

## แนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารละลาย ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

### High School Students' Understanding of Solution Concepts

ลัดดาวัลย์ บุรณะ\* และจรรยา ดาสา\*\*

Laddawan Burana and Chanyah Dahsah

\* สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

\*\* สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

#### บทคัดย่อ

แนวคิดเรื่องสารละลายจัดเป็นแนวคิดพื้นฐานที่สำคัญในการเรียนเคมี และชีววิทยา รวมถึงการนำมาใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน อย่างไรก็ตามการประเมินผลสัมฤทธิ์ของนักเรียน เรื่องสารละลาย เน้นที่การคำนวณมากกว่าแนวคิด การวิจัยครั้งนี้จึงมีจุดมุ่งหมายเพื่อสำรวจแนวคิดวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเรื่อง สารละลาย ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 50 คน จากโรงเรียนชายล้วนแห่งหนึ่งย่านฝั่งธนบุรีที่เคยเรียนเนื้อหาเรื่อง สารละลาย มาก่อน เก็บข้อมูลโดยใช้แบบวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารละลาย ซึ่งเป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย จำนวน 16 ข้อ โดยให้นักเรียนเขียนอธิบายแนวคิด เรื่อง สารละลาย ซึ่งประกอบไปด้วย 7 แนวคิดหลัก คือ สารละลายและองค์ประกอบของสารละลาย ร้อยละหรือส่วนในร้อยละ ส่วนในล้านล้านและส่วนในพันล้านส่วน โมลาริตี โมแลลิตี เศษส่วนโมล และการเตรียมสารละลาย วิเคราะห์ข้อมูลโดยอ่านคำตอบของนักเรียนอย่างละเอียดแล้วนำมาจัดกลุ่มตามแนวคิด Abraham *et al.* (1994) ผลการวิจัยพบว่าจำนวนนักเรียนที่มีแนวคิดถูกต้องคิดเป็นร้อยละ 23 แนวคิดที่ถูกต้องบางส่วนคิดเป็นร้อยละ 32 แนวคิดที่ถูกต้องบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วนคิดเป็นร้อยละ 26 แนวคิดที่คลาดเคลื่อนคิดเป็นร้อยละ 4 และไม่เข้าใจหรือไม่มีแนวคิดคิดเป็นร้อยละ 15 ซึ่งเรื่องที่นักเรียนมีแนวคิดที่คลาดเคลื่อนไม่เข้าใจและไม่มีแนวคิดมากที่สุด คือเรื่อง โมลาริตี และโมแลลิตี ผลที่ได้จากการวิจัยได้ข้อเสนอแนะว่า ควรมีการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ เรื่อง สารละลาย เพื่อพัฒนาให้นักเรียนมีแนวคิดเรื่องสารละลายให้ถูกต้องมากยิ่งขึ้น ซึ่งจะได้นำไปใช้ในชีวิตประจำวันและเป็นพื้นฐานในการเรียนวิทยาศาสตร์เรื่องอื่น ๆ ต่อไป

**คำสำคัญ:** สารละลาย แนวคิดวิทยาศาสตร์ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เคมีเพิ่มเติม

#### Abstract

Solution concepts were one of the fundamental and important concepts for chemistry and biology, including the use in everyday life. However, the evaluation of students' achievement in solution topic focused on the calculations rather than concepts. The purpose of this research had to explore students' conceptual understanding about solution concepts. The participants were 50 high school students from a boy school in Thonburi district that had leaned solution concepts. The scientific concept questionnaire, which 16 open-ended items, was used to gather the information about students' conceptual understanding in seven solution concepts. These were solution and composition of the solution, percentage, part per million and part per billion, molarity, molality, mole fraction and solution preparation. The data was analyzed by coding and grouping using Abraham *et al.* (1994) ideas. The results found that 23 percent of students held sound understanding, 32 percent of students held partial understanding, 26 percent of students held partial understanding with a specific misconceptions, 4 percent of students held misconceptions and 15 percent of students do not have concept. The most difficulty concepts for most of the students were molarity and molality. The research results suggested that teaching and learning solution topic should promote students' conceptual understanding effectively, so that students are able to use these concepts in their daily lives and in the basic of learning other science concepts.

**Keywords:** Solution, Scientific Concept, High School, Additional Chemistry

## บทนำ

เป้าหมายหลักที่สำคัญในการจัดการเรียนรู้สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (The Ministry of Education, 2008) คือ การพัฒนานักเรียนให้มีความรู้ความเข้าใจในหลักการทางวิทยาศาสตร์ มีความสนใจในการเรียนวิทยาศาสตร์และตระหนักถึงความสำคัญและความจำเป็นของการเรียนวิทยาศาสตร์สามารถนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหาที่เป็นประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิตได้ ดังนั้นการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ต้องเน้นให้นักเรียนมีแนวคิดที่ถูกต้อง เพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการดำรงชีวิตหรือการพัฒนาชุมชนและสังคม แต่จากการทดสอบผลสัมฤทธิ์วิชาเคมีของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ระดับชาติ พบว่านักเรียนกว่า ร้อยละ 60 ยังมีคะแนนอยู่ในในช่วง 20.01 - 40.00 คะแนน ถือว่าเป็นคะแนนที่ค่อนข้างต่ำ (National Institute of Educational Testing Service, 2015) ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของนักการศึกษาหลายท่านที่ศึกษาเกี่ยวกับความเข้าใจในเนื้อหาวิชาเคมีพบว่านักเรียนยังมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนในแนวคิดทางเคมีหลายแนวคิด เช่น อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี (Pramchoo, 2010) สมดุลเคมี (Chaiyen *et al.*, 2007) กรด-เบส (Suksawang, 2006) ปริมาณสารสัมพันธ์ ซึ่งรวมถึงมวลอะตอม โมล สารละลาย และปฏิกิริยาเคมี (Dahsah *et al.*, 2006)

