การสำรวจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารโคเวเลนต์และไอออนิก โดยใช้เทคนิคแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ร่วมกับบัตรแสดงพันธะเคมี

อัจฉรีรัตน์ ศิริ[1] ประนอม แซ่จึง[2] และกานต์ตะรัตน์ วุฒิเสลา[2,3*]

[1]หลักสูตรวิทยาศาสตร์ศึกษา [2]ภาควิชาเคมี และ [3]ศูนย์วิจัยและนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ศึกษา
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี 34190
[*]E-mail: karntarat.w@ubu.ac.th

รับบทความ: 21 พฤษภาคม 2558 ยอมรับตีพิมพ์: 25 พฤศจิกายน 2558

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ มโนมติที่คลาดเคลื่อน และมโนมติที่ผิดของนักเรียนที่เรียนด้วยเทคนิคแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ร่วมกับบัตรแสดงพันธะเคมี เรื่อง การเขียนสูตรและการเรียกชื่อของสารโคเวเลนต์และไอออนิก แบบแผนวิจัยเป็นแบบกลุ่มเดียวสอบก่อนเรียนและหลังเรียน กลุ่มที่ศึกษาในการวิจัยนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 32 คน ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบวัดผลสัมฤทธิ์แบบปรนัยชนิดตัวเลือก 2 ลำดับขั้น และแผนการจัดการเรียนรู้เทคนิคแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ร่วมกับบัตรแสดงพันธะเคมี บัตรนี้สร้างขึ้นจากพอลิโพรพิลีนบอร์ดประกอบด้วยบัตรแสดงพันธะไอออนิกและพันธะโคเวเลนต์ การวิเคราะห์ข้อมูลใช้ค่าเฉลี่ย ร้อยละ การทดสอบที และความก้าวหน้าทางการเรียน ผลการศึกษา พบว่า มโนมติที่ถูกต้องของนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยเทคนิคแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ร่วมกับสื่อการเรียนรู้บัตรแสดงพันธะเคมีเพิ่มขึ้นหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนที่ระดับนัยสำคัญ .05 ในขณะที่มโนมติที่คลาดเคลื่อนและมโนมติที่ผิดลดลง โดยการเขียนสูตรและการเรียกชื่อ นักเรียนมีความก้าวหน้าในเรื่องสารโคเวเลนต์มากกว่าสารไอออนิก สำหรับมโนมติคลาดเคลื่อนมากที่สุดคือเรื่องการอ่านชื่อสารโคเวเลนต์โดยนักเรียนอ่านเลขจำนวนอะตอมเป็นภาษากรีกไม่ถูกต้อง คิดเป็นร้อยละ 40.63 นักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 28.13 สามารถเขียนสูตรไอออนิก เพราะใช้ตัวเลขโรมันในการระบุประจุของเรพรีเซนเททีฟ

คำสำคัญ: เทคนิคแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ มโนมติ สารไอออนิก สารโคเวเลนต์ บัตรแสดงพันธะเคมี

Science Concept Survey on Covalent and Ionic Compounds of Students Learning through Students Team Achievement Division Incorporated with Chemical Bonding Cards

Atchareerat Siri[1], Pranorm Saejueng[2] and Karntarat Wuttisela[2,3*]

[1]Science Education Program [2]Department of Chemistry and [3]Research and Innovation in Science Education Center (RISE Center), Faculty of Science, Ubon Ratchathani University 34190, Thailand

[*]E-mail: karntarat.w@ubu.ac.th

Abstract

The purposes of this study were to survey good conceptions, alternative conceptions, and misconceptions of students who experienced with student team achievement division-based learning incorporated with chemical bonding cards (STAD & card) on nomenclature and writing formulas of covalent as well as ionic compounds. The one-group pretest-posttest design was employed. Research participants were 32 students of 10th grade studying in the first semester, academic year 2014. Research instruments were 2-tier multiple choice conceptual tests and STAD & card-based lesson plans. The cards created from a polypropylene board consisted of ionic and covalent cards. Data were analysed by means, percentage, *t*-test, and learning gain. Findings showed the good conceptions of students who had learnt through STAD & cards techniques were increased higher than the pretest at the significant level of .05, whereas the alternative conceptions and misconceptions were decreased. According to formula writing as well as nomenclature, students' learning gains on covalent compounds were greater than those of ionic compounds. The highest misconception, the nomenclature of covalent compounds by writing the incorrect Greek prefixes of compound names to denote the number of atoms, was 40.63%. In addition, students were unable to construct the ionic formula in 28.13% due to the use of Roman numerals to indicate the charge on representative elements.

Keywords: Student team achievement division (STAD), Conceptions, Ionic compounds, Covalent compounds, Chemical bonding cards

