyze and draw their conclusion. The physical model was used in data interpretation process to promote students' conceptual understanding. The purpose of this research was to investigate students' conceptual understanding learned through open inquiry-based instruction and using physical model of acid and base dissociation. Participants were 26 grade 11 students in Khon Kaen province. Data from the conceptual understand test was collected before and after implementing an intervention and analyzed as a percentage. The research finding was summarized as follows: students in sound understanding (SU) categories increased 21.15%, partial understanding (PU) categories increased 14.42%, partial understanding with specific alternative conceptions (PS) categories decreased 1.92%, specific alternative conceptions (SA) categories increased 6.73% and no understanding (NU) categories decreased 40.38% after learning.

Keywords: open inquiry, physical model, conceptual understanding, acids and bases dissociation

Cite this article:

Wichalai, A. and Nanan, S. (2018). Open inquiry and using physical model: Grade 11 students' conceptual understanding on acids and bases dissociation (in Thai). **Journal of Science and Science Education**, 1(1), 74-85.

บทนำ

วิทยาศาสตร์เป็นทั้งความรู้และกระบวนการซึ่งไม่สามารถแยกออกจากกันได้อย่างสิ้นเชิง การจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์จึงควรมุ่งเน้นให้นักเรียนมีการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการวิทยาศาสตร์ (สำนักงานวิชาการ มาตรฐานการศึกษา, 2553) ซึ่งเน้นการมีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสามารถสร้างองค์ความรู้ผ่านการลงมือสำรวจ ตรวจสอบ และมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน ทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงด้วยตนเอง การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นการจัดการเรียนรู้แบบหนึ่งที่นักวิชาการสนใจที่จะนำมาใช้ในชั้นเรียนเพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพราะการสืบเสาะหาความรู้เป็นวิธีที่นักวิทยาศาสตร์นำมาใช้ในการศึกษาปรากฏการณ์ตามธรรมชาติ และใช้นำเสนอคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์เพื่อสื่อสารให้บุคคลอื่นเข้าใจความรู้วิทยาศาสตร์ (National Research Council, 2012) และจำเป็นต้องพัฒนานิคมติของนักเรียนเพื่อให้นักเรียนมีพื้นฐานความรู้ความเข้าใจที่สามารถนำไปใช้อธิบายปรากฏการณ์ต่างๆ ได้อย่างมีเหตุผล และสามารถนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ใน ชีวิตประจำวันได้ การสืบเสาะหาความรู้ที่แบ่งได้หลายระดับตามบทบาทของครูผู้สอนและนักเรียน ได้แก่ 1) การสืบเสาะความรู้แบบยืนยัน (Confirmation) 2) การสืบเสาะความรู้แบบกำหนดแนวทางในการทำกิจกรรม (Structured inquiry) 3) การสืบเสาะความรู้แบบชี้แนะแนวทาง (Guided Inquiry) และ 4) การสืบเสาะความรู้แบบเปิด (Open Inquiry) (Buck et al., 2008) ซึ่งแม้จะมีวิธีการสืบเสาะหาความรู้หลายวิธีการแต่วิธีการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่สามารถช่วยให้นักเรียนพัฒนาความเข้าใจนิคมติอีกวิธีการหนึ่งคือวิธีการจัดการเรียนรู้ด้วยการสืบเสาะหาความรู้แบบเปิดซึ่งจะมุ่งเน้นให้นักเรียนคิดอย่างอิสระ โดยครูเป็นผู้กำหนดปัญหาและให้ข้อมูลที่จำเป็นเบื้องต้น แต่นักเรียนจะเป็นผู้ออกแบบขั้นตอน วิธีวิเคราะห์ การสื่อสารความหมายและการสรุปผลด้วยตนเอง ทั้งหมด (Banchi and Bell, 2008; Bell et al., 2005) ซึ่งจะแบ่งเป็น 5 ขั้นตอนหลัก ได้แก่ ขั้นนำ ขั้นกำหนดประเด็นที่ศึกษา ขั้นตรวจสอบ ขั้นสรุป และขั้นอภิปราย (Pedaste et al., 2015)

เนื้อหาวิชาเคมีส่วนใหญ่มีความเป็นนามธรรมสูงและเน้นการทำความเข้าใจในระดับจุลภาค เนื่องจากเป็นวิชาที่ศึกษาเกี่ยวกับสมบัติของสารและการเปลี่ยนแปลงของสารทั้งในระดับอะตอมหรือโมเลกุล ทำให้ยากต่อการทำความเข้าใจ โดยทั่วไปการอธิบายทางวิชาเคมีจะอธิบายใน 3 ระดับด้วยกัน คือ ระดับมหภาค ระดับจุลภาค และระดับสัญลักษณ์ (Treagust et al., 2003) นักเคมีจึงมักจะใช้และสร้างแบบจำลองขึ้นมาเพื่ออธิบายข้อมูล ทำนายเหตุการณ์ และช่วยสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงทางเคมี (Justi and Gilbert, 2003) ซึ่งจำเป็นต้องมีการใช้วิธีการหรือเครื่องมืออื่นๆ นอกเหนือจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบเปิดเพื่อทำให้นักเรียนได้พัฒนาความเข้าใจนิคมติให้ดียิ่งขึ้น มีงานวิจัยที่ศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้แบบจำลองทางกายภาพพบว่า มีผลช่วยส่งเสริมความเข้าใจนิคมติและแบบจำลองทางความคิดของนักเรียน (Cullen and Pentecost, 2011) ทั้งยังสามารถช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจวิชาเคมีในระดับมหภาคและระดับจุลภาคมากขึ้น (Supasorn, 2015) ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะนำวิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบเปิดร่วมกับการใช้แบบจำลองทางกายภาพมาใช้ในการจัดการเรียนรู้กับเนื้อหาวิชาเคมี โดยสนใจจะนำแบบจำลองทางกายภาพมาใช้ในขั้นตอนการแปลความหมายข้อมูลซึ่งอยู่ในขั้นตอนการตรวจสอบ