สารละลาย ถือว่าเป็นแนวคิดพื้นฐานหนึ่งที่มีความสำคัญสำหรับการเรียนรายวิชาเคมีคำนวณ (Pramchoo, 2010; langubol, 2012) เนื่องจากเป็นพื้นฐานในการเรียนแนวคิดอื่นในรายวิชาเคมี เช่น อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ของแข็ง ของเหลวและแก๊ส สมดุลเคมีและกรด-เบส เป็นต้น จากงานวิจัยของ Dahsah *et al.*, (2006) พบว่านักเรียนมีแนวคิดที่ไม่ถูกต้องเกี่ยวกับการเปรียบเทียบความเข้มข้นของสารละลายจากสารละลายที่มีความเข้มข้นและปริมาตรแตกต่างกัน นักเรียนสามารถระบุสารละลายที่มีความเข้มข้นสูงที่สุดได้แต่ยังไม่สามารถเชื่อมโยงไปถึงปริมาณของตัวละลายที่แตกต่างกัน นักเรียนเข้าใจว่าสารละลายที่มีจำนวนโมลของตัวละลายมากที่สุดมีความเข้มข้นสูงที่สุดโดยไม่ได้คำนึงถึงปริมาณของตัวทำละลายหรือสารละลาย อีกทั้งยังพบว่านักเรียนยังมีแนวคิดที่คลาดเคลื่อนในเรื่องของความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยต่าง ๆ เป็นจำนวนถึงร้อยละ 70 (Dahsah and Coll, 2008) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Takin *et al.* (2004) และ Krause and Tasooji (2007) ที่พบว่านักเรียนจำนวนมากมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน

เกี่ยวกับการละลาย โดยนักเรียนร้อยละ 64 ไม่เข้าใจและไม่สามารถอธิบายเกี่ยวกับการละลายของโซเดียมคลอไรด์ อีกทั้งนักเรียนอีกร้อยละ 49 ยังไม่สามารถคำนวณหาปริมาตรของสารละลายซึ่งมาจากปริมาตรของตัวทำละลายและตัวถูกละลายได้ (Takin *et al.*, 2004; Krause & Tasooji, 2007) สำหรับความสามารถในการแก้ปัญหาเรื่อง สารละลาย พบว่า นักเรียนนิยมใช้สูตรในการคำนวณความเข้มข้นของสาร มากกว่าการเข้าใจความหมายของหน่วยสารละลายต่าง ๆ นักเรียนไม่สามารถอธิบายสัญลักษณ์ต่าง ๆ ที่มีอยู่ในสูตรที่ตนเองใช้ได้ทำให้แทนค่าผิด ซึ่งสาเหตุที่สำคัญคือ นักเรียนขาดแนวคิดที่ถูกต้องหรือมีแนวคิดคลาดเคลื่อน เรื่อง สารละลาย (Dahsah *et al.*, 2006)

ผู้วิจัยหลายท่านได้ศึกษาและพบว่านักเรียนคิดว่าวิชาเคมีเป็นวิชาที่เรียนเข้าใจได้ยาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งเป็นวิชาที่เกี่ยวข้องกับการคำนวณ เช่น ปริมาณสารสัมพันธ์ อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี สมดุลเคมี และกรด-เบส (Pramchoo, 2010; langubol, 2012) เนื่องจากการเรียนในห้องเรียนมักจะเรียนโดยใช้สัญลักษณ์ เน้นการคำนวณโดยใช้สูตรมากกว่าการสอนให้เข้าใจแนวคิดทำให้นักเรียนมักจะจดจำหลักการต่าง ๆ ในรูปสัญลักษณ์ และไม่เชื่อมโยงไปยังระดับมหภาค และจุลภาค จึงทำให้นักเรียนเกิดแนวคิดที่คลาดเคลื่อนในเคมีเป็นอย่างมาก และไม่สามารถแก้โจทย์ปัญหาที่ยุ่งยากและซับซ้อนได้ โดยการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนส่วนใหญ่พบว่านักเรียนนิยมใช้สูตรในการคำนวณหาความเข้มข้นของสาร มากกว่าการเข้าใจความหมายของหน่วยสารละลายต่าง ๆ หรือการใช้แนวคิด และเมื่อพบโจทย์ที่ซับซ้อนนักเรียนจะไม่สามารถแก้โจทย์ปัญหาได้เลย เพราะนักเรียนไม่มีแนวคิดในเรื่องนั้น ๆ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Takin *et al.* (2004) และ Dahsah *et al.* (2006) โดยผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่าการเรียนการสอนที่มุ่งเน้นให้นักเรียนฝึกทำโจทย์ปัญหาโดยขาดการเรียนการสอนที่เน้นความเข้าใจแนวคิดที่สำคัญนั้นทำให้นักเรียนมีความคิดคลาดเคลื่อน อีกทั้งยังไม่ช่วยให้นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาที่เกี่ยวข้องได้

ซึ่งผลจากการศึกษางานวิจัยต่าง ๆ สอดคล้องกับประสบการณ์การสอนของผู้วิจัย ซึ่งเป็นครูผู้สอนเคมีในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย พบว่านักเรียนมักจะมีแนวคิดคลาดเคลื่อนในเคมีหลายเรื่องรวมถึง เรื่อง สารละลาย โดยในเรื่องสารละลายนักเรียนมักจะละเลยความเข้าใจในแนวคิด มุ่งการใช้สูตรเพื่อแก้ปัญหา แต่ก็ไม่สามารถแก้ปัญหที่ซับซ้อนหรือพลิกแพลงได้ ซึ่งเป็นผลมาจากนักเรียนขาดความเข้าใจในแนวคิดและขาดความสามารถใน

การแก้โจทย์ปัญหา อย่างไรก็ตามพบว่า งานวิจัยที่สำรวจแนวคิดเรื่องสารละลายยังไม่พบโดยตรงมีเพียงแทรกเป็นส่วนหนึ่งของหัวข้อใหญ่อื่น ๆ เช่น ปริมาณสารสัมพันธ์ ดังนั้นในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะสำรวจแนวคิด เรื่องสารละลาย ของนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เพื่อข้อมูลที่ได้จะเป็นแนวทางในการนำไปใช้พัฒนาและจัดการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับนักเรียน ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนเกิดความเข้าใจและมีแนวคิดที่ถูกต้องในเรื่องนี้อย่างแท้จริง และสามารถนำแนวคิดและความรู้ที่ได้ไปใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาและเป็นพื้นฐานของการเรียนเคมีในเรื่องต่อไปได้อย่างถูกต้อง

### วิธีการดำเนินงานวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยเชิงสำรวจ โดยเป็นการสำรวจแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารละลาย จากนักเรียนที่เคยเรียน เรื่อง สารละลายมาแล้วเพื่อให้ได้ข้อมูลที่สามารถนำมาอธิบายแนวคิดของนักเรียนในเรื่อง สารละลาย และสามารถนำไปอ้างอิงกับกลุ่มตัวอย่างที่มีลักษณะใกล้เคียงกัน โดยมีรายละเอียดของกลุ่มที่ศึกษา เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูลดังต่อไปนี้

### กลุ่มที่ศึกษา

กลุ่มที่ศึกษาได้แก่ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ ที่ผ่านการเรียนเรื่อง สารละลายมาแล้วในช่วงต้นของภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 จากโรงเรียนชายล้วนแห่งหนึ่งย่านฝั่งธนบุรี จำนวน 50 คน

### เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย คือ แบบวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารละลาย เป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย จำนวน 16 ข้อ โดยใช้เวลาในการทำข้อสอบ 60 นาที ซึ่งประกอบด้วย เนื้อหา 7 หัวข้อ คือ สารละลายและ

องค์ประกอบของสารละลาย ร้อยละหรือส่วนในร้อยละ ส่วนในล้านส่วนและส่วนในพันล้านส่วน โมลาริตี โมแลลริตี เศษส่วนโมล และการเตรียมสารละลาย

การพัฒนาแบบวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารละลาย เริ่มต้นจากการวิเคราะห์หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และวิเคราะห์ตัวชี้วัด สร้างตารางวิเคราะห์โครงสร้าง และรายการแนวคิดที่ต้องการวัดและประเมิน สร้างข้อคำถามและกรอบของคำถาม ศึกษาหนังสือ เอกสารและงานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับวิธีการสร้างแบบวัดแนวคิดและเทคนิคการเขียนข้อคำถามแบบปลายเปิด ดำเนินการสร้างแบบวัดแนวคิด เรื่อง สารละลาย นำแบบวัดแนวคิดที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและความเหมาะสมของเนื้อหาแล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ นำแบบวัดแนวคิดที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์อีกครั้ง เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของแนวคิด ความเหมาะสมของข้อคำถามและคำตอบ ตามคำแนะนำให้ปรับปรุงและแก้ไขนำแบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ทุกฉบับที่ผ่านการแก้ไขแล้วไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา โดยการประเมินความคิดเห็นเกี่ยวกับความสอดคล้องของผลการเรียนรู้ ความถูกต้องของข้อคำถามและคำตอบ และความเหมาะสมของข้อคำถามและคำตอบ นำมาวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) นำแบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารละลาย ที่ปรับปรุงแก้ไขเรียบร้อยแล้ว ไปทดลองใช้ (try out) กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่ไม่ใช่กลุ่มเป้าหมายและมีลักษณะคล้ายคลึงกับกลุ่มเป้าหมายของโรงเรียนชายล้วนแห่งหนึ่งฝั่งธนบุรี จำนวน 50 คน เพื่อตรวจสอบแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารละลาย ความเข้าใจทางด้านภาษาและข้อคำถามแต่ละข้อตลอดจนตรวจสอบเวลาที่เหมาะสมในการทำแบบวัด

ตารางที่ 1 วิเคราะห์ข้อสอบแบบวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารละลาย

หัวข้อของเนื้อหา	ผลการเรียนรู้	จำนวนข้อสอบ
สารละลายและองค์ประกอบของสารละลาย	อธิบายความหมายชนิดของสารละลายและองค์ประกอบของสารละลายได้	2
ร้อยละหรือส่วนในร้อยละ	อธิบายความหมายของหน่วยความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยร้อยละและคำนวณหาความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยร้อยละได้	3
ส่วนในล้านส่วนและส่วนในพันล้านส่วน	อธิบายความหมายของหน่วยความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยส่วนในล้านส่วน ส่วนในพันล้านส่วนและคำนวณหาความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยส่วนในล้านส่วนและส่วนในพันล้านส่วนได้	2

ตารางที่ 1 (ต่อ)

หัวข้อของเนื้อหา	ผลการเรียนรู้	จำนวนข้อสอบ
โมลาริตี	อธิบายความหมายของหน่วยความเข้มข้นของสารละลาย ในหน่วย โมลาริตี และคำนวณหาความเข้มข้นของสารละลายในหน่วย โมลาริตีได้	3
โมแลลิตี	อธิบายความหมายของหน่วยความเข้มข้นของสารละลาย ในหน่วย โมแลลิตีและคำนวณหาความเข้มข้นของสารละลายในหน่วย โมแลลิตีได้	1
เศษส่วนโมล	อธิบายความหมายของหน่วยความเข้มข้นของสารละลายในหน่วย เศษส่วนโมลและคำนวณหาความเข้มข้นของสารละลายในหน่วย เศษส่วนโมลได้	2
การเตรียมสารละลาย	เตรียมสารละลายให้มีความเข้มข้นและปริมาตรตามที่ต้องการได้	3
	<b>รวม</b>	<b>16</b>

### การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยทำหนังสือราชการถึงผู้อำนวยการโรงเรียน เพื่อขออนุญาตในการดำเนินการเก็บข้อมูล ในช่วงเดือน พฤศจิกายน พ.ศ. 2559 ซึ่งผู้วิจัยทำหน้าที่เป็นผู้เก็บข้อมูล ด้วยตนเองจากนักเรียนที่ผู้วิจัยเป็นผู้สอนสอนเอง ใน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ ที่ ผ่านการเรียน เรื่อง สารละลาย มาแล้วในช่วงต้นของภาค เรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 50 คน ทำแบบวัด แนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารละลาย โดยใช้เวลา 60 นาที ซึ่งผู้วิจัยได้รับแบบวัดคืนมาทั้งหมด จำนวน 50 ฉบับ คิด เป็นร้อยละ 100

### การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยรวบรวมแบบวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารละลาย จากนั้นตรวจให้คะแนนแบบวัดแนวคิดทาง วิทยาศาสตร์ เรื่อง สารละลาย ซึ่งมีลักษณะเป็นแบบ ปลายเปิดหรือแบบอัตนัย วิเคราะห์คำตอบเป็นรายชื่อ แปลผลจากคำตอบและจัดกลุ่มแนวคิดโดยปรับปรุงจาก เกณฑ์การจัดกลุ่มแนวคิดตามรูปแบบของอับราฮัมและ คณะ (Abraham et al., 1994) ซึ่งแบ่งรายละเอียดของการ จัดกลุ่มแนวคิด 5 กลุ่ม ตามความสอดคล้องกับแนวคิด วิทยาศาสตร์ ดังนี้