บทนำ

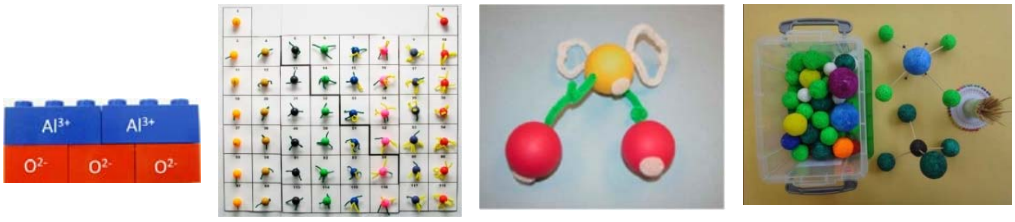
พันธะเคมีเป็นเนื้อหาที่มีความซับซ้อนและเกี่ยวกับปรากฏการณ์ในระดับจุลภาคที่ไม่สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่า (Inboonna, 1998) จึงทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนได้ง่าย เมื่อจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรักติวิซึม นักเรียนมีแนวคิดที่คลาดเคลื่อนหลังเรียนเรื่องการเขียนสูตรและการเรียกชื่อสารโคเวเลนต์และไอออนิกเท่ากับ 34.44% และ 25.56% ตามลำดับ (Chanfoo, 2011) นอกจากนี้กิจกรรมโมเดลการเรียนรู้ T5 แบบกระดาษ พบว่า ร้อยละมโนมติหลังเรียน เรื่องการเขียนสูตรและเรียกชื่อสารประกอบไอออนิก มีมโนมติถูกต้องร้อยละ 80 โดยเรียกไอออนบวกก่อน ตามด้วยไอออนลบ แล้วเปลี่ยนเสียงท้ายเป็น ไ-ด์ (-ide) และสามารถเขียนสูตรของสารประกอบไอออนิกจากสัญลักษณ์ของธาตุและเลขอะตอมที่กำหนดให้ได้ถูกต้อง ส่วนการอ่านชื่อสารประกอบโคเวเลนต์ มีร้อยละมโนมติที่ถูกต้องหลังเรียนเท่ากับ 58.59 ซึ่งนักเรียนสามารถเขียนสัญลักษณ์ของธาตุองค์ประกอบโดยเรียงลำดับธาตุได้ เมื่อกำหนดชนิดของธาตุหรือเลขอะตอมให้ นักเรียนสามารถเขียนสูตรและเรียกชื่อสารได้ถูกต้อง แต่ยังมีนักเรียนบางส่วนที่มีมโนมติคลาดเคลื่อนเรื่องการเขียนสูตรและเรียกชื่อสารโคเวเลนต์และไอออนิก คิดเป็นร้อยละ 29.29 และ 10.10 ตามลำดับ (Urasin and Supasorn, 2011) ดังในตาราง 1

ตาราง 1 แนวคิดและมโนมติที่คลาดเคลื่อนเรื่อง การเขียนสูตรและเรียกชื่อสารไอออนิกและโคเวเลนต์

สารประกอบ	การเขียนสูตร (Chanfoo, 2011)	การอ่านชื่อ (Urasin and Supasorn, 2011)
ไอออนิก	ระบุประจุผิด เช่น สูตรไอออนิกระหว่าง Mg กับ S เขียนเป็น MgS_2 โดยระบุประจุ Mg เป็น +2 แต่ประจุ S เป็น –1	1. ไม่เปลี่ยนเสียงท้ายเป็น ไ-ด์ 2. อ่านชื่อไอออนที่เป็นกลุ่มอะตอมของสารประกอบไอออนิกผิดบางส่วน
โคเวเลนต์	ใช้หลักการเดียวกับสารไอออนิกคือการไขว้ประจุ	1. ไม่เปลี่ยนเสียงท้ายเป็น ไ-ด์ 2. อ่านเลขจำนวนอะตอมเป็นภาษากรีกไม่ถูกต้อง

ดังนั้นเพื่อลดมโนมติที่คลาดเคลื่อน ผู้สอนต้องใช้แบบจำลองหรือสัญลักษณ์ต่าง ๆ ในการอธิบาย (Inboonna, 1998) รวมทั้งหาวิธีการที่สนุกเพื่อดึงดูดความสนใจ และสร้างสื่อการสอนที่จะแทนแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ (Witzel, 2002) ดังจะเห็นได้จากการใช้ตัวต่อ Lego ช่วยเพิ่มความเข้าใจในการเขียนสูตรเคมีของสารประกอบไอออนิกโดยใช้สีของแต่ละบล็อก เป็นรหัสบอกชนิดของประจุ ได้แก่ สีน้ำเงินแทนไอออนบวก สีแดงแทนไอออนลบ และประจุ 1, 2, 3 แทนด้วยบล็อก Lego ขนาดต่าง ๆ ที่สามารถต่อกันได้อย่างเฉพาะเจาะจง (ภาพที่ 1ก) จากนั้นทำให้สูตรสารประกอบไอออนิกเป็นกลาง โดยผู้เรียนต้องต่อ Lego เป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า และพิจารณาอัตราส่วนของบล็อกอย่างต่ำที่สุด และมีเงื่อนไขว่า บล็อกสีน้ำเงินจะต้องอยู่ “เป็นแถวเดียว” บล็อกสีแดงก็จะต้องอยู่แถวเดียวกันกับสีแดงเช่นกัน จากผลการศึกษาพบว่า กิจกรรมดังกล่าวนำมาใช้เพื่อแสดงให้เห็นแนวคิดทางเคมีในเรื่องการเขียนสูตรสารประกอบไอออนิก โดยนักเรียนที่ใช้กิจกรรมตัวต่อ Lego มีคะแนนหลังเรียน

สูงกว่านักเรียนที่ไม่ใช้กิจกรรม Lego อย่างมีนัยสำคัญ เนื่องจากนักเรียนเกิดความสนุกสนานระหว่างทำกิจกรรม แต่นักเรียนอาจมีแนวคิดคลาดเคลื่อนได้ เนื่องจากสารประกอบไอออนิก เป็นลักษณะของโครงผลึกร่างตาข่ายที่มีการต่อของไอออนบวกและไอออนลบอย่างต่อเนื่องเป็นรูปตาข่าย ซึ่งนักเรียนอาจเข้าใจผิดคิดว่า โครงสร้างไอออนิกเป็นแบบง่าย ๆ เหมือนโครงสร้างเล็ก ๆ ตาม Lego ที่ต่อ ดังนั้นควรพูดคุยกับนักเรียนหลังทำกิจกรรมและครูต้องให้นักเรียนตระหนักว่าสูตรสารประกอบไอออนิกที่ได้จากการต่อ Lego เป็นแค่อัตราส่วนน้อยที่สุดระหว่างไอออนบวกและไอออนลบ (Ruddick and Abby, 2012) เช่นเดียวกับที่นักเรียนเกิดความสับสนเกี่ยวกับสูตรสารประกอบไอออนิกจากคำศัพท์บางคำ โดยเข้าใจว่าสูตรสารประกอบไอออนิกเหมือนกับสูตรโมเลกุล (Coll and Taylor, 2001)



