

## การศึกษาแนวคิดเรื่อง พันธะไอออนิกของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

### A Study of Tenth Grade Students' Conceptions about Ionic Bonding

สิริญา ทองหล่อเลิศ<sup>1\*</sup> ปัฐมาภรณ์ พิมพ์ทอง<sup>2</sup> และ อภิสิต สงสะเสน<sup>3</sup>

Siriya Thonglolearst<sup>1\*</sup> Pattamaporn Pimthong<sup>2</sup> and Aphisit Songsasen<sup>3</sup>

<sup>1</sup>นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

<sup>2</sup>ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

<sup>3</sup>รองศาสตราจารย์ ภาควิชาเคมีอนินทรีย์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

<sup>1</sup>Graduate student in Master of Science Education of Education Faculty, Kasetsart University

<sup>2</sup>Assistant Professor in Department of Education, Faculty of Education, Kasetsart University

<sup>3</sup>Associate Professor in Department of Chemistry, Faculty of Science, Kasetsart University

\*Corresponding author, E mail: siriya.tho@ku.th

#### บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวคิด เรื่อง พันธะไอออนิกของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มที่ศึกษาได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ จำนวน 27 คน ของโรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดใหญ่พิเศษแห่งหนึ่งในจังหวัดนนทบุรี เครื่องมือที่ใช้ในการการวิจัยได้แก่ แบบวัดแนวคิดเรื่อง พันธะไอออนิก ในหัวข้อ การเกิดพันธะไอออนิกซึ่งมีประเด็นย่อย 4 ประเด็น ทำการตรวจสอบคุณภาพโดยผ่านผู้เชี่ยวชาญเพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของแนวคิด ภายใต้อายุและเวลาที่ใช้ ผู้วิจัยวิเคราะห์แนวคิดก่อนเรียนด้วยการจัดกลุ่มแนวคิดของนักเรียนเทียบกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า ในประเด็นที่ 1 นักเรียนร้อยละ 40.75 อธิบายว่าการเกิดสารประกอบไอออนิกที่มีสมบัติทางกายภาพเปลี่ยนไปเกิดจากการทำปฏิกิริยากันระหว่างธาตุ โลหะและอโลหะ ในประเด็นที่ 2 นักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 29.63 ไม่ตอบคำถามในประเด็นค่าอิเล็กโตรเนกาติวิตี (EN) ที่ส่งผลต่อการเกิดสารประกอบไอออนิก ในประเด็นที่ 3 นักเรียนร้อยละ 40.74 สามารถอธิบายได้ว่าการเกิดสารประกอบไอออนิกเกิดจากการถ่ายโอนอิเล็กตรอนของธาตุโลหะกับธาตุอโลหะในขณะที่นักเรียนอีกร้อยละ 40.74 ไม่ตอบคำถามในประเด็นนี้ และในประเด็นที่ 4 นักเรียนร้อยละ 48.15 ไม่ตอบคำถามในประเด็นการเกิดสารประกอบไอออนิกเกี่ยวข้องกับพลังงานไอออนในเซชันและสัมพรรคภาพอิเล็กตรอน

**คำสำคัญ:** แนวคิด พันธะไอออนิก สารประกอบไอออนิก

#### Abstract

The objective of this study was to study tenth grade students' conceptions about ionic Bonding. The participants of this study consisted of 27 tenth grade students in an enrichment classroom of a specially large school in Nontaburi. The research instruments was an open-ended concept test about the forming of the ionic bond divided

into 4 aspects. The concept of the test was reviewed by experts in term of the concepts, the use of language and time. The data were categorized into groups based on scientific conceptions. The result showed that, in the first aspect, 40.75% of the students explained the forming of the ionic bonding made a new product because of the reaction between metals and non-metals. In the second aspect, 29.63% of the students did not answer how electronegativity affected the forming of the ionic bonding. In the third aspect, 40.74 % of the students explained that the transferring of electron of metal and non-metal made the forming of the ionic compound and the other 40.74% did not answer in this point. In the last aspect, 48.15% of the students did not answer in the point that the forming of the ionic bond was related to ionization energy, electronegativity, and electron affinity.

**Keywords:** conceptions, ionic bonding, ionic compound

## 1. บทนำ

เคมีเป็นแขนงวิชาทางวิทยาศาสตร์ที่มีความสำคัญเพราะว่าสามารถอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติต่างๆที่เกิดขึ้นรอบๆตัวเราได้ เคมีจะเกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงของสสารและโครงสร้างของสสาร โดยส่วนใหญ่เคมีจะเกี่ยวข้องกับการบรรยายและอธิบายการเปลี่ยนแปลงของสสารใน 3 ระดับ (Johnstone, 2000) คือ ระดับมหภาค (Macroscopic Level) เป็นปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นจริงและสังเกตเห็นได้ เช่น สี การเกิดตะกอน เป็นต้น ระดับจุลภาค (Microscopic Level) เป็นปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นจริงแต่ไม่สามารถมองเห็นได้ เพราะจะกล่าวถึงอิเล็กตรอน อะตอม โมเลกุล และไอออน และระดับสัญลักษณ์ (Symbolic Level) เป็นสิ่งที่ใช้แทนปรากฏการณ์ทางเคมีที่เกิดขึ้นในระดับจุลภาคเพื่อให้เป็นการเข้าใจที่ง่ายขึ้น ซึ่งแนวคิดเคมีทั้ง 3 ระดับนี้เป็นแนวคิดที่เป็นนามธรรมและจะต้องมีความเชื่อมโยงกันทั้งในระดับจุลภาคและระดับมหภาค พร้อมกับจะต้องสามารถสื่อความหมายออกมาเป็นระดับสัญลักษณ์ได้ ถึงแม้ว่าแนวคิดเคมีนั้นจะมีลักษณะเป็นนามธรรมแต่เป็นสิ่งที่จำเป็นต่อการทำความเข้าใจและอธิบายการเกิดปรากฏการณ์ทางธรรมชาติได้ ซึ่งพัฒนาไปสู่ความก้าวหน้าทางด้านวิทยาศาสตร์ต่อไป

