

การใช้ชุดการเรียนรู้ที่อิงการสืบเสาะหาความรู้เพื่อพัฒนามโนคติ  
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เกี่ยวกับพันธะเคมี  
Implementing Inquiry-based Learning Modules to Develop Grade 10  
Students' Conceptions of Chemical Bonding

ชิตชนก ไชยยะ<sup>1\*</sup> และ สุธิดา จำรัส <sup>2</sup>  
Chitchanok Chaiya<sup>1\*</sup> and Suthida Chamrat <sup>2</sup>

<sup>1\*</sup> คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, chitchanok\_chaiya@cmu.ac.th

(Faculty of Education, Chiang Mai University)

<sup>2</sup>คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, suthida.c@cmu.ac.th

(Faculty of Education, Chiang Mai University)

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาผลของการใช้ชุดการเรียนรู้ที่อิงการสืบเสาะหาความรู้เพื่อพัฒนามโนคติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เกี่ยวกับพันธะเคมี กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 โรงเรียนเทพศิรินทร์คลองสิบสาม ปทุมธานี จังหวัดปทุมธานี ที่เรียนหลักสูตรวิทย์-คณิต ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 จำนวนทั้งหมด 20 คน ซึ่งได้จากการเลือกตัวอย่างแบบเจาะจง เนื้อหาที่ใช้จัดกิจกรรมและจัดการเรียนรู้คือ เรื่อง พันธะเคมี เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย ชุดการเรียนรู้ เรื่อง พันธะเคมี จำนวน 3 ชุด แบบวัดมโนคติ เรื่อง พันธะเคมี จำนวน 20 ข้อ พร้อมให้นักเรียนอธิบายเหตุผลในการเลือกตอบผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ที่อิงการสืบเสาะหาความรู้เพื่อพัฒนามโนคติเกี่ยวกับพันธะเคมี มีมโนคติเกี่ยวกับพันธะเคมีหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน โดยคะแนนแบบวัดมโนคติของนักเรียนก่อนเรียนมีค่าเฉลี่ย 18.00 และหลังเรียนมีค่าเฉลี่ย 42.80 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานก่อนเรียนมีค่า เท่ากับ 9.45 และหลังเรียนมีค่าเท่ากับ 6.45 โดยนักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจมโนคติทางวิทยาศาสตร์ จากระดับความไม่เข้าใจ (NU) ไปสู่ระดับความเข้าใจที่ถูกต้อง (PU) คิดเป็นร้อยละ 0.83 ของจำนวนคำตอบที่มีการเปลี่ยนแปลง จากระดับความเข้าใจคลาดเคลื่อน (AC) ไปสู่ระดับความเข้าใจที่ถูกต้อง (PU) คิดเป็นร้อยละ 63.64 ของจำนวนคำตอบที่มีการเปลี่ยนแปลง จากระดับความเข้าใจคลาดเคลื่อน (AC) ไปสู่ระดับความเข้าใจที่ถูกต้องมากที่สุด (CU) คิดเป็นร้อยละ 1.65 ของจำนวนคำตอบที่มีการเปลี่ยนแปลง และจากระดับความเข้าใจคลาดเคลื่อน (PS) ไปสู่ระดับความเข้าใจที่ถูกต้องมากที่สุด (CU) คิดเป็นร้อยละ 33.88 ของจำนวนคำตอบที่มีการเปลี่ยนแปลง

คำสำคัญ: พันธะเคมี ชุดการเรียนรู้ที่อิงการสืบเสาะหาความรู้ การเปลี่ยนแปลงมโนคติ

## ABSTRACT

The objective of this research was studying the effects by implementing inquiry-based learning modules to developed grade 10 students for chemical bonding concepts at Debsirinklongsibsam Pathumthani school. This research study group was 20 sciences students recruited by purposive sampling. The research tools consisted of 3 sets of chemical bond learning modules, 20 the conceptual test of chemical bonding 2-tier conceptual test with giving reasons for choosing the choices. The result of the research found that the students had concepts of chemical bonding for the post-test increased comparing to the pre-test which the result shown by pre-test score average was 18 (30%), post-test score average was 42.8 (71.33%), pre-test standard deviation was 9.45 and post-test standard deviation was 6.45. The result of change in understanding from no understanding (NU) to partial understanding (PU) was 0.83 percent of the answers that have conception changed, alternative conception (AC) to partial understanding (PU) was 63.64 percent of the answers that have conception changed, alternative conception (AC) to complete understanding (CU) was 1.65 percent of the answers that have conception changed and partial understanding with specific.