(ก) (ข) (ค) (ง)

ภาพที่ 1 การใช้สื่อวัสดุการสอนในการอธิบายเรื่องธาตุและสารประกอบ
(ก) การต่อ Lego เพื่อหาสูตรสารประกอบไอออนิกของ Al_2O_3
(ข) โมเดลลูกปิงปองกับการจัดหมวดหมู่ของอะตอมในตารางธาตุ
(ค) โมเดลปิงปองและลวดกำมะหยี่การสร้างพันธะระหว่างอะตอมของธาตุ
(ง) โมเดลโฟมและเข็มหมุดอธิบายรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์

นอกจากนี้ยังมีกิจกรรมการจัดหมวดหมู่ธาตุ โดยใช้ลูกปิงปองและลวดกำมะหยี่ (ภาพที่ 1ข) โดยในกิจกรรมมีการเตรียมโมเดลธาตุทั้งหมด 8 หมู่ ใส่ไว้ในถุงพร้อมตารางธาตุที่ยังไม่มีการวางธาตุลงไป จากนั้นให้ผู้เรียนร่วมกันจัดหมวดหมู่ธาตุทุกชนิดที่อยู่ในถุง ซึ่งในระหว่างนี้นักเรียนสังเกตจำนวนเวเลนซ์อิเล็กตรอนที่แสดงด้วยจำนวนลวดกำมะหยี่ รวมทั้งโมเดลนี้ยังสามารถใช้สาธิตความแตกต่างระหว่างพันธะโคเวเลนต์และไอออนิก เนื่องจากลวดกำมะหยี่เป็นสัญลักษณ์แทนอิเล็กตรอนสามารถเคลื่อนย้ายได้ แต่อย่างไรก็ตามโมเดลดังกล่าวมีข้อจำกัดในการทำนายว่าเมื่อไรจะเกิดเป็นพันธะไอออนิกหรือโคเวเลนต์ และการอธิบายขั้วของพันธะโคเวเลนต์ได้ (ภาพที่ 1ค) นอกจากนี้รูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ยังสามารถใช้โมเดลโฟมและเข็มหมุดในการจำลองอะตอมโมเลกุล ทำให้นักเรียนเห็นภาพได้ชัดเจนยิ่งขึ้นในทฤษฎี VSEPR ในระบบ AB และ ABE (ภาพที่ 1ง) ซึ่งจะส่งเสริมให้เกิดการอภิปรายร่วมกันระหว่างครู นักเรียน เพื่อนภายในกลุ่ม เกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างมุมพันธะ ความยาวพันธะและรูปร่างโมเลกุล รวมถึงโมเดลโฟมส่งเสริมกิจกรรมในชั้นเรียนที่แสดงให้เห็นแนวคิดที่ผิดเกี่ยวกับพันธะเคมี ผ่านการต่อโมเดลที่ใช้เวลาน้อยลง แต่กลับทำให้นักเรียน

ได้คิดมากขึ้น (Wuttisela, 2014) จะเห็นได้ว่าโมเดลอะตอมและสื่อการเรียนรู้ที่นักเรียนสามารถจับต้องได้เหล่านี้ช่วยให้ผู้เรียนเห็นสิ่งที่เกิดขึ้นระดับอะตอม ซึ่งอาจทำให้นักเรียนเข้าใจวิชาเคมีมากขึ้นส่งผลให้มีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนลดลงได้เป็นอย่างดี (Selco, 2013)

การสร้างมโนมติทางวิทยาศาสตร์ นอกจากใช้สื่อการเรียนรู้แล้ว เทคนิคแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (Students Team Achievement Division; STAD) ซึ่งเป็นเทคนิคหนึ่งในการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ โดยจุดเด่นของการเรียนร่วมมือเทคนิค STAD คือ การจัดกลุ่มนักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนต่างกัน ทำงานร่วมกัน เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ในการเรียนเดียวกัน โดยทุกคนต้องมีความรับผิดชอบต่อตนเองและต่องานส่วนรวมที่เป็นของกลุ่ม เพื่อให้กลุ่มมีความรู้ความเข้าใจไปในทางเดียวกันและพร้อม ๆ กัน โดยคนเก่งสามารถช่วยเหลือนักเรียนที่ปานกลางและอ่อนได้ (Maplai, 2010) นอกจากนี้ยังช่วยพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 ซึ่งให้ความสำคัญกับทักษะมากกว่าสาระการเรียนรู้ ให้นักเรียนได้เรียนรู้แบบร่วมมือกัน เรียนกันเป็นทีม และประเมินผลแบบใหม่โดยถามวิธีคิด (Panich, 2012) และทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น (Chantapan et al., 2011; Muangkeaw et al., 2010; Parasak and Wuttisela, 2013) จากข้อดีของกลวิธี STAD และสื่อ Lego ที่พัฒนามโนมติได้ ดังนั้นผู้วิจัยจึงใช้เทคนิคแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ร่วมกับบัตรแสดงพันธะเคมี (STAD & card) เพื่อสำรวจมโนมติเรื่อง การเขียนสูตรและเรียกชื่อของสารโคเวเลนต์และไอออนิก และปรับปรุงสื่อ Lego เป็นสื่อการสอนที่ทำจากพอลิโพรพิลีนบอร์ด เรียกว่า บัตรแสดงพันธะเคมี (chemical bonding cards) ซึ่งมีจุดเด่นโดยสอนได้ทั้งเรื่องสารโคเวเลนต์และไอออนิก ที่มีราคาถูกและหาได้ง่าย