ธรรมชาติของแนวคิดเคมีที่ให้นักเรียนส่วนใหญ่มักประสบปัญหาและเห็นว่าเนื้อหาเคมีนั้นเข้าใจยาก โดยมีการให้เหตุผล 3 ประเด็น คือ ประเด็นที่หนึ่งคือเนื้อหาเคมีเป็นเนื้อหาที่มีเป็นนามธรรม มีคำอธิบายส่วนใหญ่ไม่ได้อยู่ในระดับที่นักเรียนจะสังเกตเห็นได้ ทำให้นักเรียนมองไม่เห็นภาพและไม่สามารถทำความเข้าใจแนวคิดหลักทางเคมีได้ ประเด็นที่สองคือด้านภาษาที่ใช้ในการอธิบายแนวคิดเคมี ซึ่งจะเป็นการใช้ศัพท์เฉพาะทางวิทยาศาสตร์ การใช้ภาษาสัญลักษณ์ และการใช้ภาษาอังกฤษ โดยคำบางคำอาจมีความหมายแตกต่างจากที่นักเรียนใช้ในชีวิตประจำวัน และการใช้ภาษาสัญลักษณ์เพื่ออธิบายแนวคิดในเคมีนั้นนักเรียนไม่มีความคุ้นชินกับภาษานั้นทำให้นักเรียนไม่เข้าใจความหมายของคำศัพท์พื้นฐานที่สื่อถึงคำอธิบายในแนวคิดนั้น ส่งผลให้นักเรียนไม่เข้าใจในสิ่งที่เรียน ประเด็นที่สามคือ การจัดการเรียนรู้วิชาเคมีขัดแย้งกับธรรมชาติการเรียนรู้ของนักเรียน โดยการจัดการเรียนการสอนเคมีส่วนใหญ่ไม่ได้คำนึงถึงธรรมชาติของการเรียนรู้ของนักเรียน โดยครูเป็นผู้ที่ส่งสารและนักเรียนเป็นผู้รับสารเพียงเท่านั้น ทำให้นักเรียนไม่สามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งส่งผลให้นักเรียนเกิดการท่องจำในแนวคิดจากสิ่งที่ครูถ่ายทอดโดยที่ไม่ได้เกิดจากความเข้าใจโดยตรงของนักเรียน (Johnstone, 1991) โดยความยากและเนื้อหาที่เป็นนามธรรมของเคมีนั้นส่งผลให้นักเรียนสร้างความหมายของแนวคิดเคมีจากประสบการณ์เดิมที่นักเรียนพบมา (Bodner, 1990; Ayas, 1993 as

cited in Ozmen, 2004) ทำให้แนวคิดเดิมนี้สามารถเกิดเป็นแนวคิดที่คลาดเคลื่อน (Alternative Conception) ได้ ซึ่งนักเรียนมีแนวคิดที่แตกต่างจากแนวคิดที่ได้รับการยอมรับในชุมชนวิทยาศาสตร์ (Treagust, 1988 as cited in Ozmen, 2004) ประกอบกับลักษณะของเนื้อหาวิชาเคมีที่มีเนื้อหาย่อย ๆ จำนวนมากและมีความซับซ้อน (Sirhan, 2007) ส่งผลให้นักเรียนไม่สามารถจดจำหรือทำความเข้าใจได้หมดและไม่สามารถเชื่อมโยงเนื้อหาต่าง ๆ ให้สัมพันธ์กันได้ ดังนั้นในวิชาเคมีจึงเป็นวิชาที่นักเรียนสามารถมีแนวคิดที่คลาดเคลื่อนได้มากจากเหตุผลที่กล่าวมาข้างต้น เมื่อนักเรียนมีแนวคิดที่คลาดเคลื่อนจะให้นักเรียนมีอุปสรรคต่อประสิทธิภาพในการเรียนรู้แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ (Taber, 2003)

แนวคิดเรื่องพันธะไอออนิกจัดเป็นแนวหลักในเรื่องพันธะเคมีซึ่งเป็นแนวคิดที่มีความสำคัญ เพราะเป็นแนวคิดพื้นฐานที่ใช้ในการอธิบายและทำให้เห็นภาพในระดับจุลภาคของเคมีได้ รวมถึงเป็นใช้ในการศึกษาแนวคิดอื่นต่อไปเช่นแนวคิดเรื่องเคมีอินทรีย์ที่จะต้องใช้พันธะเคมีเป็นพื้นฐานในการพิจารณาลำดับความไวในปฏิกิริยาของสารอินทรีย์ (Nicol, 2001) และเป็นเนื้อหาส่วนเริ่มต้นของเคมีที่นักเรียนจะได้เรียนเพราะมีความสำคัญในการอธิบายปรากฏการณ์ต่างๆที่เกิดขึ้นในเคมีได้ ดังนั้นสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) จึงได้บรรจุแนวคิดเรื่องพันธะเคมีเป็นหัวข้อหนึ่งในสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, ๒๕๕๑) ซึ่งประกอบด้วยแนวคิดหลัก 3 แนวคิดคือ พันธะโควาเลนต์ พันธะไอออนิก พันธะโลหะ