1. แนวคิดที่ถูกต้อง (Sound understanding: SU) หมายถึง คำตอบที่แสดงให้เห็นถึงความเข้าใจในแนวคิดทาง วิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องทั้งหมด
2. แนวคิดที่ถูกต้องบางส่วน (Partial understanding: PU) หมายถึง คำตอบที่แสดงให้เห็นถึง ความเข้าใจในแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องบางส่วน

3. แนวคิดถูกต้องบางส่วนและคลาดเคลื่อน บางส่วน (Partial understanding with a specific misconception: PU/SM) หมายถึง คำตอบที่แสดงให้เห็น ถึงความเข้าใจในแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องบางส่วน และคลาดเคลื่อนจากแนวคิดทางวิทยาศาสตร์บางส่วน

4. แนวคิดคลาดเคลื่อน (Specific misconception: SM) หมายถึง การตอบที่ไม่ถูกต้องตามแนวคิดทาง วิทยาศาสตร์

5. ไม่เข้าใจหรือไม่มีแนวคิด (No understanding or no conception: NU/NO) หมายถึง ไม่ตอบคำถาม ตอบซ้ำกับคำถาม คำตอบไม่เกี่ยวข้องหรืออธิบายไม่ชัดเจน ไม่มีการอธิบายเหตุผลของคำตอบ

จากนั้นตรวจให้คะแนนโดยใช้เกณฑ์ การให้คะแนน คือ แนวคิดถูกต้อง 3 คะแนน แนวคิดที่ถูกต้องบางส่วน 2 คะแนน แนวคิดที่ถูกต้องบางส่วนและคลาดเคลื่อน บางส่วน 1 คะแนน แนวคิดคลาดเคลื่อน 0 คะแนน และไม่เข้าใจหรือไม่มีแนวคิด 0 คะแนน จากนั้นผู้วิจัยนำ คำตอบของนักเรียนมาจัดกลุ่มแนวคิดและหาร้อยละ คำตอบของนักเรียนในแต่ละกลุ่มความคิด

### ผลการวิจัย

ผลการวิเคราะห์แนวคิดวิทยาศาสตร์ของนักเรียน เรื่อง สารละลาย ในหัวข้อ สารละลายและองค์ประกอบ ของสารละลาย ร้อยละหรือส่วนในร้อยละ ส่วนในล้านส่วน และส่วนในพันล้านส่วน โมลาริตี โมแลลิตี เศษส่วนโมล และการเตรียมสารละลาย แสดงได้ดังตาราง 2

ตารางที่ 2 จำนวนและร้อยละของนักเรียนที่มีต่อแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารละลาย ในกลุ่มต่าง ๆ

ประเด็นที่ศึกษา	จำนวนนักเรียน [ร้อยละ] N = 50				
	SU*	PU*	PU/SM*	SM*	NU/NO*
สารละลายและองค์ประกอบของสารละลาย	32 [64.00]	12 [24.00]	6 [12.00]	0 [0.00]	0 [0.00]
ร้อยละหรือส่วนในร้อยละ	0 [0.00]	13 [26.00]	32 [64.00]	0 [0.00]	5 [10.00]
ส่วนในล้านส่วนและส่วนในพันล้านส่วน	22 [44.00]	15 [30.00]	7 [14.00]	1 [2.00]	5 [10.00]
โมลาริตี	0 [0.00]	15 [30.00]	10 [20.00]	7 [14.00]	18 [36.00]
โมแลลิตี	5 [10.00]	11 [22.00]	13 [26.00]	6 [12.00]	15 [30.00]
เศษส่วนโมล	19 [38.00]	18 [36.00]	7 [14.00]	0 [0.00]	5 [10.00]
การเตรียมสารละลาย	3 [6.00]	29 [58.00]	15 [30.00]	0 [0.00]	3 [6.00]

\* หมายเหตุ: SU หมายถึง แนวคิดที่ถูกต้อง

PU หมายถึง แนวคิดที่ถูกต้องบางส่วน

PU/SM หมายถึง แนวคิดถูกต้องบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน

SM หมายถึง แนวคิดคลาดเคลื่อน

NU/NO หมายถึง ไม่เข้าใจหรือไม่มีแนวคิด

โดยแต่ละหัวข้อมีรายละเอียด ดังนี้

#### สารละลายและองค์ประกอบของสารละลาย

แนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารละลายและองค์ประกอบของสารละลาย คือ สารละลายเป็นสารเนื้อเดียว เตรียมได้จากการผสมสารตั้งแต่สองชนิดขึ้นไปเข้าด้วยกันสำหรับสารละลายที่ตัวทำละลายและตัวถูกละลายมีสถานะเดียวกัน จะถือว่าสารที่มีปริมาณมากกว่าเป็นตัวทำละลาย แต่ถ้าสถานะต่างกันสารที่มีสถานะเดียวกับสารละลายจัดเป็นตัวทำละลาย ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจเมื่อนักเรียนอธิบาย ตัวถูกละลายและตัวทำละลายจากสถานการณ์ที่กำหนดแสดงให้เห็นว่านักเรียนส่วนมากร้อยละ 64.00 มีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง โดยนักเรียนเหล่านี้ สามารถระบุตัวถูกละลาย ตัวทำละลายได้ถูกต้อง และอธิบายเหตุผลได้ว่าตัวถูกละลายและตัวทำละลายในสารละลายที่มีสถานะเดียวกัน สารที่มีปริมาณมากกว่าจะเป็นตัวทำละลายและสารที่มีปริมาณน้อยกว่าจะเป็นตัวถูกละลาย ขณะที่นักเรียนร้อยละ 24.00 มีแนวคิดที่ถูกต้องบางส่วน ซึ่งสามารถระบุตัวถูกละลาย และตัวทำละลายได้แต่ไม่สามารถอธิบายเหตุผลได้ว่าหลักในการพิจารณาตัวถูกละลายและตัวทำละลายเป็นอย่างไร และนักเรียนอีกส่วนหนึ่งร้อยละ 12.00 มีแนวคิดที่ถูกต้องบางส่วน และคลาดเคลื่อนบางส่วน โดยระบุตัวถูกละลายและตัวทำละลายไม่ถูกต้อง เช่น ระบุสารที่มีปริมาณมากเป็นตัวถูกละลายและสารที่มีปริมาณน้อยเป็นตัวทำละลาย เป็นต้น