เนื้อหาเรื่องการแตกตัวของกรดและเบสอยู่ในหัวข้อเรื่องกรดเบส ซึ่งเป็นหนึ่งในหัวข้อพื้นฐานของวิชาเคมีที่สำคัญเพราะปฏิกิริยาเคมีส่วนใหญ่เป็นปฏิกิริยากรดเบส แต่นักเรียนส่วนใหญ่ก็ยังมิมโนมติกคลาดเคลื่อนในเรื่องนี้ มีหลายงานวิจัยกล่าวว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีมโนมติกคลาดเคลื่อนเพราะความเข้าใจในเรื่องกรดเบสเกี่ยวข้องกับเนื้อหาหลายหัวข้อซึ่งประกอบด้วย สมดุลเคมี ปฏิกิริยาเคมี ปริมาณสัมพันธ์ ธรรมชาติของสสาร และสารละลาย (Sheppard, 2006) มโนมติกคลาดเคลื่อนบางอย่าง เช่น ค่า pH คู่กรดและเบส เกลือ ปฏิกิริยาการสะเทิน (Osman and Sukor, 2013) การไทเทรต และสารละลายบัฟเฟอร์ เป็นต้น (Demirciolu et al., 2005) ตัวอย่างมโนมติกคลาดเคลื่อนเรื่อง การแตกตัวของกรดและเบส เช่น หากสูตรเคมีของสารประกอบด้วยธาตุไฮโดรเจนแสดงว่าสารนั้นมีความเป็นกรด ค่า pH หาได้จากจำนวนของธาตุไฮโดรเจนในสูตรเคมี ค่าคงที่การแตกตัวของกรด (K_a) น้อยแสดงว่าค่าความเข้มข้นของไฮโดรเนียมไอออนสูง (Halstead, 2009) ถ้าหากสูตรเคมีของสารนั้นมีจำนวนอะตอมของไฮโดรเจนมาก

แสดงว่าสารนั้นจะมีความเป็นกรดมากกว่า (Demirciolu et al., 2005) เป็นต้น ดังนั้นเพื่อจะแก้ไขปัญหาในการเรียนรู้เรื่อง การแตกตัวของกรดและเบส และพัฒนาความเข้าใจแนวคิดของนักเรียน ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบเปิดร่วมกับการใช้แบบจำลองทางกายภาพ ผลจากการวิจัยในครั้งนี้จะเป็นแนวทางหนึ่งที่จะพัฒนาความเข้าใจแนวคิดของนักเรียนในรายวิชาเคมี

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อศึกษาความเข้าใจแนวคิดเรื่อง การแตกตัวของกรดและเบส ของนักเรียนก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยการสืบเสาะหาความรู้แบบเปิดร่วมกับการใช้แบบจำลองทางกายภาพ

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การสืบเสาะหาความรู้แบบเปิดร่วมกับการใช้แบบจำลองทางกายภาพ (Open inquiry and using physical model) หมายถึง การสืบเสาะหาความรู้ที่ให้นักเรียนค้นพบองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเอง โดยให้นักเรียนมีอิสระในการคิด กิจกรรมการเรียนรู้เป็นกิจกรรมที่ครูผู้สอนจัดเตรียมปัญหา คำถาม ทฤษฎี และข้อมูลพื้นฐาน แต่ขั้นตอน แผนการ วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล การสื่อสารความหมายและการสรุปผลนักเรียนต้องเป็นผู้ออกแบบและทำด้วยตนเอง ซึ่งจะมีการใช้แบบจำลองทางกายภาพร่วมในการจัดกิจกรรม ผู้วิจัยทำการปรับปรุงโดยอ้างอิงตาม Pedaste et al. (2015) ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

(1) ขั้นนำ (Orientation) เป็นขั้นตอนสร้างความสนใจก่อนเข้าสู่บทเรียน มีการนำตัวอย่างสารละลายมาทดสอบความเป็นกรดเบส และเปิดวิทัศน์เพื่อกระตุ้นความอยากรู้เกี่ยวกับเนื้อหาที่จะเรียน ครูจัดเตรียมคำถามและปัญหาพร้อมทั้งให้ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับสารละลายกรดและเบส

(2) ขั้นกำหนดประเด็นที่จะศึกษา (Conceptualization) ประกอบไปด้วย 2.1 ขั้นกำหนดประเด็นปัญหาหรือตั้งคำถาม (Questioning) ครูเป็นผู้กำหนดประเด็นปัญหาเพื่อเป็นแนวทางในการตั้งคำถามการทดลองของนักเรียน 2.2 ขั้นกำหนดสมมติฐาน (Hypothesis Generation) นักเรียนตั้งสมมติฐานจากคำถามการทดลองด้วยตนเอง

(3) ขั้นตรวจสอบ (Investigation) ประกอบไปด้วย 3.1 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) ครูจะเตรียมอุปกรณ์การทดลองและสารเคมีพร้อมทั้งอธิบายวิธีการใช้งาน ข้อมูลพื้นฐานที่จำเป็น และข้อระมัดระวังต่างๆ ส่วนนักเรียนทำการออกแบบ วางแผนขั้นตอนการทดลอง รวมถึงตารางบันทึกผลการทดลองด้วยตนเองทั้งหมด 3.2 ขั้นทดลอง (Experimentation) นักเรียนทำการทดลอง เก็บข้อมูล และบันทึกผลการทดลองในตารางบันทึกการทดลองที่ตนเองออกแบบ 3.3 ขั้นแปลความหมายข้อมูล (Data Interpretation) นักเรียนแปลความหมายข้อมูลที่ได้และวิเคราะห์ผลการทดลองร่วมกับการใช้แบบจำลองทางกายภาพ บันทึกผลการวิเคราะห์และวาดรูปแบบจำลองทางกายภาพลงในใบปฏิบัติการ

(4) ขั้นสรุป (Conclusion) นักเรียนเขียนสรุปผลการทดลองจากข้อมูลที่ได้ประกอบกับผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบจำลองทางกายภาพโดยพิจารณาเกี่ยวกับประเด็นปัญหาที่ศึกษา สมมติฐานในตอนเริ่มต้น

(5) ขั้นอภิปราย (Discussion) ประกอบไปด้วย 5.1 ขั้นการสื่อสาร (Communication) นักเรียนนำเสนอผลการทดลองและผลการวิเคราะห์ข้อมูลทั้งในตารางบันทึกผลการทดลองและจากแบบจำลองทางกายภาพแก่เพื่อนร่วมชั้น ซึ่งมีการอภิปรายร่วมกัน ระหว่างครูและนักเรียน นักเรียนได้มีการแสดงความคิดเห็น และซักถามข้อสงสัย 5.2 ขั้นสะท้อนผล (Reflection) นักเรียนร่วมกันสะท้อนว่าในการศึกษาครั้งนี้ได้ทำอะไรบ้าง การออกแบบการทดลองและตารางบันทึกการทดลองแบบใดเหมาะสม อย่างไร

2. ความเข้าใจแนวคิด (Conceptual understanding) หมายถึง ความเข้าใจรวบยอดหรือความเข้าใจภายในตัวของบุคคล ที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง วัตถุ สิ่งของ เหตุการณ์ หรือปรากฏการณ์หนึ่ง ๆ ซึ่งเมื่อบุคคลนั้นได้สังเกตรับรู้ ลงมือปฏิบัติด้วยตนเองหรือได้รับประสบการณ์โดยตรง บุคคลนั้นจะนำเอาข้อมูลหรือประสบการณ์ที่ได้รับไป