**KEYWORDS:** Chemical Bonding, Implementing Inquiry-based Learning Modules, Conception Changed

*\*Corresponding author, chitchanok\_chaiya@cmu.ac.th โทร. 098 1694154*

*Received: 5 November 2020 / Revised: 25 December 2020 / Accepted: 5 January 2021 / Published online: 31 August 2021*

## บทนำ

การศึกษาเป็นหัวใจสำคัญของการพัฒนาประเทศเป็นรากฐานในการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ โดยต้องจัดการศึกษาให้ทันกับสถานการณ์โลกที่เต็มไปด้วยความรู้และข้อมูลที่เพิ่มมากขึ้น บทบาทของวิทยาศาสตร์มีความสำคัญยิ่งในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคต เนื่องจากวิทยาศาสตร์มีความเกี่ยวข้องกับทุกคน ทั้งในชีวิตประจำวันและในการประกอบอาชีพต่าง ๆ ตลอดจนเรื่องและเทคโนโลยี เครื่องมือเครื่องใช้ เพื่อช่วยอำนวยความสะดวกในการดำรงชีวิต ล้วนเป็นผลของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่นำมาผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์และความรู้จากศาสตร์อื่น ๆ อีกทั้งวิทยาศาสตร์ช่วยให้มนุษย์ได้พัฒนาวิธีคิด ที่มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ เพื่อให้มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) การพัฒนาทรัพยากรมนุษย์เป็นรากฐานสำคัญที่สุดของการแข่งขันในโลกยุคใหม่ ที่เป็นระบบเศรษฐกิจฐานความรู้โลกอนาคต ซึ่งไม่ได้แข่งขันที่ความมั่นคงของทรัพยากรธรรมชาติ แต่แข่งขันกันที่ความรู้ ความสามารถในการหาข้อมูลมาวิเคราะห์ วิจัย และประยุกต์อย่างเหมาะสม ดังนั้นครูผู้สอนจึงเป็นผู้มีบทบาทที่มีความสำคัญในการวางรากฐานทางความรู้ ความคิดและกระบวนการสร้างองค์ความรู้ให้แก่เยาวชน โดยครูต้องเป็นผู้ที่มีความรู้ มีวิธีการที่จะจัดกิจกรรมทางการเรียนการสอนให้น่าสนใจ อีกทั้งยังพัฒนากระบวนการคิดและการแก้ปัญหา มีกิจกรรมให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติและสร้างองค์ความรู้อย่างต่อเนื่อง (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2551)