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อสำรวจมโนมติที่ถูกต้อง คลาดเคลื่อนและผิด ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยเทคนิค STAD & card เรื่อง การเขียนสูตรและการเรียกชื่อของสารไอออนิกและโคเวเลนต์

วิธีดำเนินการวิจัย

กลุ่มที่ศึกษาได้จากการเลือกแบบเจาะจง จำนวน 32 คน จากประชากร 210 คน โดยนักเรียนกลุ่มนี้ได้ผ่านการเรียนเรื่อง พันธะเคมี ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557

แบบแผนที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นแบบกลุ่มเดียวทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน (one-group pretest-posttest design) โดยมีลำดับขั้นตอนดังนี้ (1) ทดสอบก่อนเรียน (2) จัดการเรียนรู้ร่วมมือเทคนิค STAD & card (3) ทดสอบหลังเรียน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แบบทดสอบวัดมโนมติแบบปรนัยชนิดตัวเลือก 2 ลำดับขั้น (2-tier multiple choice conceptual test) ดังภาพที่ 2ก หากตอบถูกทั้งตัวเลือกและเหตุผล จัดว่าเป็นมโนมติที่ถูกต้อง ได้ 2 คะแนน หากตอบถูกต้องส่วนใดส่วนหนึ่ง ถือว่านักเรียนมีมโนมติคลาดเคลื่อนได้ 1 คะแนน และหากตอบผิดทั้งสองส่วน ถือว่านักเรียนมีมโนมติที่ผิด ได้ 0 คะแนน (Urasin and Supasorn, 2011) จำนวน 8 ข้อ มีค่าความยากง่าย (p) เท่ากับ 0.2 – 0.8 และค่าอำนาจจำแนก (r) เท่ากับ 0.30 – 1.00

2. แบบทดสอบอัตนัย จำนวน 15 ข้อ ตัวอย่างแบบทดสอบดังภาพที่ 2ข

3. แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวการเรียนแบบร่วมมือเทคนิค STAD & card เรื่อง การเขียนสูตรและเรียกชื่อของสารโคเวเลนต์และไอออนิกชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 รวม 4 ชั่วโมง แบ่งเป็น 2 กิจกรรม โดยแต่ละกิจกรรมมีการจัดการเรียนรู้เหมือนกัน 5 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

(ก)

คำถาม: ข้อใดอ่านชื่อสารประกอบไอออนิกต่อไปนี้ได้ถูกต้อง

ก. $BaCl_2$ อ่านว่า แบเรียมไดคลอไรด์

ข. Na_2CO_3 อ่านว่า ไดโซเดียมไนเตรต

ค. Al_2S_3 อ่านว่า อะลูมิเนียมซัลไฟด์

ง. KCl อ่านว่า โพแทสเซียมคลอรีน

เหตุผล:

1. อ่านชื่ออะตอมตัวหน้าก่อนแล้วตามด้วยชื่ออะตอมตัวหลัง แต่เปลี่ยนเสียงท้ายพยางค์เป็น ไ-ด์
2. อ่านชื่ออะตอมตัวหน้าก่อนแล้วตามจำนวนอะตอมและชื่ออะตอมตัวหลัง แต่เปลี่ยนเสียงท้ายพยางค์เป็น ไ-ด์
3. อ่านชื่ออะตอมตัวหน้าก่อน แล้วตามด้วยชื่ออะตอมของธาตุตัวหลัง
4. บอกจำนวนอะตอมของธาตุตัวหน้าแล้วตามด้วยชื่อธาตุ ส่วนอะตอมของธาตุตัวหลังให้อ่านชื่อ แต่เปลี่ยนเสียงท้ายพยางค์เป็น ไ-ด์

(ข)

คำถาม: จงหาอัตราส่วนไอออนบวกต่อไอออนลบในโซเดียมออกไซด์ พร้อมอธิบายแนวคิด

.....

.....

ภาพที่ 2 ตัวอย่างแบบทดสอบ (ก) วัดมโนมติแบบปรนัยชนิดตัวเลือก 2 ลำดับขั้น (ข) อัตนัย

3.1 แบ่งกลุ่ม ๆ ละ 5 คน ที่คละความสามารถ เก่ง ปานกลาง และอ่อน

3.2 มอบหมายให้นักเรียนสืบค้นสารในชีวิตประจำวันที่ครูกำหนดให้เชื่อมโยงกับเนื้อหาเรื่อง การเขียนสูตรและการเรียกชื่อของสารโคเวเลนต์และไอออนิก และนำเสนอในชั่วโมงเรียน

3.3 ครูและนักเรียนอภิปรายร่วมกันเกี่ยวกับองค์ความรู้เรื่อง การเขียนสูตรและการเรียกชื่อของสารไอออนิกและโคเวเลนต์ร่วมกับบัตรแสดงพันธะไอออนิกและโคเวเลนต์

3.4 ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มตอบคำถาม 5 ข้อในแต่ละกิจกรรม เรื่องการเขียนสูตรและการเรียกชื่อของสารไอออนิกและโคเวเลนต์โดยให้คะแนนเป็นกลุ่ม พิจารณาจากแนวคำตอบของแต่ละกลุ่ม