ปรับและเชื่อมโยงให้เข้ากับประสบการณ์เดิม เพื่อสร้างความรู้ความเข้าใจสำหรับสิ่งนั้นให้มากขึ้น และสามารถเชื่อมโยงระหว่างโมเดลอื่นได้ แบ่งเป็น 5 ระดับ (Çalik and Ayas, 2005) ได้แก่ 1) ความเข้าใจโมเดลในระดับที่สมบูรณ์ (Sound understanding; SU) 2) ความเข้าใจโมเดลในระดับที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (Partial understanding; PU) 3) ความเข้าใจโมเดลในระดับที่คลาดเคลื่อนบางส่วน (Partial understanding with specific alternative conception; PS) 4) ความเข้าใจโมเดลในระดับที่คลาดเคลื่อน (Specific alternative conception; SA) และ 5) ความไม่เข้าใจ (No understanding; NU)

3. แบบจำลองทางกายภาพ (Physical model) หมายถึง เป็นแบบจำลองทางกายภาพที่แสดงให้เห็นรูปร่างทางกายภาพของวัตถุที่มีขนาดเล็กมากๆ เช่น ไอออนบวกและไอออนลบ ส่วนประกอบของแบบจำลองทางกายภาพ ได้แก่ ฐานแบบจำลองทางกายภาพซึ่งทำจากแผ่นฟิวเจอร์บอร์ด ไอออนบวกและไอออนลบซึ่งทำมาจากกระดาษสีแบบแข็ง แสดงในภาพที่ 1



ภาพที่ 1 แบบจำลองทางกายภาพ

ข้อจำกัดของแบบจำลองทางกายภาพ เรื่อง การแตกตัวของกรดและเบส คือ พื้นที่ว่างในปิกเจอร์จากในแบบจำลองทางกายภาพหมายถึงโมเลกุลของน้ำ แต่ในกิจกรรมนี้จะให้ความสนใจกับโมเลกุลของกรดและเบสเท่านั้น

วิธีดำเนินการวิจัย

1. กลุ่มเป้าหมาย

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 26 คน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 ที่ศึกษาในโรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดขอนแก่น

2. รูปแบบการทดลอง

รูปการวิจัยเป็นแบบไม่เข้าขั้นทดลอง (Pre-experimental research) แบบแผนการวิจัยแบบกลุ่มเดียวที่มีการทดสอบก่อนและหลังเรียน (One group pretest-posttest design) (Bruce, 2015)

3. ตัวแปรที่ศึกษา

ความเข้าใจโมเดลเรื่อง การแตกตัวของกรดและเบส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ของโรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดขอนแก่น

4. เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

4.1 เครื่องมือที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การแตกตัวของกรดและเบส จำนวน 3 แผน ใช้เวลาสอนแผนละ 3 ชั่วโมง รวมทั้งหมด 9 ชั่วโมง

4.2 เครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบทดสอบความเข้าใจโมเดลเรื่อง การแตกตัวของกรดและเบส ซึ่งมีค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.60 - 1.00 และแบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง (Semi-structured interview) มีคำถามหลักและคำถามสำรองเพื่อให้ได้ข้อมูลครบถ้วนสมบูรณ์ ผู้วิจัยสัมภาษณ์นักเรียนด้วยตนเองหลังจากทำการเก็บข้อมูลจากแบบทดสอบความเข้าใจโมเดลก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้

5. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ขั้นที่ 1 ทำการทดสอบก่อนเรียน (pretest) ผู้วิจัยได้ดำเนินการโดยให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทดสอบก่อนเรียนโดยใช้แบบทดสอบความเข้าใจโมเดลเรื่อง การแตกตัวของกรดและเบส

ขั้นที่ 2 เก็บรวบรวมข้อมูลจากการสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง ผู้วิจัยดำเนินการสัมภาษณ์นักเรียนด้วยตนเองและบันทึกเสียงการสัมภาษณ์ทุกครั้ง

ขั้นที่ 3 ดำเนินการจัดการเรียนรู้ ตามแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบเปิดร่วมกับการใช้แบบจำลองทางกายภาพ

ขั้นที่ 4 ทดสอบหลังเรียน (posttest) หลังจากที่ได้ดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบเปิดร่วมกับการใช้แบบจำลองทางกายภาพเสร็จสิ้น ผู้วิจัยทำการทดสอบหลังเรียนโดยใช้แบบทดสอบความเข้าใจโมเมนต์ชุดเดิม

ขั้นที่ 5 เก็บรวบรวมข้อมูลจากการสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง ผู้วิจัยดำเนินการสัมภาษณ์นักเรียนด้วยตนเอง และบันทึกเสียงการสัมภาษณ์ทุกครั้ง

6. การวิเคราะห์ข้อมูล

1) วิเคราะห์คะแนนความเข้าใจโมเมนต์ก่อนและหลังเรียนเรื่อง การแตกตัวของกรดและเบส ซึ่งแบ่งเป็นโมเมนต์หลักทั้งหมด 4 โมเมนต์ คือ การแตกตัวของกรดแก่ การแตกตัวของกรดอ่อน การแตกตัวของเบสแก่ และการแตกตัวของเบสอ่อน ทำการวิเคราะห์คำตอบเป็นรายข้อ จัดกลุ่มโมเมนต์นักเรียนแล้วหาค่าร้อยละในแต่ละข้อแยกตามโมเมนต์ตามเกณฑ์คำตอบที่ได้จำแนกตามระดับความเข้าใจโมเมนต์ 5 ระดับ ผู้วิจัยทำการปรับปรุงโดยอ้างอิงตามเกณฑ์ของ Çalik และ Ayas (2005) ได้แก่

1.1) ความเข้าใจโมเมนต์ในระดับที่สมบูรณ์ หรือ SU หมายถึง เลือกคำตอบถูกต้องและสามารถให้เหตุผลถูกต้องสมบูรณ์

1.2) ความเข้าใจโมเมนต์ในระดับที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ หรือ PU หมายถึง เลือกคำตอบถูกต้องและสามารถให้เหตุผลถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ ขาดองค์ประกอบที่สำคัญบางส่วน

1.3) ความเข้าใจโมเมนต์ในระดับที่คลาดเคลื่อนบางส่วน หรือ PS หมายถึง เลือกคำตอบถูกต้อง แต่ระบุเหตุผลที่ไม่เกี่ยวข้องกับคำถามหรือไม่ได้ให้เหตุผล หรือเลือกคำตอบไม่ถูกต้อง แต่สามารถให้เหตุผลถูกต้องสมบูรณ์