วิชาเคมี จัดอยู่ในตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) ซึ่งเป็นรากฐานของวิทยาศาสตร์พื้นฐานที่มีความสำคัญและมีคุณค่าต่อการดำรงชีวิตประจำวันของมนุษย์ในทุก ๆ ด้าน จึงมีความจำเป็นที่จะต้องการศึกษาทฤษฎีและหลักการพื้นฐานทางเคมี เพื่อให้สามารถคิดค้นหรือใช้ประโยชน์จากวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอื่นทั้งยังเป็นวิชาที่มีความเฉพาะเจาะจง เป็นเรื่องที่ยากต่อการทำความเข้าใจของนักเรียน เพราะเนื้อหาที่มีลักษณะเป็นนามธรรม ทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจเกี่ยวกับมโนคติในระดับมโนคติที่คลาดเคลื่อน วิชาเคมีเป็นวิชาที่มีความยาก (Fulya Oner Armagan, 2010) และนักเรียนจำนวนมากมีความเข้าใจเกี่ยวกับมโนคติในระดับไม่มีมโนคติทางวิทยาศาสตร์ (ปวีณสุดา จำรัสสนสาร, 2556) บางแหล่งที่มาอาจนำไปสู่ความยากลำบากในการเข้าใจมโนคติทางวิชาเคมี (Kingir & Geban, 2012) โดยคำว่า “มโนคติที่คลาดเคลื่อน” ถูกใช้เพื่ออ้างถึงความคิดของนักเรียนที่อยู่นอกเหนือจากมโนคติทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนมีมโนคติที่คลาดเคลื่อนในวิชาเคมีพอ ๆ กับเนื้อหาในเรื่องอื่น ๆ ในวิชาวิทยาศาสตร์ โดยมโนคติที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนและความบกพร่องในการเรียนวิชาเคมีเป็นปัญหาสำคัญที่นักการศึกษาทางวิทยาศาสตร์นั้นมีความกังวลเป็นอย่างมาก ซึ่งถ้าเกิดนักเรียนมีมโนคติที่คลาดเคลื่อน จะทำให้นักเรียนไม่สามารถนำมโนคติเดิมไปเชื่อมโยงกับมโนคติใหม่ได้ อีกทั้งยังเป็นอุปสรรคขัดขวางต่อการเรียนรู้ที่มีความหมายและมีประสิทธิภาพ ยิ่งไปกว่านั้น มโนคติที่คลาดเคลื่อนเหล่านี้ยังยากต่อการเปลี่ยนแปลงและแก้ไขได้ โดยการเรียนการสอนแบบปกติ จากสภาพปัญหาข้างต้น ครูผู้สอนมีหน้าที่โดยตรงในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนได้รับการพัฒนาทั้งด้านความรู้และด้านกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ผู้เรียนควรได้รับการกระตุ้นส่งเสริมให้สนใจและกระตือรือร้นที่จะเรียน มีความสงสัย เกิดคำถามในสิ่งต่างๆ ที่เกี่ยวกับโลกและธรรมชาติรอบตัวมีความมุ่งมั่นรวมไปถึงมีความสุขที่จะศึกษาค้นคว้า สืบเสาะหาความรู้เพื่อรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ผล นำไปสู่คำตอบของคำถาม สามารถตัดสินใจด้วยการใช้ข้อมูลอย่างมีเหตุผล

ชุดการเรียนรู้ เป็นชุดที่รวบรวมสื่อและอุปกรณ์หลากหลายชนิด รวมทั้งใบกิจกรรมไว้ในแหล่งเดียวกัน ให้ความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ เนื้อหาของแต่ละหน่วยประสบการณ์ที่ต้องการให้ผู้เรียนได้รับ เพื่อช่วยในการปรับเปลี่ยนพฤติกรรม การเรียนรู้ของนักเรียน ซึ่งประกอบไปด้วย ชื่อชุดการเรียนรู้ คำชี้แจง จุดประสงค์การเรียนรู้ เวลาที่ใช้ในการสอน คู่มือครู คู่มือนักเรียน การวัดและการประเมินผล มีเป้าหมายเพื่อให้ผู้เรียนเกิดพฤติกรรมตามเป้าหมาย (กรองกาญจน์ อรุณรัตน์, 2536) ชุดการเรียนรู้ ถือเป็นวิธีการสอนวิธีหนึ่งที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้า โดยมีพื้นฐานมาจากความสนใจและความต้องการเฉพาะของผู้เรียน เนื่องจากภายในชุดการเรียนรู้ได้มีการรวบรวมสื่อ อุปกรณ์ กิจกรรม ใบงาน พร้อมใช้สำหรับการดำเนินกิจกรรมที่ลงมือปฏิบัติโดยผู้เรียน ภายใต้การอำนวยความสะดวก (Facilitate) ของครูผู้สอน เพื่อช่วยให้ผู้เรียนเกิดความรอบรู้ ในแบบของความใคร่ขอยอดเฉพาะหรือการฝึกฝนทักษะใหม่ ถ้าหากผู้เรียนคนใดที่เรียนช้า ไม่เข้าใจในเนื้อหาที่เรียนผ่านไป ก็สามารถใช้เวลาตามที่เขาต้องการในการที่จะศึกษาหาความรู้และทบทวนได้ด้วยตนเอง ตามความสามารถที่ผู้เรียนมีอยู่ จนกระทั่งเข้าใจและพร้อมที่จะเรียนเนื้อหาอื่นต่อไปได้อีกด้วย จากเหตุผลดังกล่าวผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะใช้ชุดการเรียนรู้ที่อิงการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เพื่อพัฒนามโนคติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เกี่ยวกับพันธะเคมี

## วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาผลของการใช้ชุดการเรียนรู้ที่อิงการสืบเสาะหาความรู้เพื่อพัฒนามโนคติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เกี่ยวกับพันธะเคมี