จากการศึกษางานวิจัยแนวคิดเรื่อง พันธะไอออนิก จัดเป็นเป็นแนวคิดที่นักเรียนมีปัญหาในการทำความเข้าใจ และมีแนวคิดที่ความคลาดเคลื่อนมาก เพราะในแนวคิดเรื่องนี้มีลักษณะเป็นนามธรรม มีความเกี่ยวข้องระหว่างระดับจุลภาค ระดับสัญลักษณ์ ซึ่งนำไปสู่การอธิบายในระดับมหภาคทำให้ยากต่อการทำความเข้าใจของนักเรียน นักเรียนมีความสับสนระหว่างพันธะโควาเลนต์และพันธะไอออนิก โดยนักเรียนมีแนวคิดว่า NaCl มีพันธะร่วมกันเป็นพันธะโควาเลนต์ (Butt and Smith, 1987) พันธะโควาเลนต์เกิดจากการรวมตัวกันของธาตุโลหะและอโลหะ (มธุรินทร์ สุทธิเชษฐ์, 2556) การจัดเรียงอิเล็กตรอนในอะตอมเป็นการกำหนดจำนวนพันธะไอออนิกที่เกิดขึ้น เช่น อะตอมของโซเดียมให้อิเล็กตรอน 1 อนุภาคดังนั้นพันธะที่เกิดขึ้นสามารถเกิดได้เพียงหนึ่งพันธะ (Taber, 1994) อิเล็กตรอนและโปรตอนจะถูกถ่ายโอนขณะเกิดเป็นไอออน (Taber, 1996) และโซเดียมอะตอมให้วาเลนซ์อิเล็กตรอน เพื่อที่จะทำให้อิเล็กตรอนเกิดความเสถียร โดยพิจารณาเพียงแค่กฎออกเตตโดยไม่ได้คำนึงถึงพลังงานไอออนไนเซชัน (Taber, 2000)

ด้วยเหตุผลจากธรรมชาติของแนวคิดในวิชาเคมีและการศึกษาวิจัยดังกล่าวทำให้ผู้วิจัยในฐานะครูผู้สอนวิชาเคมีจึงตระหนักถึงความสำคัญของแนวคิดในเรื่อง พันธะไอออนิกของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยนี้สามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลเพื่อให้ครูผู้สอนใช้ในการออกแบบกิจกรรมในแผนการจัดการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนพัฒนาแนวคิดที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน (Alternative Conceptions) ให้สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Conceptions) ได้มากขึ้น

## 2. วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาแนวคิดก่อนเรียนในเรื่อง พันธะไอออนิกของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์

### 3. วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยเชิงสำรวจ (Survey Research) เพื่อสำรวจแนวคิดก่อนเรียนเรื่อง พันธะไอออนิกของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์

#### 3.1 กลุ่มที่ศึกษา

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ จำนวน 27 คนของโรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดใหญ่พิเศษแห่งหนึ่งในจังหวัดนนทบุรี โดยได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง

#### 3.2 เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

แบบวัดแนวคิดเรื่องพันธะไอออนิก

ผู้วิจัยสร้างแบบวัดแนวคิดเป็นลักษณะแบบวัดที่เป็นทั้งข้อคำถามปลายเปิด (Open-Ended Test) และข้อคำถามแบบ 2 ชั้น (Two-Tier Test) ชนิดเลือกตอบถูก ผิดพร้อมกับแสดงเหตุผลเพื่อใช้ตรวจสอบแนวคิดของนักเรียน โดยผู้วิจัยมีการพัฒนาเครื่องมือโดยเริ่มจากการศึกษาหลักสูตรและหนังสือรายวิชาเพิ่มเติม เคมี เล่ม 1 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 และสรุปแนวคิดสำคัญทั้งหมดที่ต้องการศึกษาในเรื่อง พันธะไอออนิกได้แก่ 1) การเกิดพันธะไอออนิก 2) โครงสร้างของสารประกอบไอออนิก 3) การเขียนสูตรและอ่านชื่อของสารประกอบไอออนิก 4) พลังงานกับการเกิดสารประกอบไอออนิก 5) สมบัติของสารประกอบไอออนิก และ 6) ปฏิกิริยาของสารประกอบไอออนิก ศึกษาวิธีการสร้างแบบวัดและกรอบเครื่องมือ จากนั้นสร้างแบบวัดแนวคิด และส่งแบบวัดแนวคิดให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบและแก้ไขก่อนปรับแก้แบบวัดและส่งให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่านตรวจสอบโดยแบ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาเป็นอาจารย์จากคณะวิทยาศาสตร์ 1 ท่าน ผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์ศึกษาเป็นอาจารย์จากคณะศึกษาศาสตร์ 2 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนเป็นอาจารย์ที่สอนวิชาเคมี 2 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมและความถูกต้องของข้อคำถาม เมื่อได้รับคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญก็นำไปแก้ไขแล้วนำมาเสนอให้อาจารย์ที่ปรึกษาอีกครั้ง หลังจากนั้นนำไปทดลองใช้กับกลุ่มที่ไม่ใช่กลุ่มที่ศึกษา ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 18 คน จากนั้นปรับแก้แบบวัดอีกครั้งเพื่อความเหมาะสมในประเด็นของภาษาที่ใช้ เวลาที่ใช้ในการทำแบบวัดแนวคิด ก่อนนำไปใช้จริงกับกลุ่มที่ศึกษา