1.4) ความเข้าใจโมเมนต์ในระดับที่คลาดเคลื่อน หรือ SA หมายถึง เลือกคำตอบไม่ถูกต้อง แต่สามารถระบุเหตุผลที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์

1.5) ความไม่เข้าใจ หรือ NU หมายถึง เลือกคำตอบไม่ถูกต้อง และระบุเหตุผลที่ไม่เกี่ยวข้องกับคำถามหรือไม่ได้ให้เหตุผล หรือไม่เลือกคำตอบ ระบุเหตุผลที่ไม่เกี่ยวข้องกับคำถามหรือไม่ได้ให้เหตุผล

2) การวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง ผู้วิจัยถอดเทปบันทึกเสียงแบบคำต่อคำ และอ่านโดยละเอียด เพื่อใช้เป็นข้อมูลเพิ่มเติมสำหรับคำตอบของนักเรียน

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

จากผลการวิเคราะห์โดยเก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบวัดความเข้าใจโมเมนต์เรื่อง การแตกตัวของกรดและเบส ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ข้อมูลตามเกณฑ์การให้คะแนนที่ปรับมาจากของ Çalik และ Ayas (2005) ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีโมเมนต์ก่อนเรียนอยู่ในระดับไม่เข้าใจ โดยพบว่า นักเรียนส่วนมากไม่ได้อธิบายเหตุผลในการเลือกคำตอบ โดยมีนักเรียนบางส่วนที่อธิบายเหตุผลในลักษณะทวนคำถามหรือไม่สื่อความหมาย ซึ่งอาจเป็นเพราะนักเรียนไม่คุ้นเคยกับการเขียนตอบหรือการเขียนอธิบายจึงจำเป็นต้องเก็บรวบรวมข้อมูลโดยการสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ตรงและใกล้เคียงกับความคิดของนักเรียน ผู้วิจัยพบว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้แบบจำลองทางกายภาพ มีประสิทธิภาพในการจัดการเรียนรู้เรื่อง การแตกตัวของกรดและเบส จากการวิเคราะห์ความเข้าใจโมเมนต์หลังเรียนพบว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้แบบจำลองทางกายภาพช่วยพัฒนาความเข้าใจโมเมนต์ของนักเรียน ผู้วิจัยจะนำเสนอผลการทดลองผลความเข้าใจโมเมนต์แยกตามโมเมนต์ย่อยโดยใช้ข้อมูลจากตารางที่ 1 และ 2

1) มโนคติเรื่อง การแตกตัวของกรดแก่

สารละลายกรดแก่เมื่อละลายน้ำแล้วจะสามารถแตกตัวเป็นไอออนบวกและไอออนลบได้ทั้งหมด ซึ่งสารละลายกรดแก่มี่ดังนี้ HCl HI HBr HNO₃ HClO₄ และ H₂SO₄

จากการวิเคราะห์ความเข้าใจมโนติก่อนเรียน (ตารางที่ 1) พบว่า ร้อยละของนักเรียนที่มีความไม่เข้าใจความเข้าใจมโนติในระดับที่คลาดเคลื่อน ระดับที่คลาดเคลื่อนบางส่วน ระดับที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ และระดับที่สมบูรณ์เป็น 65.38 23.08 3.85 7.69 และ 0.00 ตามลำดับ จะเห็นได้ว่านักเรียนส่วนใหญ่ (ร้อยละ 65.38) อยู่ในกลุ่มความไม่เข้าใจ เมื่อพิจารณาความเข้าใจมโนติหลังเรียน พบว่า หลังเรียนมีร้อยละของนักเรียนในที่มีความไม่เข้าใจ ความเข้าใจมโนติในระดับที่คลาดเคลื่อน ระดับที่คลาดเคลื่อนบางส่วน ระดับที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ และระดับที่สมบูรณ์เป็น 19.23 26.92 11.54 23.08 และ 19.23 ตามลำดับ นักเรียนส่วนใหญ่ (ร้อยละ 26.92) มีความเข้าใจมโนติอยู่ในระดับที่คลาดเคลื่อน

ตารางที่ 1 แสดงร้อยละของนักเรียนในระดับความเข้าใจมโนติต่างๆ จำแนกจากแบบวัดความเข้าใจมโนติเรื่อง การแตกตัวของกรดและเบส

มโนคติ	ก่อนเรียน (ร้อยละ)					หลังเรียน (ร้อยละ)				
	NU	SA	PS	PU	SU	NU	SA	PS	PU	SU
1. การแตกตัวของกรดแก่	65.38	23.08	3.85	7.69	0.00	19.23	26.92	11.54	23.08	19.23
2. การแตกตัวของกรดอ่อน	61.54	19.23	7.69	11.54	0.00	23.08	26.92	11.54	7.69	30.77
3. การแตกตัวของเบสแก่	50.00	11.54	19.23	19.23	0.00	11.54	23.08	11.54	26.92	26.92
4. การแตกตัวของเบสอ่อน	65.38	19.23	15.38	0.00	0.00	26.92	23.08	3.85	38.46	7.69
ร้อยละโดยเฉลี่ย	60.58	18.27	11.54	9.62	0.00	20.19	25.00	9.62	24.04	21.15

หมายเหตุ ตัวหนาแทนร้อยละสูงสุด

ส่วนในตารางที่ 2 ร้อยละของนักเรียนที่มีที่ความไม่เข้าใจลดลง 46.15 ความเข้าใจมโนติในระดับที่คลาดเคลื่อน ระดับที่คลาดเคลื่อนบางส่วน ระดับที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ และระดับที่สมบูรณ์เพิ่มขึ้น 3.84 7.69 15.39 และ 19.23 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบเปิดร่วมกับการใช้แบบจำลองทางกายภาพในการวิจัยครั้งนี้มีประสิทธิภาพในการพัฒนาความเข้าใจมโนติของนักเรียนเรื่องการแตกตัวของกรดแก่ และสนับสนุนให้นักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงมโนติจากระดับความไม่เข้าใจไปในทิศทางที่ถูกต้องมากยิ่งขึ้น

ตารางที่ 2 แสดงร้อยละของนักเรียนในการเปลี่ยนแปลงระดับความเข้าใจมโนติต่างๆ จำแนกจากแบบวัดความเข้าใจมโนติเรื่อง การแตกตัวของกรดและเบส