#### ร้อยละหรือส่วนในร้อยละ

แนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง ร้อยละหรือส่วนในร้อยละ ที่คาดหวังสำหรับงานวิจัยนี้ คือ มวลของตัวถูกละลายหรือมวลของสิ่งที่ต้องการทราบที่ละลายในสารละลาย 100 หน่วยมวลเดียวกัน ซึ่งสารที่มีมวลของตัวทำละลายเท่ากันสารที่มีมวลของตัวถูกละลายมากกว่าจะมีความเข้มข้นมากกว่า ซึ่งแนวคิดนี้ไม่มีนักเรียนที่มีแนวคิดที่ถูกต้องเลย และมีนักเรียนจำนวนร้อยละ 26.00 มีแนวคิดที่ถูกต้องบางส่วน โดยสามารถเปรียบเทียบความเข้มข้นของสารละลายจากสถานการณ์ที่กำหนดได้ถูกต้องแต่ไม่อธิบายเหตุผล ซึ่งกล่าวว่า ตะกั่วบัตกรีแบบที่ 1 ที่มีส่วนผสมของดีบุก:ตะกั่ว เป็น 60:40 โดยมวลมีความเข้มข้นในหน่วยร้อยละโดยมวลมากกว่าตะกั่วบัตกรีแบบที่ 2 ที่มีส่วนผสมของดีบุก:ตะกั่ว เป็น 63:37 โดยมวล แต่ไม่อธิบายเหตุผลว่าเพราะเหตุใดความเข้มข้นถึงต่างกัน และนักเรียนส่วนมากร้อยละ 64.00 มีแนวคิดที่ถูกต้องบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน ซึ่งสามารถระบุความเข้มข้นของตะกั่วแบบที่ 1 ที่มีความเข้มข้นมากกว่าแบบที่ 2 แต่กล่าวเพียงว่ามีสัดส่วนที่มากกว่า แต่ไม่ได้กล่าวว่ามีสัดส่วนของสารใดมากกว่า และบางส่วนตอบว่าแบบที่ 1 มีความเข้มข้นมากกว่าเพราะมีจำนวนดีบุกมากกว่า และมีนักเรียนร้อยละ 10 ไม่เข้าใจแนวคิดหรือไม่ตอบ ซึ่งไม่ระบุคำตอบใด ๆ ลงไป แสดงให้เห็นว่านักเรียนไม่เข้าใจและไม่มีแนวคิดในเรื่องร้อยละหรือหน่วยในร้อยละ

### ส่วนในล้านส่วนและส่วนในพันล้านส่วน

แนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง ส่วนในล้านส่วนและส่วนในพันล้านส่วน คือ ความเข้มข้นในหน่วย ppm หรือส่วนในล้านส่วน เป็นหน่วยที่บอกปริมาณตัวละลายเป็นมวลหรือเป็นปริมาตรที่ละลายในสารละลาย 1 ล้านหน่วย ซึ่งความเข้มข้นของสารละลายเท่ากันสารที่มีปริมาณมากจะมีตัวละลายมาก โดยแนวคิดนี้นักเรียนส่วนมากร้อยละ 44.00 มีแนวคิดที่ถูกต้อง ที่สามารถระบุสารละลายผักบุ้ง 100 กรัม จะมีปริมาณตะกั่วมากกว่าสารละลายผักบุ้ง 10 กรัม ถ้ามีความเข้มข้นเท่ากัน และอธิบายเหตุผลได้ว่า สารที่มีปริมาณมากจะมีตัวละลายมาก และมีนักเรียนส่วนหนึ่ง ร้อยละ 30 มีแนวคิดที่ถูกต้องบางส่วนที่สามารถระบุได้แค่ว่าสารละลายผักบุ้ง 100 กรัม มีปริมาณตะกั่วที่พบมากกว่าสารละลายผักบุ้ง 10 กรัม และมีนักเรียนบางส่วน ร้อยละ 14 มีแนวคิดที่ถูกต้องบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน ที่กล่าวเพียงว่าปริมาณของสารละลายผักบุ้งต่างกันเพราะปริมาณสารละลายที่นำมาตรวจสอบต่างกัน แต่จะพบในอัตราส่วนเท่าๆกัน

### โมลาริตี

แนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง โมลาริตี เป็นเรื่องที่สำคัญของแนวคิดเรื่อง สารละลาย เนื่องจากเป็นแนวคิดที่นำไปต่อยอดเนื้อหาวิชาเคมีเรื่องอื่น ๆ ความหมายของโมลาริตี คือ จำนวนโมลของตัวละลายที่ละลายในสารละลาย 1 ลูกบาศก์เดซิเมตร ซึ่งแนวคิดนี้ไม่มีนักเรียนที่มีแนวคิดที่ถูกต้อง และมีนักเรียนจำนวน ร้อยละ 30.00 มีแนวคิดที่ถูกต้องบางส่วน สามารถระบุเปรียบเทียบความเข้มข้นในหน่วยโมลาริตีได้แต่ไม่อธิบายเหตุผล และนักเรียน ร้อยละ 20 มีแนวคิดที่ถูกต้องบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน ที่เข้าใจว่าความเข้มข้นในหน่วยโมลาริตีที่ปริมาตรสารละลายเท่ากันจำนวนโมลเท่ากัน จะมีความเข้มข้นเท่ากัน แต่เมื่อลดปริมาณตัวทำละลายลงโดยที่จำนวนโมลตัวละลายเท่าเดิมจะทำให้ความเข้มข้นลดลง ซึ่งที่ถูกต้องคือ เมื่อลดปริมาณตัวทำละลายลง โดยที่จำนวนโมลตัวละลายเท่าเดิม จะทำให้ความเข้มข้นของสารละลายมากขึ้น และบางส่วนเข้าใจว่าความเข้มข้นในหน่วยโมลาริตีเทียบมวลตัวละลายกับปริมาตรสารละลาย ซึ่งที่ถูกต้องต้องเป็นการเทียบกับจำนวนโมลตัวละลายกับปริมาตรสารละลาย 1 ลิตร และมีนักเรียน อีกร้อยละ 14 มีแนวคิดที่คลาดเคลื่อน คือไม่เข้าใจว่าความเข้มข้นในหน่วยโมลาริตี เป็นการเทียบจำนวนโมลตัวละลาย แต่เทียบกับปริมาตรตัวทำละลาย โดยไม่ได้นำปริมาตรตัวละลายและปริมาตรตัวทำละลายมารวมกันซึ่งได้เป็นปริมาตรสารละลาย ซึ่งทำให้เปรียบเทียบ