#### 3.3 การเก็บรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเองในตอนเปิดภาคเรียนที่ 2 ก่อนที่นักเรียนจะได้เรียนในเรื่อง พันธะเคมี โดยให้ผู้เรียนแบ่งทำแบบวัดเป็น 3 ส่วน โดยแต่ละส่วนใช้เวลา 40 นาที และสัมภาษณ์เพิ่มเติมสำหรับกลุ่มตัวอย่างที่มีคำตอบที่น่าสนใจหรือคำตอบที่ยังไม่ชัดเจน โดยให้นักเรียนอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับคำตอบที่ได้ตอบในแบบวัดแนวคิด จากนั้นวิเคราะห์ข้อมูล โดยการใช้ร้อยละ แบ่งกลุ่มแนวคิดของผู้เรียนตามการจัดกลุ่มของ Rahuya and Tytler (2000) โดยจัดกลุ่มแนวคิดที่มีความคล้ายคลึงกันไว้ในกลุ่มเดียวกัน จากนั้นตั้งชื่อกลุ่ม และวิเคราะห์หาแนวคิดคลาดเคลื่อนของผู้เรียน โดยสำหรับในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้นำแนวคิดในหัวข้อการเกิดพันธะไอออนิก ในประเด็นย่อย 4 ประเด็น ได้แก่ 1) การทำปฏิกิริยาเคมีของธาตุ โลหะกับธาตุอโลหะเกิดเป็นสารใหม่คือสารประกอบไอออนิก 2) ค่าอิเล็กโตรเนกาติวิตี (EN) ส่งผลต่อการเกิดสารประกอบไอออนิก 3) การเกิดสารประกอบไอออนิกเกิดจากการถ่ายโอนอิเล็กตรอนของธาตุโลหะและธาตุอโลหะ 4) การเกิดสารประกอบไอออนิกเกี่ยวข้องกับพลังงานไอออนไนเซชัน (IE) และสัมพรรคภาพอิเล็กตรอน (EA) มาทำการวิเคราะห์

#### 4. ผลการวิจัย

##### 4.1 แนวคิดเรื่อง พันธะไอออนิก ประกอบด้วย 4 ประเด็น ดังนี้

4.1.1 แนวคิดเกี่ยวกับการทำปฏิกิริยาเคมีของธาตุโลหะกับธาตุโลหะเกิดเป็นสารใหม่คือสารประกอบไอออนิก จากการศึกษาจัดกลุ่มแนวคิดของนักเรียนได้ดังตาราง 1

ตารางที่ 1 ร้อยละของกลุ่มแนวคิดของนักเรียนจากแบบวัดแนวคิดในประเด็น การทำปฏิกิริยาเคมีของธาตุโลหะกับธาตุโลหะเกิดเป็นสารใหม่คือสารประกอบไอออนิก

กลุ่มแนวคิด	คำอธิบายกลุ่มแนวคิด	ร้อยละ
ไม่ตอบคำถาม	ไม่สามารถอธิบายการเกิดสารประกอบไอออนิกได้	18.52
การรวมตัวกัน	อธิบายการเกิดสารประกอบไอออนิกในประเด็นที่สารประกอบไอออนิกโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) เกิดจากการรวมตัวกันของโซเดียม (Na) และคลอรีน (Cl <sub>2</sub> )	14.81
การเกิดปฏิกิริยากันระหว่างโซเดียม (Na) กับแก๊สคลอรีน (Cl <sub>2</sub> )	อธิบายการเกิดสารประกอบไอออนิกในประเด็นที่สารประกอบไอออนิกโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) เกิดจากการทำปฏิกิริยาระหว่างโซเดียม (Na) และคลอรีน (Cl <sub>2</sub> )	40.75
การเกิดปฏิกิริยาเคมี	อธิบายการเกิดสารประกอบไอออนิกในประเด็นที่สารประกอบไอออนิกโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) เกิดจากการทำปฏิกิริยาระหว่างโซเดียม (Na) และคลอรีน (Cl <sub>2</sub> ) ซึ่งเป็นปฏิกิริยาเคมีเนื่องจากเกิดเป็นสารใหม่	14.81
การถ่ายโอนอิเล็กตรอน/การเกิดเป็นไอออน	อธิบายการเกิดสารประกอบไอออนิกในประเด็นที่สารประกอบไอออนิกโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) เกิดจากการถ่ายโอนอิเล็กตรอนเกิดเป็นไอออน ทำให้เกิดเป็นสารใหม่ที่มีการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางกายภาพ	11.11

นักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 40.75 อธิบายว่าการเกิดสารประกอบไอออนิกที่มีสมบัติทางกายภาพเปลี่ยนไปเกิดจากการทำปฏิกิริยาระหว่างธาตุโลหะและอโลหะ เช่น เมื่อโลหะทำปฏิกิริยากับแก๊สหรืออากาศ จะทำให้ได้สารใหม่เกิดขึ้น ทำให้โซเดียมคลอไรด์ (NaCl) มีคุณสมบัติทางกายภาพที่เปลี่ยนแปลงไป จากคำตอบของนักเรียนจะเห็นได้ว่านักเรียนอธิบายเพียงแค่ว่า การเกิดสารประกอบไอออนิกเป็นการทำปฏิกิริยาระหว่างธาตุโลหะและธาตุโลหะ นักเรียนไม่สามารถที่จะอธิบายว่าปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นมีกระบวนการเป็นอย่างไร รองลงมาคือนักเรียนร้อยละ 18.52 ไม่สามารถอธิบายได้ว่าการเกิดสารประกอบไอออนิกเกิดขึ้นได้อย่างไร โดยมีเพียงแค่นักเรียนร้อยละ 11.11 อธิบายได้ว่าการเกิดสารประกอบไอออนิกเป็นการถ่ายโอนอิเล็กตรอนแล้วเกิดเป็นไอออน ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์