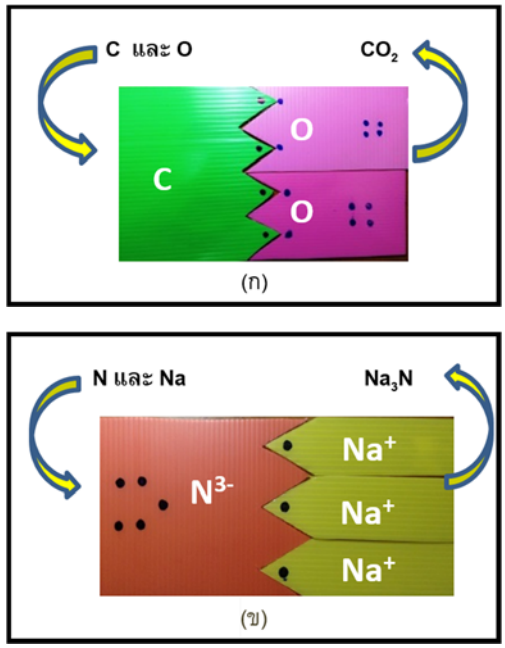
3.5 มอบดาวให้กลุ่มที่สามารถตอบคำถามได้ถูกต้อง และมีการสรุปจำนวนดาวของแต่ละกลุ่ม

กิจกรรมทั้ง 2 ใช้ chemical bonding cards ที่ปรับปรุงจากตัวต่อ Lego (Ruddick and Abby, 2012) โดยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้สร้างสื่อขึ้นจากพอลิโพรพิลีนบอร์ด เนื่องจากมีหลายสี และมีความหนาที่สามารถตัดเป็นรูปแบบต่าง ๆ ได้สะดวก ตัดพอลิโพรพิลีนบอร์ดด้านปลายให้เป็นแฉกสามเหลี่ยม เรียกว่า chemical bonding cards โดยจุดเด่นของ chemical bonding cards คือ สามารถหาสูตรได้ทั้งโคเวเลนต์และไอออนิก ที่ราคาถูกและหาได้ง่าย แบ่งเป็นบัตรแสดงพันธะโคเวเลนต์ (covalent card) และบัตรแสดงพันธะไอออนิก (ionic card) โดยมีรายละเอียดของสื่อแต่ละกิจกรรมดังต่อไปนี้

บัตรโคเวเลนต์ ใช้สำหรับกิจกรรมเรื่อง การเขียนสูตรและเรียกชื่อสารโคเวเลนต์ ใช้พอลิโพรพิลีนบอร์ดสีต่างกันระหว่างอะตอมกลางกับอะตอมล้อมรอบ ด้านซ้ายมือและขวามือแทนอะตอมกลางและอะตอมล้อมรอบ ตามลำดับ บัตรแต่ละใบมีจุดสีดำ แทนเวเลนซ์อิเล็กตรอนของธาตุ โดยด้านปลายสามารถเชื่อมต่อกันได้จำเพาะเจาะจง

เพื่อให้จำนวนจุดสีดำตรงกลางระหว่างจุดเชื่อมเท่ากับ 8 จากนั้นนับจำนวนบัตรแต่ละชนิด นำมาเขียนเป็นสูตรสารประกอบโคเวเลนต์ต่อไป เช่น C เป็นอะตอมกลางแทนด้วย บัตรด้านซ้ายมือ มีจุดสีดำ 4 จุด และจำนวนหยักเท่ากับเวเลนซ์อิเล็กตรอน ส่วน O เป็นอะตอมล้อมรอบแทนด้วยบัตรด้านขวามือ มีจำนวนจุด 6 จุด เท่ากับเวเลนซ์อิเล็กตรอน (ภาพที่ 3ก) และจำนวนหยักเท่ากับจำนวนอิเล็กตรอนที่ต้องการใช้ร่วมกัน สำหรับการเกิดพันธะโคเวเลนต์ของธาตุชนิดเดียวกัน เช่น O_2 สามารถทำได้เช่นกันโดยใช้พอลิโพรพิลีนบอร์ดของธาตุออกซิเจนแต่สีต่างกัน นอกจากนี้นักเรียนจะได้ข้อสังเกตเกี่ยวกับเวเลนซ์อิเล็กตรอนของอะตอมกลางและอะตอมล้อมรอบมีเวเลนซ์อิเล็กตรอนเท่ากับ 8 เช่นกันเมื่อรวมอิเล็กตรอนที่ใช้ร่วมกัน และกิจกรรมนี้นักเรียนต้องมีความรู้พื้นฐานในการแยกชนิดธาตุที่เป็นอะตอมกลางและอะตอมล้อมรอบ รวมทั้งทราบว่าธาตุชนิดใดอยู่หมู่ใด

บัตรไอออนิก ใช้สำหรับกิจกรรมเรื่องการเขียนสูตรและเรียกชื่อสารไอออนิก ใช้พอลิโพรพิลีนบอร์ดสีต่างกันระหว่างประจุบวกกับประจุลบ ด้านซ้ายมือและขวามือแทนประจุลบและประจุบวก ตามลำดับ บัตรที่ด้านปลายแต่ละแฉกแทนจำนวนประจุ บัตรแต่ละใบจะมีจุดสีดำแทนเวเลนซ์อิเล็กตรอนของธาตุ โดยด้านปลายสามารถเชื่อมต่อกันได้จำเพาะเจาะจง และนำมาต่อเป็นรูปสี่เหลี่ยมเต็มผืน จากนั้นพิจารณาอัตราส่วนอย่างต่ำที่สุด และมีเงื่อนไขว่า บัตรสีเดียวกันต้องต่อเรียงกัน “เป็นแถวเดียวกัน” จากนั้นนำเลขอัตราส่วนจำนวนบัตรแต่ละชนิดมาเขียนเป็นสูตรสารประกอบไอออนิก เช่น N เป็นประจุลบแทนด้วยบัตรด้านซ้ายมือ มีจุดสีดำ 5 จุดเท่ากับเวเลนซ์อิเล็กตรอน และจำนวนหยักเท่ากับจำนวนประจุ ส่วน Na เป็นประจุบวกแทนด้วยบัตรด้านขวามือ มีจำนวนจุด 1 จุด เท่ากับเวเลนซ์อิเล็กตรอน และจำนวนหยักเท่ากับจำนวนประจุ (ภาพที่ 3ข) นอกจากนี้นักเรียนจะได้ข้อสังเกตเกี่ยวกับเลขหมู่ของธาตุสามารถบอกเลขประจุได้