ความเข้มข้นได้ไม่ถูกต้อง และนักเรียนส่วนมาก ร้อยละ 36 ไม่เข้าใจและไม่มีแนวคิดในเรื่อง โมลาริตี

### โมลลิตี

แนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง โมลลิตี คือ จำนวนโมลของตัวละลายที่ละลายในตัวทำละลาย 1 กิโลกรัม ซึ่งแนวคิดนี้นักเรียนส่วนมาก ร้อยละ 30 ไม่เข้าใจหรือไม่มีแนวคิด คือตอบไม่ตรงคำถามและไม่ตอบ และมีนักเรียน ร้อยละ 12 มีแนวคิดที่คลาดเคลื่อน ซึ่งอธิบายความหมายในหน่วยนี้ เป็นการเทียบมวลตัวละลายกับมวลของสารละลาย และนักเรียนบางส่วนร้อยละ 26 มีแนวคิดที่ถูกต้องบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วนที่สามารถระบุความเข้มข้นในหน่วยโมลลิตีได้ แต่อธิบายเหตุผลไม่ถูกต้อง คือเปรียบเทียบจำนวนโมลตัวละลายกับปริมาตรของสารละลาย ซึ่งผู้วิจัยคิดว่านักเรียนสับสนในเรื่องแนวคิดของโมลาริตี และ โมลลิตี เนื่องจากแนวคิดในเรื่อง โมลลิตี หมายถึงจำนวนโมลตัวละลาย ในตัวทำละลายมวล 1 กิโลกรัม แต่ โมลาริตี หมายถึง จำนวนโมลตัวละลาย ในสารละลายปริมาตร 1 ลิตร

### เศษส่วนโมล

แนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง เศษส่วนโมล คือ อัตราส่วนจำนวนโมลของสารนั้นต่อจำนวนโมลรวมของสารทั้งหมดในสารละลาย ซึ่งนักเรียนส่วนมากร้อยละ 40 มีแนวคิดที่ถูกต้อง โดยเข้าใจแนวคิดของเรื่องเศษส่วนโมล ว่าเป็นการเปรียบเทียบจำนวนโมลของสารที่ต้องการทราบเทียบกับจำนวนโมลรวมทั้งหมด และสามารถเปรียบเทียบกับสารใดมีเศษส่วนโมลมากที่สุด คือ เมื่อสารนั้นมีจำนวนโมลมาก จะทำให้มีเศษส่วนโมลมาก และนักเรียน ร้อยละ 36 มีแนวคิดที่ถูกต้องบางส่วน คือเปรียบเทียบเศษส่วนโมลได้ถูกต้องแต่ไม่อธิบายแนวคิด และนักเรียนร้อยละ 14 มีแนวคิดที่ถูกต้องบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน ที่สามารถเปรียบเทียบเศษส่วนโมลของสารได้ถูกต้องว่าสารใดมีเศษส่วนโมล โดยดูจากจำนวนโมลของสารนั้น แต่อธิบายเหตุผลไม่ถูกต้อง ซึ่งอธิบายความเข้มข้นในหน่วยเศษส่วนโมล เป็นอัตราส่วนของจำนวนโมลที่ต้องการทราบเทียบกับจำนวนโมลของสารนั้น โดยไม่ได้เทียบกับจำนวนโมลของสารทั้งหมด

### การเตรียมสารละลาย

แนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง การเตรียมสารละลาย คือ สารละลายที่เตรียมไว้ หากเพิ่มตัวทำละลายจะทำให้สารละลายมีความเข้มข้นน้อยลง เนื่องจากปริมาตรสารละลายจะเพิ่มขึ้นแต่ปริมาณตัวละลายเท่าเดิม ซึ่ง

นักเรียนส่วนใหญ่ ร้อยละ 58 มีความคิดที่ถูกต้องบางส่วน ซึ่งสามารถระบุได้ว่าถ้าเพิ่มตัวละลายลงไปในการละลายที่มีตัวทำละลายเท่าเดิมจะทำให้สารละลายมีความเข้มข้นมากขึ้น แต่ไม่อธิบายเหตุผล ซึ่งหากอธิบายเพิ่มเติม คือ หากตัวละลายเพิ่มขึ้นแต่ตัวทำละลายเท่าเดิม ความเข้มข้นของสารละลายจะเพิ่มมากขึ้น และมีนักเรียนร้อยละ 30 มีแนวคิดที่ถูกต้องบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน สามารถระบุได้ว่าสารละลายจะมีความเข้มข้นมากขึ้นถ้าเพิ่มตัวละลายแต่อธิบายเหตุผลไม่ถูกต้อง โดยกล่าวว่าตัวละลายเพิ่มขึ้นทำให้สารละลายมากขึ้น ความเข้มข้นของสารละลายจึงมากขึ้น หรือนักเรียนบางส่วนกล่าวว่าถ้าเพิ่มตัวละลายจะทำให้สารละลายมีปริมาตรมากขึ้นและความเข้มข้นมากขึ้น ถ้าลดตัวละลายจะทำให้ปริมาตรสารละลายลดลงและความเข้มข้นของสารละลายลดลง โดยไม่ได้เปรียบเทียบสัดส่วนระหว่างตัวละลาย และตัวทำละลาย ทำให้อธิบายเหตุผลได้ไม่ถูกต้อง และมีนักเรียนร้อยละ 6 ที่ไม่เข้าใจและไม่มีแนวคิด คือไม่เขียนอะไรลงไปในรูปแบบทดสอบ