4.1.2 แนวคิดเกี่ยวกับค่าอิเล็กโตรเนกาติวิตี (EN) ส่งผลต่อการเกิดสารประกอบไอออนิก จากการศึกษาจัดกลุ่มแนวคิดของนักเรียนได้ดังตาราง 2

ตารางที่ 2 ร้อยละของกลุ่มแนวคิดของนักเรียนจากแบบวัดแนวคิดในประเด็นค่าอิเล็กโตรเนกาติวิตี (EN) ส่งผลต่อการเกิดสารประกอบไอออนิก

กลุ่มแนวคิด	คำอธิบายกลุ่มแนวคิด	ร้อยละ
ไม่ตอบคำถาม	ไม่สามารถอธิบายการเกิดสารประกอบไอออนิกได้	29.63
ความสัมพันธ์ของค่า EN	อธิบายการเกิดสารประกอบไอออนิกโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) ในประเด็นที่ค่า EN ไม่เกี่ยวข้องกับการเกิดสารประกอบไอออนิกโซเดียมคลอไรด์ (NaCl)	14.81
ผลต่างของค่า EN	อธิบายการเกิดสารประกอบไอออนิกโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) ในประเด็นที่ผลต่างค่า EN ของธาตุโลหะและธาตุโลหะไม่ต่างกันมากจึงไม่เกี่ยวข้องกับการเกิดสารประกอบไอออนิก	14.81
การทำปฏิกิริยา	อธิบายการเกิดสารประกอบไอออนิกโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) ในประเด็นที่พิจารณาผลต่างของค่า EN จากการทำปฏิกิริยาระหว่างโซเดียม (Na) ที่เป็นธาตุโลหะ และคลอรีน (Cl <sub>2</sub> ) ที่เป็นธาตุอโลหะ	11.11
แนวโน้มของค่า EN ตามตารางธาตุ	อธิบายการเกิดสารประกอบไอออนิกโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) ในประเด็นที่พิจารณาผลต่างค่า EN ของธาตุโลหะและธาตุโลหะต่างกันมาก โดยพิจารณาจากแนวโน้มค่า EN ตามตารางธาตุ	7.41
การถ่ายโอนอิเล็กตรอน	อธิบายการเกิดสารประกอบไอออนิกโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) ในประเด็นที่พิจารณาผลต่างค่า EN ของธาตุโลหะและธาตุโลหะที่สูงทำให้มีการถ่ายโอนอิเล็กตรอนได้ดี	11.11
ความเป็นโลหะ/อโลหะ	อธิบายการเกิดสารประกอบไอออนิกโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) ในประเด็นที่พิจารณาผลต่างของค่า EN จากความเป็นโลหะ โซเดียม (Na) และความเป็นอโลหะของคลอรีน (Cl <sub>2</sub> )	11.11

นักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 29.63 ไม่ตอบคำถามในประเด็นค่าอิเล็กโตรเนกาติวิตี (EN) ที่ส่งผลต่อการเกิดสารประกอบไอออนิก รองลงคือนักเรียนร้อยละ 14.81 อธิบายว่าค่าอิเล็กโตรเนกาติวิตี (EN) ไม่เกี่ยวข้องกับการเกิดสารประกอบไอออนิก เช่น ค่า EN คือค่าที่ใช้ในการดึงอิเล็กตรอนเข้าหาตัวเอง จึงไม่น่าเกี่ยวข้องกับการเกิดปฏิกิริยา และอธิบายว่าการเกิดสารประกอบไอออนิกนั้นค่า อิเล็กโตรเนกาติวิตี (EN) ไม่ต่างกันมาก เช่น Cl และ Na มีค่า EN ต่างกันน้อย มีเพียงนักเรียนร้อยละ 11.11 ที่พิจารณาค่าอิเล็กโตรเนกาติวิตี (EN) ที่ต่างกันของสารประกอบไอออนิกจากความ เป็นโลหะและอโลหะ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์

4.1.3 แนวคิดเกี่ยวกับการเกิดสารประกอบไอออนิกเกิดจากการถ่ายโอนอิเล็กตรอนของธาตุโลหะและธาตุโลหะ จากการศึกษาจัดกลุ่มแนวคิดของนักเรียนได้ดังตาราง 3

ตารางที่ 3 ร้อยละของกลุ่มแนวคิดของนักเรียนจากแบบวัดแนวคิดในประเด็นการเกิดสารประกอบไอออนิกเกิดจากการถ่ายโอนอิเล็กตรอนของธาตุโลหะและธาตุอโลหะ

กลุ่มแนวคิด	คำอธิบายกลุ่มแนวคิด	ร้อยละ
ไม่ตอบคำถาม	ไม่สามารถอธิบายการเกิดสารประกอบไอออนิกโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) ได้	40.74
ความไม่เสถียรของการอยู่เป็นอะตอมเดี่ยว	อธิบายการเกิดสารประกอบไอออนิกโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) ในประเด็นที่ธาตุโลหะและธาตุอโลหะไม่สามารถอยู่เป็นอะตอมเดี่ยวเพราะไม่มีความเสถียร ดังนั้นจึงมีการให้และรับของอิเล็กตรอนและโปรตอนเพื่อเป็นไปตามกฎออกเตต	18.52
การให้และรับอิเล็กตรอนของธาตุโลหะและธาตุอโลหะ	อธิบายการเกิดสารประกอบไอออนิกโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) ในประเด็นที่พิจารณาเวเลนซ์อิเล็กตรอนของธาตุโลหะและธาตุอโลหะ ดังนั้นจึงมีการให้และรับของอิเล็กตรอนเพียงอย่างเดียวเพื่อเป็นไปตามกฎออกเตต	40.74

นักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 40.74 ไม่ตอบคำถามในประเด็นการเกิดสารประกอบไอออนิกเกิดจากการถ่ายโอนอิเล็กตรอนของธาตุโลหะและธาตุอโลหะ ในขณะที่นักเรียนอีกร้อยละ 40.47 อธิบายถึงการให้และรับอิเล็กตรอนของธาตุโลหะและอโลหะซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดวิทยาศาสตร์ รองลงมานักเรียนร้อยละ 18.52 อธิบายการเกิดสารประกอบไอออนิกจากการที่ธาตุโลหะและธาตุอโลหะไม่สามารถอยู่เป็นอะตอมเดี่ยวเพราะไม่มีความเสถียร ดังนั้นจึงมีการให้และรับของทั้งอิเล็กตรอนและโปรตอนเพื่อให้เป็นไปตามกฎออกเตต เช่น โซเดียม (Na) และคลอรีน (Cl) เป็นธาตุอะตอมเดี่ยวที่ไม่เสถียรจึงต้องมีการถ่ายโอนอิเล็กตรอนและโปรตอนเพื่อให้เกิดเป็นไอออนและเป็นไปตามกฎออกเตต

4.1.4 แนวคิดเกี่ยวกับการเกิดสารประกอบไอออนิกเกี่ยวข้องกับพลังงานไอออไนเซชัน (IE) และสัมพรรคภาพอิเล็กตรอน (EA) การศึกษาจัดกลุ่มแนวคิดของนักเรียนได้ดังตาราง 5

ตารางที่ 4 ร้อยละของกลุ่มแนวคิดของนักเรียนจากแบบวัดแนวคิดในประเด็นการเกิดสารประกอบไอออนิกเกี่ยวข้องกับพลังงานไอออไนเซชันและสัมพรรคภาพอิเล็กตรอน

กลุ่มแนวคิด	คำอธิบายกลุ่มแนวคิด	ร้อยละ
ไม่ตอบคำถาม	ไม่สามารถอธิบายการเกิดสารประกอบไอออนิกโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) ได้	48.15
ไม่มีความสัมพันธ์ของ EA และ IE	อธิบายการเกิดสารประกอบไอออนิกโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) ในประเด็นที่ไม่ได้พิจารณาค่า IE และ EA ที่เกี่ยวข้องกับการให้และรับอิเล็กตรอนของธาตุโลหะและธาตุอโลหะ	22.22
อะตอมเท่านั้น	อธิบายการเกิดสารประกอบไอออนิกโซเดียมคลอไรด์	3.70

กลุ่มแนวคิด	คำอธิบายกลุ่มแนวคิด	ร้อยละ
	(NaCl) ในประเด็นที่การเกิดสารประกอบไอออนิกนั้น ไม่ต้องทำให้เวเลนซ์อิเล็กตรอนครบแปด จึงไม่มีการ ให้และรับอิเล็กตรอนแต่การเกิดสารประกอบ ไอออนิกที่เสถียรเป็นการทำให้อะตอมเท่ากัน	
ความสัมพันธ์ของค่า IE และ EN	อธิบายการเกิดสารประกอบไอออนิกโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) ในประเด็นที่โซเดียมมีการให้อิเล็กตรอนเกิด เป็นโซเดียมไอออนเกี่ยวข้องกับค่า IE และคลอรีน (Cl) มีการรับอิเล็กตรอนเกิดเป็นคลอไรด์ไอออน เกี่ยวข้องกับค่า EN	7.41
ความสัมพันธ์ของค่า IE และ EA	อธิบายการเกิดสารประกอบไอออนิกโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) ในประเด็นที่โซเดียมมีการให้อิเล็กตรอนเกิด เป็นโซเดียมไอออนเกี่ยวข้องกับค่า IE และคลอรีน (Cl) มีการรับอิเล็กตรอนเกิดเป็นคลอไรด์ไอออน เกี่ยวข้องกับค่า EA	14.82

นักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 48.15 ไม่ตอบคำถามในประเด็นการเกิดสารประกอบไอออนิกเกี่ยวข้องกับพลังงานไอออนในเซชันและสัมพรรคภาพอิเล็กตรอน รองลงมาคือนักเรียนร้อยละ 22.22 ไม่ได้พิจารณาถึงค่าพลังงานไอออนในเซชัน (IE) เมื่อมีการให้อิเล็กตรอนของธาตุโลหะ และค่าสัมพรรคภาพอิเล็กตรอน (EA) เมื่อมีการรับอิเล็กตรอนของธาตุโลหะ เช่น Na จะทำปฏิกิริยากับ  $Cl_2$  เพื่อให้อิเล็กตรอนครบแปด ดังนั้น Na จึงเกิดเป็น  $Na^+$  เพราะเป็นฝ่ายให้อิเล็กตรอน ส่วน Cl จะเปลี่ยนเป็น  $Cl^-$  เพราะเป็นฝ่ายรับอิเล็กตรอนเกิดเป็นไอออนยึดเหนี่ยวกันด้วยประจุไฟฟ้าที่ต่างกันเกิดเป็นสารประกอบโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) มีเพียงนักเรียนร้อยละ 14.82 มีแนวคิดที่สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์โดยอธิบายได้ว่าการเกิดเป็นโซเดียมไอออนเกี่ยวข้องกับพลังงานไอออนในเซชัน และการเกิดเป็นคลอไรด์ไอออนเกี่ยวข้องกับสัมพรรคภาพอิเล็กตรอน