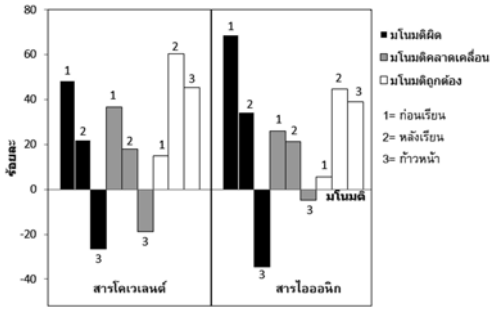


ภาพที่ 3 บัตรแสดงพันธะเคมี (ก) บัตรโคเวเลนต์ และ (ข) บัตรไอออนิก

ผลและอภิปรายผลการวิจัย

จากการวิเคราะห์มโนมติ เรื่อง การเขียนสูตรและการเรียกชื่อของสารโคเวเลนต์และไอออนิก จากแบบทดสอบวัดมโนมติแบบปรนัยชนิดตัวเลือก 2 ลำดับขั้น ทั้ง 8 ข้อโดยแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ การเขียนสูตรและเรียกชื่อสารโคเวเลนต์และสารไอออนิก พบมโนมติที่ถูกต้อง คลาดเคลื่อนและผิด ดังในภาพที่ 4

การสำรวจมโนมติทางเรียน เรื่อง การเขียนสูตรและเรียกชื่อของสารโคเวเลนต์ของนัก-



ภาพที่ 4 ร้อยละของนักเรียนที่มีมโนมติที่ถูกต้อง คลาดเคลื่อน และผิด เรื่องการเขียนสูตรและการเรียกชื่อของสารไอออนิกและโคเวเลนต์

เรียนที่เรียนด้วยเทคนิค STAD & card มีร้อยละมโนมติหลังเรียนที่ถูกต้องมากกว่าก่อนเรียนจากร้อยละ 14.84 เป็น 60.16 เมื่อวิเคราะห์ด้วยการทดสอบทีแบบกลุ่มที่ศึกษาไม่เป็นอิสระต่อกันพบว่า คะแนนมโนมติที่ถูกต้องหลังเรียนมากกว่าก่อนเรียน (t = 5.468 > $t_{.05,31}$=1.696) ส่วนมโนมติคลาดเคลื่อน และผิดลดลงจาก 36.72 เป็น 17.97 และ 48.44 เป็น 21.88 ตามลำดับ (ภาพที่ 4) สำหรับเนื้อหาเรื่องการเขียนสูตรและเรียกชื่อของสารไอออนิก มีร้อยละมโนมติหลังเรียนที่ถูกต้องมากกว่าก่อนเรียนจากร้อยละ 5.47 เป็น 44.53 ส่วนมโนมติคลาดเคลื่อน และผิดลดลงจาก 25.78 เป็น 21.09 และ 68.75 เป็น 34.38 ตามลำดับ แสดงว่ากิจกรรมการเรียนรู้โดยเทคนิค STAD & card ทำให้นักเรียนมีร้อยละมโนมติที่ถูกต้องเพิ่มขึ้น เนื่องจากนักเรียนมีการทำงานร่วมงานกันเป็นกลุ่มและคละความสามารถ เก่ง ปานกลาง และอ่อน โดยมีเป้าหมายให้เกิดการเรียนรู้และประสบความสำเร็จร่วมกัน (Kiatsomkit, 2008) ประกอบกับสื่อการเรียนรู้ที่นักเรียนสามารถจับต้องได้จึงช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจได้ถูกต้องมากยิ่งขึ้น มีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนลดลง สอดคล้องกับ Selco (2013) ที่ใช้สื่อการสอน Lego สำหรับเขียนสูตรสารไอออนิก พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มที่เรียนแบบปกติ นอกจากนี้เทคนิค STAD & card ทำให้มโนมติที่คลาดเคลื่อนและผิดลดลงโดยมโนมติที่คลาดเคลื่อนและมโนมติที่ผิดของสารไอออนิกมีมากกว่าโคเวเลนต์ เนื่องจากการเขียนสูตรและอ่านชื่อสารประกอบไอออนิกมีหลักการที่ซับซ้อนมากกว่าโคเวเลนต์ โดยเฉพาะสารไอออนิกที่เกิดจากธาตุแทรนซิชัน ต้องมีการพิจารณาเลขประจุของธาตุ ซึ่งอาจทำให้นักเรียนสับสนได้ง่าย ซึ่งผลวิจัยตรงข้ามกับการจัดการเรียนรู้ T5 แบบกระดาษซึ่งมโนมติที่ผิดของสารโคเวเลนต์มากกว่าไอออนิก (Urasin and Supasorn, 2011)