### สรุปผลการวิจัย

ผลการวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่านักเรียนมีแนวคิด เรื่อง สารละลาย โดยเป็นแนวคิดที่ถูกต้อง (23 %) แนวคิดที่ถูกต้องบางส่วน (32 %) แนวคิดที่ถูกต้องบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน (26 %) แนวคิดที่คลาดเคลื่อน (4 %) และไม่มีเข้าใจหรือไม่มีแนวคิด (15 %) โดยพบแนวคิดที่ถูกต้องบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วนทุกแนวคิด และพบแนวคิดที่คลาดเคลื่อนรวมถึงไม่มีแนวคิด ได้แก่ เรื่อง ร้อยละหรือส่วนในร้อยละ ส่วนในล้านส่วนและส่วนในพันล้านส่วน โมลาริตี โมลลิตี เศษส่วนโมล และการเตรียมสารละลาย จำนวนนักเรียนมีแนวคิดที่คลาดเคลื่อนของแต่ละเรื่องแตกต่างกันออกไป ผลการวิจัยยังชี้ว่านักเรียนที่ผ่านการเรียน เรื่อง สารละลายมาแล้วยังมีแนวคิดที่คลาดเคลื่อนในเรื่องของสารละลาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งความเข้มข้นของสารละลาย ซึ่งสรุปได้ดังนี้

1. สามารถระบุได้ถูกต้องว่าสารละลายใดมีความเข้มข้นมากกว่า แต่ไม่สามารถอธิบายเหตุผลได้ว่ามีความเข้มข้นมากกว่าเพราะเหตุใด หรือมีความเข้มข้นมากกว่าเพราะมีสารใดมากกว่า
2. ความเข้มข้นในหน่วยโมลาริตี เป็นการเทียบจำนวนโมลตัวละลายกับปริมาตรตัวทำละลาย
3. ความเข้มข้นในหน่วยโมลาริตีเทียบมวลตัวละลายกับปริมาตรสารละลายโดยไม่ได้เปลี่ยนจากมวลของตัวละลายเป็นจำนวนโมลตัวละลาย

4. ความเข้มข้นในหน่วยโมลลิตีเป็นการเทียบมวลตัวละลาย กับ มวลของสารละลาย

5. ความเข้มข้นในหน่วยโมลลิตีเปรียบเทียบจำนวนโมลตัวละลายกับปริมาตรของสารละลาย

6. เศษส่วนโมลของสารที่ต้องการ มาจากการนำจำนวนโมลของสารนั้นเทียบกับสารละลาย ซึ่งไม่ได้อธิบายว่าเป็นจำนวนโมลของสารละลาย

7. ถ้าเพิ่มตัวละลายจะทำให้สารละลายมีปริมาตรมากขึ้นและความเข้มข้นมากขึ้น ถ้าลดตัวละลายจะทำให้ปริมาตรสารละลายลดลงและความเข้มข้นของสารละลายลดลง โดยไม่ได้เปรียบเทียบระหว่างตัวละลาย และตัวทำละลาย

### อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิจัยข้างต้นในแนวคิด เรื่อง สารละลาย ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ผ่านการเรียน เรื่อง สารละลายมาแล้ว พบว่า นักเรียนมีแนวคิดและความเข้าใจที่หลากหลายมีทั้งที่ถูกต้องบางส่วน หรือถูกต้องบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วนตลอดจนแนวคิดคลาดเคลื่อนไม่เข้าใจและไม่มีแนวคิด เช่นประเด็นเรื่องร้อยละหรือส่วนในร้อยละ พบนักเรียนที่มีแนวคิดที่ถูกต้องบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน (PU /SM) (64 %) โดยนักเรียนส่วนใหญ่สามารถระบุความเข้มข้นของตะกั่วบัตกรีแบบที่ 1 ที่มีความเข้มข้นมากกว่าแบบที่ 2 แต่กล่าวเพียงว่ามีสัดส่วนที่มากกว่าได้ถูกต้อง แต่อธิบายเหตุผลไม่ถูกต้องเนื่องจากระบุตัวละลายในสารละลายได้ไม่ถูกต้องในแบบที่ 1 และแบบที่ 2 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Calik (2005) ที่ได้ตรวจสอบแนวคิดของนักเรียนในเรื่องสารละลายเกี่ยวกับการละลายน้ำตาลในน้ำ โดยนักเรียนสามารถระบุว่าน้ำตาลคือตัวละลายและน้ำเป็นตัวทำละลาย โดยความเข้มข้นของสารละลายขึ้นอยู่กับปริมาณของน้ำ เพราะถ้าใช้น้ำมากสามารถละลายน้ำตาลได้มากเนื่องจากน้ำเป็นตัวทำละลายที่ดี และเมื่อให้นักเรียนเปรียบเทียบความเข้มข้นของสารละลายโดยให้ตัวละลายและตัวทำละลายที่แตกต่างกัน นักเรียนส่วนใหญ่ยังเปรียบเทียบและอธิบายเหตุผลไม่ถูกต้อง อีกทั้งนักเรียนมักเขียนสูตรและแทนตัวเลขเพื่อหาคำตอบแต่ก็ยังได้คำตอบไม่ถูกต้อง เนื่องจากนักเรียนขาดความเข้าใจในแนวคิดนั้นหรือที่มาของสูตรอย่างแท้จริง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Niaz (1995) ที่กล่าวว่านักเรียนส่วนใหญ่จะพยายามเลือกใช้สูตรในการแก้โจทย์ปัญหา แต่เมื่อใช้สูตรก็ยังไม่สามารถแก้โจทย์ปัญหาได้เนื่องจากนักเรียนไม่เข้าใจแนวคิดหรือไม่มีแนวคิดในเรื่อง

นั้น ๆ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Stavy (1990) ที่กล่าวว่า นักเรียนบางส่วนมีความสับสนแนวคิดของตัวละลายและตัวทำละลายในกรณีที่มีสถานะเป็นของแข็งและของเหลว ซึ่งแนวคิดที่สับสนของนักเรียนส่งผลต่อการแก้โจทย์ปัญหาไม่ได้