มโนคติ	เปลี่ยนแปลง (ร้อยละ)				
	NU	SA	PS	PU	SU
1. การแตกตัวของกรดแก่	-46.15	+3.84	+7.69	+15.39	+19.23
2. การแตกตัวของกรดอ่อน	-38.46	+7.69	+3.85	-3.85	+30.77
3. การแตกตัวของเบสแก่	-38.46	+11.54	-7.69	+7.69	+26.92
4. การแตกตัวของเบสอ่อน	-38.46	+3.85	-11.54	+38.46	+7.69
ร้อยละโดยเฉลี่ย	-40.38	+6.73	-1.92	+14.42	+21.15

หมายเหตุ เครื่องหมาย + และ - แสดงถึงการเปลี่ยนแปลงที่เพิ่มขึ้น และการเปลี่ยนแปลงที่ลดลง ตามลำดับ

ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนเมื่อกำหนดแผนภาพการแตกตัวของสารชนิดหนึ่งโดยให้ระบุว่าเป็นสารใด พร้อมทั้งให้อธิบายเหตุผลประกอบ “*HCOOH เพราะ HCOOH สามารถแตกตัวเป็นไอออนได้ทั้งหมดและนำไฟฟ้าได้*” จากคำตอบของนักเรียนวิเคราะห์ได้ว่า นักเรียนเลือกตัวเลือกคำตอบผิด สามารถอธิบายแผนภาพที่โจทย์กำหนดให้ได้แต่ระบุค่าสำคัญไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ ซึ่งจัดเป็นความเข้าใจในมิติในระดับคลาดเคลื่อน จากผลการวิจัย พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ (ร้อยละ 26.92) มักเลือกคำตอบผิดและอยู่ในระดับความเข้าใจในมิติที่คลาดเคลื่อน เนื่องจากนักเรียนมีความเข้าใจว่าสารใดที่มีจำนวนอะตอมของไฮโดรเจนมากจะมีความเป็นกรดมากกว่า ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยที่พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ใช้จำนวนอะตอมของไฮโดรเจนในสูตรเคมีเป็นเกณฑ์วัดว่าสารตัวใดมีความเป็นกรदन้อยกว่ากัน (Chiu, 2007) ถ้าหากสูตรเคมีของสารนั้นมีจำนวนอะตอมของไฮโดรเจนมากแสดงว่าสารนั้นจะมีความเป็นกรदनมากกว่า (Demirciolu et al., 2005)

2) มโนคติเรื่อง การแตกตัวของกรดอ่อน

สารละลายกรดอ่อนเมื่อละลายน้ำแล้วจะสามารถแตกตัวเป็นไอออนบวกและไอออนลบได้เพียงบางส่วน สามารถบอกความสามารถในการแตกตัวของกรดอ่อนได้จากค่าคงที่การแตกตัวของกรดอ่อน (K_a)

จากการวิเคราะห์ความเข้าใจในมติก่อนเรียน (ตารางที่ 1) พบว่า ร้อยละของนักเรียนที่มีความไม่เข้าใจความเข้าใจในมิติในระดับที่คลาดเคลื่อน ระดับที่คลาดเคลื่อนบางส่วน ระดับที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ และระดับที่สมบูรณ์เป็น 61.54 19.23 7.69 11.54 และ 0.00 ตามลำดับ จะเห็นได้ว่านักเรียนส่วนใหญ่ (ร้อยละ 61.54) อยู่ในกลุ่มความไม่เข้าใจ เมื่อพิจารณาความเข้าใจในมติก่อนเรียน พบว่า หลังเรียนมีร้อยละของนักเรียนในที่มีความไม่เข้าใจ ความเข้าใจในมิติในระดับที่คลาดเคลื่อน ระดับที่คลาดเคลื่อนบางส่วน ระดับที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ และระดับที่สมบูรณ์เป็น 23.08 26.92 11.54 7.69 และ 30.77 ตามลำดับ นักเรียนส่วนใหญ่ (ร้อยละ 30.77) มีความเข้าใจในมติก่อนเรียนในระดับที่สมบูรณ์

ส่วนในตารางที่ 2 ร้อยละของนักเรียนที่มีที่ที่มีความไม่เข้าใจ ความเข้าใจในมิติในระดับที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ลดลง 38.46 และ 3.85 ระดับที่คลาดเคลื่อน ระดับที่คลาดเคลื่อนบางส่วน และระดับที่สมบูรณ์เพิ่มขึ้น 7.69 3.85 และ 30.77 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้ในการวิจัยครั้งนี้มีส่วนในการพัฒนาความเข้าใจในมติก่อนเรียนเรื่อง การแตกตัวของกรดอ่อน นักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงมติก่อนเรียนไปทีละระดับสมบูรณ์สูงสุด (เพิ่มขึ้นร้อยละ 30.77)

ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนเมื่อกำหนดแผนภาพการแตกตัวของสารชนิดหนึ่งโดยให้ระบุว่าเป็นสารใดถูกต้อง พร้อมทั้งให้อธิบายเหตุผลประกอบ “*ค. สารละลายนี้ทำให้หลอดไฟติด เพราะ สารละลายนี้เป็นสารละลายกรดอ่อนที่สามารถแตกตัวเป็นไอออนได้บางส่วนซึ่งสามารถนำกระแสไฟฟ้าได้จึงสามารถทำให้หลอดไฟติดได้ แต่อาจจะไม่ค่อยสว่างมาก*” จากคำตอบของนักเรียนวิเคราะห์ได้ว่า นักเรียนเลือกตัวเลือกคำตอบได้ถูกต้อง และสามารถอธิบายแผนภาพที่โจทย์กำหนดให้ได้ มีค่าสำคัญครบถ้วนสมบูรณ์ซึ่งจัดเป็นความเข้าใจในมิติในระดับสมบูรณ์

แต่ยังมีนักเรียนบางส่วนยังมีความเข้าใจในมิติในระดับที่คลาดเคลื่อน เนื่องจากนักเรียนมีความรู้พื้นฐานไม่เพียงพอ ซึ่งความเข้าใจในมติก่อนเรียนนี้ต้องใช้ความรู้หลายเรื่อง เช่น สารละลาย สมดุลเคมี อะตอมและโครงสร้างอะตอม สอดคล้องกับงานวิจัยในอดีต พบว่า ความเข้าใจในเรื่องกรดเบส เกี่ยวข้องกับเนื้อหาหลายหัวข้อและใช้ความเข้าใจในมติก่อนเรียนหลายเรื่อง เรื่องเชื่อมโยงกันซึ่งมีผลต่อความเข้าใจในมติก่อนเรียนเรื่องกรดเบส (Sheppard, 2006)