จะเห็นได้ว่านักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดที่คลาดเคลื่อนในทั้ง 4 ประเด็นในเรื่อง การเกิดพันธะไอออนิก โดยในประเด็นที่ 3 และประเด็นที่ 4 ที่เกี่ยวข้องกับพลังงานไอออนในเซชัน สัมพรรคภาพอิเล็กตรอน และความสามารถในการดึงดูดอิเล็กตรอน พบว่านักเรียนส่วนใหญ่ไม่ตอบคำถาม มีเพียงประเด็นที่ 2 ที่ร้อยละของนักเรียนเท่ากันโดยร้อยละของนักเรียนที่อธิบายได้ว่าการเกิดสารประกอบไอออนิกเป็นการถ่ายโอนอิเล็กตรอนของโลหะและอโลหะและเท่ากับร้อยละของนักเรียนที่ไม่ตอบคำถามในประเด็นนี้

## 5. การอภิปรายผล

จากการสำรวจแนวคิดก่อนเรียนในเรื่อง การเกิดพันธะไอออนิก ซึ่งประกอบไปด้วย 4 ประเด็นย่อยนั้น นักเรียนยังมีแนวคิดคลาดเคลื่อนอยู่มาก แต่มีเพียงประเด็นเดียวที่นักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดที่สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์คือประเด็นการเกิดสารประกอบไอออนิกเกิดจากธาตุโลหะเป็นฝ่ายให้อิเล็กตรอนและธาตุโลหะเป็นฝ่ายรับรับอิเล็กตรอน เนื่องจากแนวคิดในประเด็นนี้เป็นเรื่องที่นักเรียนสามารถใช้ความรู้พื้นฐานที่นักเรียนได้เรียนในภาคเรียนที่แล้วคือ เรื่อง การจัดเรียงอิเล็กตรอน ทำให้นักเรียนทราบว่าธาตุโลหะจะเป็นฝ่ายให้อิเล็กตรอนและธาตุ



อโลหะจะเป็นฝ่ายรับอิเล็กตรอน โดยพิจารณาจากเวเลนซ์อิเล็กตรอนและทำให้เป็นไอออนที่เสถียรเพื่อให้เป็นไปตามกฎออกเตต แต่อย่างไรก็ตามก็ยังมีนักเรียนที่ไม่ตอบคำถามซึ่งอาจจะเนื่องมาจากนักเรียนขาดความรู้พื้นฐานเพื่อมาใช้พิจารณาในประเด็นนี้ และยังพบว่านักเรียนบางส่วนอธิบายว่าจะมีการถ่ายโอนอิเล็กตรอนและโปรตอนเพื่อให้เกิดเป็นสารประกอบไอออนิก โดยที่นักเรียนอาจจะสับสนว่าการเกิดเป็นไอออนบวกและไอออนลบที่เสถียรนั้น มีความเกี่ยวข้องกับโปรตอนและอิเล็กตรอนซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยที่นักเรียนมีแนวคิดว่ายอิเล็กตรอนและโปรตอนจะถูกถ่ายโอนจนเกิดเป็นไอออน (Taber, 1996) ส่วนประเด็นที่ 1 เกี่ยวกับการเกิดสารประกอบไอออนิกเป็นการเกิดปฏิกิริยาเคมีที่มีสารใหม่เกิดขึ้น พบว่านักเรียนส่วนใหญ่ไม่ได้พิจารณาว่าสารประกอบไอออนิกที่ได้นั้นเป็นสารใหม่ซึ่งแตกต่างไปจากสารตั้งต้น แต่ระบุเพียงแต่ว่าต้องมีการทำปฏิกิริยากันแต่ไม่สามารถพิจารณาได้ว่าการเกิดสารประกอบไอออนิกเกิดขึ้นได้อย่างไรเพราะเป็นสิ่งที่ป็นนามธรรม ไม่สามารถสังเกตหรือสัมผัสได้ จึงทำให้เป็นการยากที่นักเรียนจะอธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในระดับมหภาคให้เชื่อมโยงลงไปในระดับจุลภาคได้ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยที่อธิบายว่าเคมีเป็นเนื้อหาที่มีเป็นนามธรรม มีคำอธิบายส่วนใหญ่ไม่ได้อยู่ในระดับที่นักเรียนจะสังเกตเห็นได้ ทำให้นักเรียนมองไม่เห็นภาพและไม่สามารถทำความเข้าใจแนวคิดหลักทางเคมีได้ (Johnstone, 1991) ส่วนในประเด็นอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับพลังงานไอออนในเซชัน สัมพรรคภาพอิเล็กตรอน และความสามารถในการดึงดูดอิเล็กตรอนที่เป็นปัจจัยที่ใช้พิจารณาการเกิดสารประกอบไอออนิก นักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถตอบคำถามในประเด็นดังกล่าวได้โดยอาจเป็นเพราะนักเรียนยังไม่ทราบว่าปัจจัยดังกล่าวมีความสัมพันธ์อย่างไรกับการเกิดสารประกอบไอออนิกสอดคล้องกับงานวิจัยที่นักเรียนคิดว่าโซเดียมไอออนมีความเสถียรมากกว่าโซเดียมอะตอม เพราะมีการจัดเรียงอิเล็กตรอนครบเป็ดตามกฎออกเตต โดยพิจารณาเพียงแค่กฎออกเตตแต่ไม่คำนึงถึงพลังงานไอออนในเซชันโดยโซเดียมอะตอมให้วาเลนซ์อิเล็กตรอน เพื่อที่จะทำให้ตัวเองเกิดความเสถียรเพียงเท่านั้น (Taber, 2000) รวมไปถึงงานวิจัยที่นักเรียนส่วนใหญ่ทราบว่าเกิดการเกิดพันธะไอออนิกเกิดจากการถ่ายโอนอิเล็กตรอนเพื่อให้เป็นไปตามกฎออกเตต แต่ไม่ได้พิจารณาถึงพลังงานไอออนในเซชัน สัมพรรคภาพอิเล็กตรอน และความสามารถในการดึงดูดอิเล็กตรอน (อภิวัฒน์ ศรีกันหา, 2557) นอกจากนั้นยังแสดงให้เห็นว่านักเรียนส่วนใหญ่ยังไม่มีความเข้าใจที่ดีพอในเรื่องพลังงานไอออนในเซชัน สัมพรรคภาพอิเล็กตรอน และความสามารถในการดึงดูดอิเล็กตรอนว่าจะส่งผลอย่างไรต่อการเกิดสารประกอบไอออนิก ดังนั้นในการเรียนเรื่อง การเกิดพันธะไอออนิกนักเรียนจำเป็นต้องเข้าใจในกระบวนการเกิดสารประกอบไอออนิกในระดับจุลภาคซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับพลังงานประเภทต่างๆ และต้องเชื่อมโยงไปยังปรากฏการณ์ในระดับมหภาคให้ได้