และนอกจากนี้ยังในประเด็นเรื่อง การเตรียมสารละลาย พบว่านักเรียนมีแนวคิดที่ถูกต้องบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน (PU/SM) (30 %) พบว่าในการเตรียมสารละลายที่มีความเข้มข้นต่างกันนักเรียนสามารถระบุความแตกต่างของความเข้มข้นของสารละลายได้เมื่อเติมตัวละลายหรือตัวทำละลายเพิ่มลงไป สารละลายและความเข้มข้นของสารละลายจึงเพิ่มขึ้น แต่ไม่สามารถอธิบายเหตุผลได้ถูกต้อง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Krause and Tasooji (2007) ที่กล่าวว่านักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดคลาดเคลื่อนที่ว่าสารละลายที่มีปริมาตรมากที่สุดจะมีความเข้มข้นที่สุด หรือสารละลายที่มีตัวละลายมากที่สุดจะมีความเข้มข้นมากที่สุด โดยที่ไม่ได้กล่าวถึงตัวละลายหรือตัวทำละลายเมื่อให้นักเรียนเปรียบเทียบความเข้มข้นของสารละลายนักเรียนกล่าวเพียงว่าสารที่มีจำนวนโมลมากจะมีความเข้มข้นมาก โดยไม่ได้กล่าวถึงตัวละลายและตัวทำละลายว่ามีความสัมพันธ์อย่างไร ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Dahsah *et al.* (2006) ที่กล่าวว่านักเรียนส่วนใหญ่กล่าวว่าสารละลายที่มีจำนวนโมลของตัวละลายมากที่สุด มีความเข้มข้นมากที่สุด โดยไม่คำนึงถึงปริมาณตัวทำละลายหรือสารละลาย

#### ข้อเสนอแนะ

ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่านักเรียนมีแนวคิดที่คลาดเคลื่อนหลายแนวคิด และมีแนวคิดที่ถูกต้องบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วนทุกแนวคิด ผลการวิจัยบ่งชี้ว่านักเรียนที่ผ่านการเรียนเรื่อง สารละลายมาแล้วยังมีแนวคิดคลาดเคลื่อนเรื่อง สารละลาย อยู่มากโดยเฉพาะ เรื่อง โมลาริตี และโมลลิตี แสดงว่าเป็นแนวคิดที่ยาก และจากการวิจัยพบว่านักเรียนนิยมใช้สูตรมาอธิบายแนวคิดโดยที่ยังไม่เข้าใจแนวคิดที่แท้จริง จึงทำให้นักเรียนไม่สามารถนำสูตรไปใช้ได้อย่างถูกต้องเหมาะสม ดังนั้นครูผู้สอนต้องตระหนักถึงความสำคัญในการพัฒนาการจัดการเรียนรู้เรื่อง สารละลายเพื่อพัฒนาแนวคิดของนักเรียนและช่วยให้นักเรียนมีแนวคิดที่ถูกต้องมากยิ่งขึ้น และมีการจัดกลุ่มแนวคิดของนักเรียนเพื่อให้ผู้สอนสามารถวิเคราะห์ได้ว่านักเรียนมีแนวคิดในแต่ละประเด็นเป็นอย่างไร ซึ่งการจัดกลุ่มแนวคิดในงานวิจัยดังกล่าวเป็นไปตามกลุ่มแนวคิดของ

Abraham *et al.* (1994) อีกทั้งผู้สอนจะต้องเลือกวิธีการที่เหมาะสมที่สุดที่สอดคล้องกับศักยภาพของนักเรียนเพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ที่เกิดแนวคิดที่แท้จริงไม่ใช่งานท่องจำ ทั้งนี้อาจต้องให้นักเรียนแสดงเหตุผลอธิบายเพิ่มเติมซึ่งจะเป็นวิธีการที่สามารถตรวจสอบแนวคิดวิทยาศาสตร์เรื่อง สารละลาย ของนักเรียนได้มากขึ้น ซึ่งจากผลที่ได้จากการวิจัยนี้อาจจะเป็นข้อมูลพื้นฐานที่ครูผู้สอนสามารถนำไปใช้เป็นแนวทางออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง สารละลายให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

#### References

- Abraham, M. R., Williamson, V. M. & Westbrook, S. L. (1994). A Cross-Age Study of the Understanding of Five Chemistry Concepts. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(2), 147-165.
- Chaiyen, Y., Pensri, B. W. & Naruemon, Y. T. (2007). Thai High School Students' Conceptions about Chemical Equilibrium. *Songklanakarinn Journal of Social Science and Humanities*, 13(4), 541-553.
- Calik, M. (2005). A cross-age study on the understanding of chemical solution and their components. *International Education Journal*, 6(1), 30-41.
- Dahsah, C., Sudjit, S. R., Sunan, S. & Naruemon, Y.K. (2006). Grade 10 and 11 Thai Students' Conception about Stoichiometry. *Kasetsart Journal of Social Sciences*, 27(2), 225-233.
- Dahsah, C. & Coll, R. K. (2008). Thai grade 10 and 11 Students' Understanding of Stoichiometry and related concepts. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 31(1), 1-29.
- langubol, R. N. (2012). *Development of Junior High School Students' Conception of Acids and Bases Using Scientific Inquiry Approach*. Bangkok: Kasetsart University. [in Thai]

- Krause, S. & Tasooji, A. (2007). Diagnosing students' Misconception and Saturation For Understanding Of Phase Diagrams. *Journal of American Society for Engineering Education*, 1 (1),1-12.
- National Institute of Educational Testing Service. (2015). *Ordinary National Education Test*. Retrieved from: <http://www.niets.or.th/th.pdf>.
- Niaz, M. (1995). Cognitive Conflict as a Teaching Strategy in Solving Chemistry Problems: A Dialectic-Constructivist Perspective. *Journal of Research in Science Teaching*, 32(1), 959-970.
- Pramchoo, J. (2010). *The Development of Context-Based Learning Activities about Rate of Reaction for Grade-11 Students*. Bangkok: Kasetsart University.[in Thai]
- Stavy, R. (1990). Pupils' problems in understanding conservation of mass. *International Journal of Science Education*, 12(5), 501-512.
- Suksawang, J. M. (2006). *A Study of Mathayomsuksa five students, conceptions and teacher's teaching behavior on acid-base at a school in Jutujak district, Bangkok*. Bangkok: Kasetsart University. [in Thai]
- Tekin, S. et al. (2004). Can I Teach Solubility Concept Trough Using Conceptual Change Texts More Effectively. *Journal of Turkish Science Education*,1(2), 47-48.
- The Ministry of Education. (2008). *The Basic Education Core Curriculum A.D. 2008*. Bangkok: Kurusapa Printing. [in Thai]