3) มโนคติเรื่อง การแตกตัวของเบสแก่

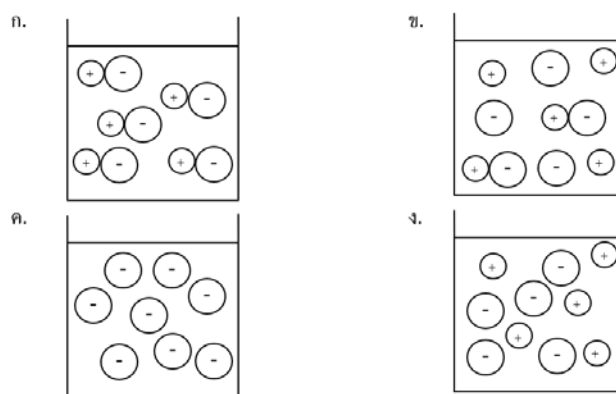
สารละลายเบสแก่เมื่อละลายน้ำแล้วจะสามารถแตกตัวเป็นไอออนบวกและไอออนลบได้ทั้งหมด ซึ่งสารละลายเบสแก่มีดังนี้ LiOH NaOH KOH Ca(OH)_2 Sr(OH)_2 และ Ba(OH)_2

จากการวิเคราะห์ความเข้าใจในมติก่อนเรียน (ตารางที่ 1) พบว่า ร้อยละของนักเรียนที่มีความไม่เข้าใจความเข้าใจในมิติในระดับที่คลาดเคลื่อน ระดับที่คลาดเคลื่อนบางส่วน ระดับที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ และระดับที่สมบูรณ์เป็น 50.00 11.54 19.23 19.23 และ 0.00 ตามลำดับ จะเห็นได้ว่านักเรียนส่วนใหญ่ (ร้อยละ 50.00) อยู่ในกลุ่มความไม่เข้าใจ เมื่อพิจารณาความเข้าใจในมติก่อนเรียน พบว่า หลังเรียนมีร้อยละของนักเรียนในที่มีความไม่

เข้าใจ ความเข้าใจในมิติในระดับที่คลาดเคลื่อน ระดับที่คลาดเคลื่อนบางส่วน ระดับที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ และระดับที่สมบูรณ์เป็น 11.54 23.08 11.54 26.92 และ 26.92 ตามลำดับ นักเรียนส่วนใหญ่ (ร้อยละ 26.92) มีความเข้าใจในมิติอยู่ในระดับที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์และระดับสมบูรณ์

ส่วนในตารางที่ 2 ร้อยละของนักเรียนที่มีที่ความไม่เข้าใจ ความเข้าใจในมิติในระดับที่คลาดเคลื่อนบางส่วนลดลง 38.46 และ 7.69 ระดับที่คลาดเคลื่อน ระดับที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ และระดับที่สมบูรณ์เพิ่มขึ้น 11.54 7.69 และ 26.92 ตามลำดับ แสดงว่า นักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงมโนคติไปที่ระดับสมบูรณ์สูงสุด (เพิ่มขึ้นร้อยละ 26.92 โดยรวมนักเรียนมีความเข้าใจในมิติที่ดีขึ้นสอดคล้องกับงานวิจัยหนึ่ง (Supasorn, 2015) ที่ใช้จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้แบบจำลองทางกายภาพ เพื่อพัฒนาความเข้าใจในมิติวิชาเคมีซึ่งทำให้นักเรียนมีความเข้าใจ และสามารถเชื่อมโยงความเข้าใจในระดับมหภาคและระดับจุลภาคมากขึ้น

ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนเมื่อกำหนดสารชนิดหนึ่งโดยให้ระบุว่าเมื่อละลายน้ำสารจะมีการแตกตัวแบบใด พร้อมทั้งให้อธิบายเหตุผลประกอบ



ภาพที่ 2 ตัวอย่างตัวเลือกของข้อสอบข้อที่ 3 จากแบบวัดความเข้าใจในมิติ

“ก. (ภาพที่ 2) เพราะ ลิเทียมไฮดรอกไซด์เป็นสารละลายเบสแก่ สามารถแตกตัวเป็นไอออนได้ทั้งหมด จะเห็นดังรูปภาพว่าสารลิเทียมไฮดรอกไซด์จะสามารถแตกตัวได้ดีและมีประจุบวก (+) ลบ (-) สามารถนำไฟฟ้าได้ดีมาก” จากคำตอบของนักเรียนวิเคราะห์ได้ว่า นักเรียนเลือกตัวเลือกคำตอบผิด แต่สามารถอธิบายแผนภาพที่โจทย์กำหนดให้ได้ มีค่าสำคัญที่กำหนดไว้ทุกค่า ข้อสังเกตคือ ตัวเลือกคำตอบที่นักเรียนเลือกไม่สอดคล้องกับคำอธิบาย ผู้วิจัยจึงใช้ข้อมูลจากการสัมภาษณ์มาประกอบกับการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่า นักเรียนมีความเข้าใจว่าแผนภาพที่ตนเลือกคือแผนภาพแสดงการแตกตัวเป็นไอออนได้ทั้งหมดและยืนยันคำตอบตัวเอง ซึ่งสามารถสรุปได้ว่าในมโนทัศน์นี้ นักเรียนมีความเข้าใจในมิติในระดับที่คลาดเคลื่อนบางส่วน

แม้หลังเรียนนักเรียนส่วนใหญ่จะมีความเข้าใจในมิติในระดับที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ร้อยละ 26.92 ซึ่งเท่ากับระดับที่สมบูรณ์ เนื่องจากในส่วนของเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับสารที่เป็นเบสแก่อาจต้องใช้ความเข้าใจในมิติพื้นฐานในหัวข้ออื่น เช่นเดียวกับการแตกตัวของกรดแก่ เช่น สมบัติของธาตุและสารประกอบ อะตอมและตารางธาตุ และพันธะเคมี เป็นต้น นักวิจัยบางท่านกล่าวว่า มโนคติเรื่องกรดและเบสมีความเกี่ยวข้องกับอีกหลายมโนคติ นักเรียนต้องสามารถคิดแบบซับซ้อนเพื่อที่จะเรียนในเรื่องนี้ ซึ่งเมื่อนักเรียนมีความไม่เข้าใจอาจเป็นผลมาจากความยากลำบากในการเชื่อมโยงกับประสบการณ์ของตน และการมีมโนคติที่คลาดเคลื่อน (Beyza, 2013)