## 6.บทสรุป

จากงานวิจัยนี้สรุปได้ว่านักเรียนไม่สามารถอธิบายปรากฏการณ์ทางเคมีที่มีความสอดคล้องกันทั้งในระดับมหภาคและระดับจุลภาคได้ จะเป็นอุปสรรคในการเรียนเรื่อง พันธะไอออนิก นอกจากนั้นยังสรุปได้ว่าแนวคิดในเรื่องการเกิดพันธะไอออนิกเป็นแนวคิดที่เป็นนามธรรม มีความซับซ้อน เช่น ในเรื่องของพลังงานไอออนในเซชัน สัมพรรคภาพอิเล็กตรอน ทำให้นักเรียนส่วนมากไม่สามารถระบุได้ว่าสิ่งเหล่านี้มีความเกี่ยวข้องกับการเกิดสารประกอบไอออนิกอย่างไร และความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับการจัดเรียงอิเล็กตรอน และการเกิดเป็นไอออนที่เสถียร เป็นสิ่งสำคัญต่อการพัฒนาแนวคิดในเรื่องการเกิดพันธะไอออนิก

## 7. กิตติกรรมประกาศ

โครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สกว.) ระยะที่ 3 (พ.ศ. 2556 – 2561)

## 8. เอกสารอ้างอิง

- มธุรินทร์ สุทธิเชษฐ์. (2556). การพัฒนาแนวคิดและเจตคติต่อการจัดการเรียนรู้เรื่องพันธะเคมีของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. (วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์).
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). (2551). หนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม เคมี เล่ม 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพฯ: องค์การค้ำของสทศ.
- อภิวัฒน์ ศรีกันหา. (2557). การศึกษามโนคติและตัวแทนความคิด เรื่อง พันธะไอออนิก ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. (วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา).
- Butts, B. and Smith, R. (1987). HSC chemistry students' understanding of the structure and properties of molecular and ionic compounds. *Research in Science Education*, 17, 192–201
- Justi, R., and Gilbert, J. (2002). Modelling, teachers' views on the nature of modeling implications for the education of modellers. *International Journal of Science Education*, 24(4), 369-387.
- Johnstone. (1991). Why is science difficult to learn? Things are seldom what they seem. *Journal of Computer Assisted Learning*, 7, 75-83.
- Johnstone. (2000). *Chemical Education Research: Where from here?* Paper presented at Centre for Science Education, University of Glasgow, Glasgow.
- Nicoll, G. (2001). A report of undergraduates' bonding alternative conceptions. *International Journal of Science Education*, 23(7), 707–730.
- Ozmen, H. (2004). Some student misconceptions in chemistry: a literature review of chemical bonding. *Journal of Science Education and Technology*, 13(2), 147–159.
- Sirhan, G. (2007). Learning difficulties in chemistry: An overview. *Journal of Turkish Science Education*, 4(2), 2-20.
- Rahuya, S. and Tyler, R. (2000). Progression in primary school children's conceptions of burning: Toward an understanding of the concept of substance. *Research in Science Education*, 29(3), 295-312
- Taber, K. S. (1994). Misunderstanding the ionic bond. *Education in Chemistry*, 31, 100–103.
- Taber, K.S. (1996). Chlorine is an oxide, heat causes molecules to melt, and sodium reacts badly in chlorine: a survey of the background knowledge of one A-level chemistry class. *School Science Review*, 78(282), 39-48.
- Taber, K. S. (2000). Chemistry lessons for universities?: A review of constructivist ideas. *University Chemistry Education*, 4, 63–72.
- Taber, K. S. (2003). Mediating mental models of metals: acknowledging the priority of the learner's prior learning. *Science Education*, 87, 732-758.