จากแนวคำตอบที่คลาดเคลื่อนและตัวอย่างคำตอบของนักเรียนที่พบจากแบบทดสอบอัตนัยเรื่อง การเขียนสูตรและการเรียกชื่อของสารโคเวเลนต์และไอออนิก (ตาราง 2) พบว่า นักเรียนมีร้อยละมโนมติที่คลาดเคลื่อนมากที่สุดจากมากไปน้อย 3 อันดับแรก ได้แก่ นักเรียนอ่านเลขจำนวนอะตอมเป็นภาษากรีกไม่ถูกต้อง (Urasin and Supasorn, 2011) ร้อยละ 40.63 นักเรียนอ่านระบุประจุของธาตุเรพรีเซนเททีฟเช่นเดียวกับโลหะกลุ่มแทรนซิชัน ร้อยละ 28.13 นักเรียนพิจารณาว่าสูตรเคมีใด ๆ เกิดขึ้นไม่ได้ หากไม่เป็นไปตามกฎออกเตต ร้อยละ 25 จะเห็นได้ว่า หลังจากการจัดกิจกรรมด้วยเทคนิค STAD & card นักเรียนบางส่วนยังมีแนวคิดที่ไม่ถูกต้องและคลาดเคลื่อนที่ไม่สามารถปรับแก้มโนมติที่คลาดเคลื่อนได้ เนื่องมาจากในการเปลี่ยนแปลงแนวคิด ต้องอาศัยความรู้ที่มากขึ้นและที่สำคัญผู้เรียนต้องเกิดการเรียนรู้สิ่งเหล่านั้น (de Posada, 1997) โดยปราศจากอคติซึ่งเป็นอุปสรรคอย่างมากในการพัฒนาแนวคิดให้ถูกต้องตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ (Taber, 2003) นอกจากนี้แนวคิดที่ผิดของนักเรียนจะไม่หายไป หากไม่ได้รับการ

สอนอย่างเป็นเหตุเป็นผล และเป็นแนวคิดที่นักเรียนเข้าถึงได้ รวมทั้งนักเรียนต้องตระหนักในแนวคิดที่ผิดเหล่านั้น โดยเผชิญหน้าแล้วปรับแนวคิดใหม่ให้ถูกต้อง (Strike and Posner, 1992) และยังต้องใช้เวลาในการปรับเปลี่ยนมโนมติที่ผิดและคลาดเคลื่อนให้เป็นมโนมติที่ถูกต้อง

ตาราง 2 ร้อยละมโนมติที่คลาดเคลื่อนเรื่อง การเขียนสูตรและอ่านชื่อสารประกอบโคเวเลนต์และไอออนิก

ข้อ	มโนมติคลาดเคลื่อน	ตัวอย่าง	ร้อยละ
	การเขียนสูตรโคเวเลนต์		
1	นักเรียนพิจารณาว่าสูตรเคมีใดๆ สามารถเกิดขึ้นไม่ได้ หากไม่เป็นไปตามกฎออกเตต	PCl_5 เกิดขึ้นไม่ได้เนื่องจาก P มีอิเล็กตรอนจำนวน 10 อิเล็กตรอน ซึ่งเกินออกเตต	25.00
2	นักเรียนพิจารณาว่าสูตรเคมีใดๆ สามารถเกิดขึ้นได้ หากเป็นไปตามกฎออกเตต และข้อยกเว้นของกฎออกเตตโดยไม่คำนึงถึงอิเล็กตรอนที่เหลือรอบอะตอมกลางต้องมีจำนวนเป็นคู่	PCl_4 เกิดขึ้นได้ เนื่องจาก P เป็นธาตุคาบ 3 สามารถเกิน 8 ได้เพราะเป็นข้อยกเว้นของกฎออกเตต	18.75
3	นักเรียนเขียนสูตรสารประกอบโคเวเลนต์โดยการนำประจุมาไขว้กัน เป็นหลักการที่ได้จากการจำ หาสูตรได้ถูกต้อง แต่ไม่สอดคล้องกับที่มาของการเกิดสารประกอบโคเวเลนต์	- O^{2-} และ Cl^- ประจุไขว้กันเกิดเป็น OCl_2 - Cl^{4+} และ O^{2-} ประจุไขว้กันเกิดเป็น ClO_2	9.38
	การอ่านชื่อโคเวเลนต์		
4	นักเรียนอ่านเลขจำนวนอะตอมเป็นภาษากรีกไม่ถูกต้อง	Sulfur exafluoride	40.63
5	นักเรียนไม่อ่านเลขจำนวนอะตอมเป็นภาษากรีก	SF_6 อ่านว่า Sulfur fluoride N_2O_5อ่านว่า dinitrogen oxide	21.88
6	นักเรียนไม่เปลี่ยนเสียงท้ายพยางค์เป็น –ide	SiI_4 อ่านว่า Silicon tetraiodine	3.13
	การเขียนสูตรไอออนิก		
7	นักเรียนเขียนแสดงเลขประจุไว้ในสูตร	$Al_2(SO_4^{2-})_3$, $AlSO_4^{2-}$	12.50
8	นักเรียนจำสัญลักษณ์ของกลุ่มอะตอมที่มีประจุไม่ได้	เขียนสูตรระหว่าง Aluminium กับ Sulphate เขียนเป็น $Al_2(SO_3)_3$, $Al_2(S_4^{2-})_3$	9.38
	การอ่านชื่อสารไอออนิก		
9	นักเรียนอ่านประจุของธาตุเรพรีเซนเททีฟ (Representative) เช่นเดียวกันกับโลหะกลุ่มแทรนซิชัน (Transition)	$MgBr_2$ อ่านว่า แมกนีเซียม(II)โบรไมด์ $Al_2(SO_4)_3$ อ่านว่า อะลูมิเนียม(III)ซัลเฟต CaS อ่านว่า แคลเซียม(II)ซัลไฟด์	28.13
10	นักเรียนจำชื่อธาตุและชื่อกลุ่มอะตอมไม่ได้	CaS อ่านว่า แคลเซียมซัลเฟต	12.50
11	นักเรียนไม่เปลี่ยนเสียงท้ายพยางค์ เป็น –ide	CaS อ่านว่า แคลเซียมซัลเฟอร์	3.13
12	นักเรียนเขียนสัญลักษณ์ของธาตุต่อกันโดยไม่ได้ได้พิจารณาประจุ	$AlSO_4$	3.13