4) มโนคติเรื่อง การแตกตัวของเบสอ่อน

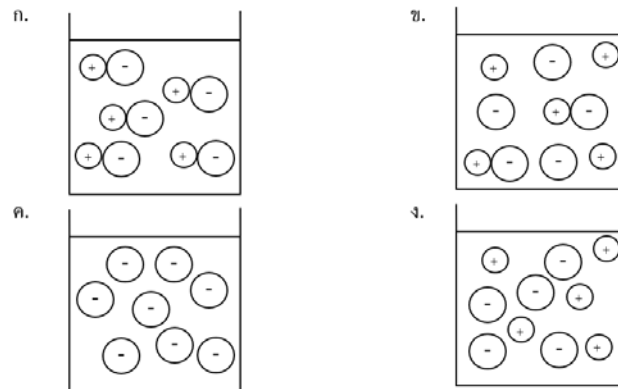
สารละลายเบสอ่อนเมื่อละลายน้ำแล้วจะสามารถแตกตัวเป็นไอออนบวกและไอออนลบได้เพียงบางส่วน สามารถบอกความสามารถในการแตกตัวของเบสอ่อนได้จากค่าคงที่การแตกตัวของเบสอ่อน (K_b)

จากการวิเคราะห์ความเข้าใจในมิติก่อนเรียน (ตารางที่ 1) พบว่า ร้อยละของนักเรียนที่มีความไม่เข้าใจความเข้าใจในมิติในระดับที่คลาดเคลื่อน ระดับที่คลาดเคลื่อนบางส่วน ระดับที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ และระดับที่สมบูรณ์เป็น 65.38 19.23 15.39 0.00 และ 0.00 ตามลำดับ จะเห็นได้ว่านักเรียนส่วนใหญ่ (ร้อยละ 65.38) อยู่ใน

กลุ่มความไม่เข้าใจ เมื่อพิจารณาความเข้าใจโน้มน้าหลังเรียน พบว่า หลังเรียนมีร้อยละของนักเรียนในที่มีความไม่เข้าใจ ความเข้าใจโน้มน้าในระดับที่คลาดเคลื่อน ระดับที่คลาดเคลื่อนบางส่วน ระดับที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ และระดับที่สมบูรณ์เป็น 26.92 23.08 3.85 38.46 และ 7.69 ตามลำดับ นักเรียนส่วนใหญ่ (ร้อยละ 38.46) มีความเข้าใจโน้มน้าอยู่ในระดับที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์

ส่วนในตารางที่ 2 ร้อยละของนักเรียนที่มีความไม่เข้าใจ ความเข้าใจโน้มน้าในระดับที่คลาดเคลื่อนบางส่วน ลดลง 38.46 และ 11.53 ระดับที่คลาดเคลื่อน ระดับที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ และระดับที่สมบูรณ์เพิ่มขึ้น 3.85 38.46 และ 7.69 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้ในการวิจัยครั้งนี้มีผลในการพัฒนาความเข้าใจโน้มน้าของนักเรียน นักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงมโนคติจากระดับความไม่เข้าใจไปทิศทางที่ถูกต้องมากขึ้น

ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนเมื่อกำหนดสารและค่าคงที่การแตกตัวของสารชนิดหนึ่งโดยให้ระบุว่าเมื่อละลายน้ำสารจะมีการแตกตัวแบบใด พร้อมทั้งให้อธิบายเหตุผลประกอบ



ภาพที่ 3 ตัวอย่างตัวเลือกของข้อสอบข้อที่ 4 จากแบบวัดความเข้าใจโน้มน้า

“ข. (ภาพที่ 3) เพราะ สาร BOH คือสารละลายที่เป็นกรดอ่อนหรือเบสอ่อน สามารถแตกตัวได้เป็นไอออนบวกและไอออนลบได้บางส่วน” จากคำตอบของนักเรียนวิเคราะห์ได้ว่า นักเรียนเลือกตัวเลือกคำตอบถูกต้องและสามารถอธิบายแผนภาพที่โจทย์กำหนดให้ได้ มีคำสำคัญที่กำหนดไว้ทุกคำ แต่มีข้อสังเกตคือ นักเรียนตอบว่าเป็นทั้งกรดอ่อนและเบสอ่อน ผู้วิจัยจึงใช้ข้อมูลจากการสัมภาษณ์มาประกอบกับการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่า นักเรียนสามารถระบุได้ว่าสารที่กำหนดให้เป็นเบสอ่อนโดยสังเกตจากโจทย์ที่กำหนดค่าคงที่การแตกตัวของเบสมาให้ ซึ่งสามารถสรุปได้ว่าในมโนคตินี้นักเรียนมีความเข้าใจโน้มน้าในระดับที่สมบูรณ์

หลังเรียนนักเรียนส่วนใหญ่ (ร้อยละ 38.46) มีความเข้าใจโน้มน้าในระดับที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์เป็นผลมาจากการเขียนอธิบายเหตุผลของนักเรียนส่วนใหญ่ระบุคำสำคัญไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ เช่นคำว่า สารเป็นเบสอ่อน ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนคนที่ 1 “ข. (ภาพที่ 3) เพราะ สารละลายเบสที่สามารถแตกตัวเป็นไอออนบวกและไอออนลบได้เพียงบางส่วน” และตัวอย่างคำตอบของนักเรียนคนที่ 2 “ข. (ภาพที่ 3) เพราะ สารละลาย BOH อยู่ในน้ำ สารจะแตกตัวเป็นไอออนได้บางส่วน” เป็นต้น อีกทั้งมโนคติเรื่องการแตกตัวของเบสอ่อนเกี่ยวข้องกับหลายเนื้อหาในวิชาเคมีเช่นเดียวกับการแตกตัวของกรดอ่อน สอดคล้องกับงานวิจัยหลายงาน ที่พบว่าการที่นักเรียนมีมโนคติพื้นฐานไม่เพียงพออาจส่งผลให้เกิดความคลาดเคลื่อนในการพิจารณาสารละลายกรดเบส (สุภาพร อินบุญนะ, 2542) ซึ่งหากนักเรียนมีความเข้าใจโน้มน้าพื้นฐานอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับเรื่องกรดและเบสจะทำให้นักเรียนมีความเข้าใจเรื่องกรดและเบสมากขึ้น (Treagust et al., 2016)

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะจากการวิจัย

ผลจากการศึกษาความเข้าใจโน้มน้าเรื่อง การแตกตัวของกรดและเบส ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบเปิดร่วมกับการใช้แบบจำลองทางกายภาพ สามารถสรุปได้ว่า ก่อนเรียนนักเรียนส่วนใหญ่มี

ความเข้าใจโมโนมิติเรื่อง การแตกตัวของกรดและเบส อยู่ในประเภทความไม่เข้าใจ แต่หลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้พบว่า หลังเรียนมีการพัฒนาความเข้าใจโมโนมิติในระดับที่ดีขึ้น จำนวนนักเรียนที่มีความเข้าใจโมโนมิติประเภทความไม่เข้าใจลดลงร้อยละ 40.38 ส่วนความเข้าใจโมโนมิติในระดับที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์และระดับที่สมบูรณ์เพิ่มขึ้นร้อยละ 14.42 และ 21.15 ตามลำดับ ผลการวิจัยครั้งนี้สามารถยืนยันได้ว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับการใช้แบบจำลองทางกายภาพสามารถพัฒนาความเข้าใจโมโนมิติของนักเรียนให้สูงขึ้น และสนับสนุนให้นักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจโมโนมิติเรื่อง การแตกตัวของกรดและเบส ไปในทิศทางที่สมบูรณ์มากขึ้นได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งการนำแบบจำลองทางกายภาพมาใช้ในขั้นตอนการแปลความหมายข้อมูลจะช่วยให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงผลการทดลองซึ่งเป็นการอธิบายในระดับมหภาคกับการใช้แบบจำลองทางกายภาพซึ่งเป็นการอธิบายในระดับจุลภาคส่งผลให้นักเรียนมีความเข้าใจโมโนมิติที่ดี เนื้อหาในวิชาเคมีส่วนมากมีความเป็นนามธรรมและมองไม่เห็น ดังนั้นในการจัดการเรียนรู้ควรจะมีการแสดงข้อมูลเคมีทั้ง 3 ระดับ เพื่อช่วยให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงข้อมูลต่าง ๆ ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนสามารถสร้างโมโนมิติใหม่หรือปรับเปลี่ยนจากโมโนมิติที่ไม่ถูกต้องไปในทิศทางที่ถูกต้องมากขึ้น

จากปัญหาที่นักเรียนมีโมโนมิติคลาดเคลื่อนและไม่มีความเข้าใจในระดับจุลภาคเรื่อง การแตกตัวของกรดและเบส การนำการจัดการเรียนรู้ด้วยการสืบเสาะหาความรู้แบบเปิดร่วมกับการใช้แบบจำลองทางกายภาพมาใช้จะช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจทั้งในระดับมหภาคและระดับจุลภาคมากขึ้น นอกจากนี้จะช่วยพัฒนาความเข้าใจโมโนมิติแล้วยังช่วยพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สอดคล้องกับการเรียนวิทยาศาสตร์ที่ต้องเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ ซึ่งจะเป็แนวทางที่จะนำมาใช้ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณโครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค.) ที่ได้กรุณามอบทุนอุดหนุนการค้นคว้าและวิจัยในการทำวิทยานิพนธ์ เพื่อนำมาใช้ในการดำเนินการระหว่างเก็บรวบรวมข้อมูล กระทั่งงานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- สุภาพร อินบุญนะ. (2542). โมโนมิติที่คลาดเคลื่อน เรื่อง กรด-เบส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายจังหวัดนครศรีธรรมราช. สืบค้นเมื่อวันที่ 1 ธันวาคม 2560, จาก [คลังปัญญามหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์](http://kb.psu.ac.th/psukb/handle/2010/6358): <http://kb.psu.ac.th/psukb/handle/2010/6358>
- สำนักงานวิชาการและมาตรฐานการศึกษา. (2553). **ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551**. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- Banchi, H. and Bell, R. (2008). The Many Levels of Inquiry. *Science and Children*, 46(2), 26-29.
- Bell, L. R., Smetana, L. and Binns, I. (2005). Simplifying inquiry instruction: Assessing the inquiry level of classroom activities. *The Science Teacher*, 72(7), 30-33.
- Beyza, K. B. (2013). Using two-tier test to identify primary students' conceptual understanding and alternative conception in acid base. *Mevlana International journal of education*, 3(2), 19-26.
- Bruce, A. T. (2015). Pre-experimental research designs. *Quasi-experiment research designs*, 29-75.
- Buck, L. B., Bretz, S. L. and Towns, M. H. (2008). Characterizing the level of inquiry in the undergraduate laboratory. *Journal of College Science Teaching*, 38(1), 52-58.
- Çalik, M. and Ayas, A. (2005). A comparison of level of understanding of eighth-grade students and science student teachers related to selected chemistry concepts. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(6), 638-667.

- Chiu, M. H. (2007). A national survey of students' conceptions of chemistry in Taiwan. **Chemical Education International**, 29, 421-452.
- Cullen, D. M. and Pentecost, T. C. (2011). A model approach to the electrochemical cell: An inquiry activity. **Journal of Chemical Education**, 88(11), 1562-1564.
- Doymus, K., Karacop, A. and Simsek, U. (2010). Effects of jigsaw and animation techniques on students' understanding of concepts and subjects in electrochemistry. **Educational Technology Research and Development**, 58, 671-691.
- Demirciolu, G., Ayas, A. and Demirciolu, H. (2005). Conceptual change achieved through a new teaching program on acids and bases. **Chemistry Education Research and Practice**, 6, 36-51.
- Halstead, S. E. (2009). A critical analysis of research done to identify conceptual difficulties in acid-base chemistry. Master of Science Dissertation. KwaZulu-Natal, South Africa: University of Kwazulu-Natal, Pietermaritzburg.
- Justi, R. and Gilbert J. K. (2002). Models and modeling in chemical education. In J. K. Gilbert, O. D. Jong, R. Justi, D. F. Treagust, J. H. VanDriel, (Eds.), **Chemical Education: Towards Research-based Practice**, (pp. 47-68). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- National Research Council. (2012). **A framework for k-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas**. Washington, DC: The National Academies Press.
- Osman, K. and Sukor, N. S. (2013). Conceptual understanding in secondary school chemistry: A discussion of the difficulties experienced by student. **American Journal of Applied Sciences**, 10(5), 433-441.
- Pedaste, M., Mäeots, M., Siiman, L. A., de Jong, T., van Riesen, S. A., Kamp, E. T., Manoli, C. C., Zacharia, Z. and Tsourlidaki, E. (2015). Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle. **Educational research review**, 14, 47-61.
- Sheppard, K. (2006). High school students' understanding of titrations and related acid-base phenomena. **Chemistry Education Research and Practice**, 7(1), 32-45.
- Supasorn, S. (2015). Grade 12 Students' conceptual understanding and mental models of galvanic cells before and after learning by using small-scale experiments in conjunction with a model kit. **Chemical Education**, 16, 393-407.
- Treagust, D., Chittleborough, G. and Mamiala, T. (2003). The role of submicroscopic and symbolic representations in chemical explanations. **International Journal of Science Education**, 25(11), 1353-1368.
- Treagust, D., Won, M. and Chandrasegaran A. L. (2016). High school students' understanding of acid-base conception: An ongoing challenge for teacher. **International Journal of Environmental and Science Education**, 11(1), 9-27.