สรุปการวิจัย

การสำรวจมโนมติทางเรียน เรื่อง การเขียนสูตรและเรียกชื่อของสารโคเวเลนต์และไอออนิก ของนักเรียนที่เรียนด้วยเทคนิคแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ร่วมกับบัตรแสดงพันธะเคมี มีร้อยละมโนมติหลังเรียนที่ถูกต้องมากกว่าก่อนเรียน ส่วนมโนมติคลาดเคลื่อน และผิดหลังเรียนลดลง แต่ยังพบมโนมติที่คลาดเคลื่อนในแต่ละเนื้อหา สำหรับเรื่องการเขียนสูตรของสารโคเวเลนต์ นักเรียนเข้าใจคลาดเคลื่อนว่าสูตรเคมีใด ๆ เกิดขึ้นไม่ได้ หากไม่เป็นไปตามกฎออกเตต คิดเป็นร้อยละ 25 การอ่านชื่อสารประกอบโคเวเลนต์ นักเรียนอ่านเลขจำนวนอะตอมเป็นภาษากรีกไม่ถูกต้อง คิดเป็นร้อยละ 40.63 นักเรียนร้อยละ 12.50 เขียนแสดงเลขประจุไว้ในสูตรของสารไอออนิก และในการอ่านชื่อสารไอออนิก นักเรียนร้อยละ 28.13 อ่านชื่อประจุของโลหะกลุ่มเรพรีเซนเททีฟเช่นเดียวกันกับโลหะกลุ่มแทรนซิชัน

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณแหล่งทุนจากสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ตามแผนดำเนินงานโครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค.)

เอกสารอ้างอิง

Chanfoo, O. (2011). **The Study of Grade-10 Students' Conceptions about Chemical Bonding through Constructivist Approach.** M.Ed. in Science Education. Bangkok: Department of Education, Kasetsart University. (in Thai)

Chantapan, K., Wuttisela, K., and Jitcharoen, J. (2011). Effects of cooperative learning and interactive multimedia upon learning achievement on periodic table of 10-grade students. **The Northern Region Journal of Science and Technology** 3(Extra): 202–209. (in Thai)

Coll, R. K., and Taylor, N. (2001). Alternative conceptions of chemical bonding held by upper secondary and tertiary students. **Research in Science & Technological Education** 19(2): 171–191.

de Posada, J. M. (1997). Conceptions of high school students concerning the internal structure of metals and their electric conduction: structure and evolution. **Science Education** 81: 445–467.

Inboonna, S. (1998). **Misconceptions in Acid-Base of Upper Secondary School Level Students in Nakhon Si Thammarat Province**. M.Ed. in Science Education. Pattani: Prince of Songkla University. (in Thai)

Kiatsomkit, N. (2008). **A comparison of Chemistry Learning Achievement Entitled "Chemistry Bonds" and Integrated Science Process Skills of Mathayomsuksa 4 Students Taught Using the STAD Cooperative Learning Method and the Conventional Method**. M.Ed. in Science Education, Thepsatri Rajabhat University. (in Thai)

Maplai, P. (2010). **A Study of Learning through**

Instruction Packages on Molecular Covalent Shape for Mathayomsuksa four by Cooperative Learning Individualized. M.Ed. in Educational Technology. Nakorn Prathom: Silpakorn University. (in Thai)

Muangkeaw, P., Wuttisela, K., and Pungpo, P. (2010). Enhancing learning with cooperative learning in electrochemistry. **Journal of Research Unit on Science, Technology and Environment for Learning** 1(1): 20–27. (in Thai)

Panich, V. (2012). **Learning Method for Students in 21st Century**. Bangkok: Tathata. (in Thai)

Parasak, P., and Wuttisela, K. (2013). Normalize gain of student' learning achievement through cooperative learning in the topic of stoichiometry. **The National Graduate Research Conference 2013** (pp. 403–410). Buriram: Buriram Rajabhat University. (in Thai)

Ruddick, K. R., and Abby, L. (2012). An interlocking building block activity in writing formulas of ionic compound. **Journal of science education** 89: 1436–1438.

Selco, J. (2013). Discovering periodicity: hands-on, minds-on organization of periodic table by visualizing the unseen. **Journal of Chemical Education** 90: 995–1002.

Strike, K. A., and Posner, G. J. (1992). A revisionist theory of conceptual change. In R. A. Duschl and R. J. Hamilton (Eds.), **Philosophy of science, cognitive psychology, and educational theory and practice** (pp.147–176), Albany, NY: State University of New York.

Taber, K. S. (2003). Mediating mental models of metals: acknowledging the priority of the learner's prior learning. **Science Education** 87(5): 732–758.

Urasin, S., and Supasorn, S. (2011). Comparing students' conceptions of chemical bonds prior and after the implementation of paper-based T5 learning model. **KKU Research Journal** 1(1): 38–57. (in Thai)

Witzel, J. E. (2002). Lego stoichiometry. **Journal of Chemical Education** 79(3): 352A–352B.

Wuttisela, K. (2014). An alternative molecular model for teaching valence shell electron pair repulsion theory. **Journal of Research Unit on Science, Technology and Environment for Learning** 5(2): 209–213. (in Thai)