## นิยามศัพท์เฉพาะ

1. ชุดการเรียนรู้ หมายถึง ชุดที่มีการนำสื่อการสอนหลากหลายชนิดรวมเข้าไว้ด้วยกัน โดยให้มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ เนื้อหาของแต่ละหน่วยและประสบการณ์ที่ต้องการให้ผู้เรียนได้รับ เพื่อช่วยในการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน ภายในชุดการเรียนรู้ประกอบด้วย ชื่อชุดการเรียนรู้ คำชี้แจง แผนการจัดการเรียนรู้

2. การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ หมายถึง กิจกรรมการสอนที่นักเรียนได้พัฒนาความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์และเป็นเทคนิคหรือกลวิธีอย่างหนึ่งที่ทำให้เกิดการเรียนรู้โดยกระตุ้นให้นักเรียนมีความอยากรู้อยากเห็นเสาะแสวงหาความรู้โดยการถามคำถาม และพยายามค้นหาคำตอบให้พบด้วยตนเอง ที่ประกอบด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การสร้างความสนใจ (Engage) 2) การสำรวจและค้นคว้า (Explore) 3) การอธิบาย (Explain) 4) การขยายความรู้ (Elaborate) 5) การประเมิน (Evaluate)

3. ชุดการเรียนรู้ที่อิงการสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง พันธะเคมี หมายถึง ชุดการเรียนรู้วิชาเคมี เรื่อง พันธะเคมีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งจัดให้ผู้เรียนได้ดำเนินการเรียนรู้ตามขั้นตอนของการสืบเสาะหาความรู้

4. มโนคติเกี่ยวกับพันธะเคมี หมายถึง ความคิด ความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับพันธะเคมีของนักเรียนก่อนและหลังการใช้ชุดการเรียนรู้ที่อิงการสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งอาจจะเหมือนหรือแตกต่างจากความเข้าใจหรือคำอธิบายของนักวิทยาศาสตร์ ถ้านักเรียนมีความคิด ความเข้าใจที่ถูกต้องตามความเข้าใจของนักวิทยาศาสตร์ เรียกว่า นักเรียนมีมโนคติที่ถูกต้อง และถ้านักเรียนมีความเข้าใจแตกต่างไปจากความเข้าใจของนักวิทยาศาสตร์ เรียกว่า นักเรียนมีมโนคติที่คลาดเคลื่อน

## ประโยชน์ที่ได้รับ

1. ได้ทราบผลของการใช้ชุดการเรียนรู้ที่อิงการสืบเสาะหาความรู้เพื่อพัฒนามโนคติของนักเรียนเกี่ยวกับพันธะเคมี
2. เป็นแนวทางสำหรับครูในการปรับปรุงการสอนและใช้ชุดการเรียนรู้ที่มีความเหมาะสมในการสอนเพื่อให้นักเรียนเกิดมโนคติที่ถูกต้องในเนื้อหาวิชาเคมีเรื่องอื่นๆ ต่อไป
3. เป็นแนวทางในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนในเรื่องอื่นหรือระดับชั้นอื่นๆ

## วิธีดำเนินการวิจัย

### ประชากร และตัวอย่างการวิจัย

กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 โรงเรียนเทพศิรินทร์คลองสิบสาม ปทุมธานี จังหวัดปทุมธานี ที่เรียนหลักสูตรวิทย์-คณิต ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 จำนวนทั้งหมด 20 คน ซึ่งได้จากการเลือกตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive sampling)

### เครื่องมือวิจัย

1. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย

1.1 แผนการจัดการเรียนรู้ที่อิงการสืบเสาะหาความรู้ รายวิชาเคมี เรื่อง พันธะเคมี จำนวน 8 แผนการจัดการเรียนรู้ ใช้เวลาทั้งหมด 20 ชั่วโมง

1.2 ชุดการเรียนรู้ที่อิงการสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง พันธะเคมี จำนวน 3 ชุด ประกอบไปด้วย ชุดที่ 1 พันธะไอออนิก ชุดที่ 2 พันธะโคเวเลนต์และชุดที่ 3 พันธะโลหะ

1.3 แบบวัดมโนคติ เรื่อง พันธะเคมี จำนวน 20 ข้อ คะแนนรวมทั้งหมด 60 คะแนน ประกอบด้วยเรื่อง พันธะไอออนิก พันธะโคเวเลนต์ และพันธะโลหะ ลักษณะของแบบทดสอบเป็นชนิด 2 ลำดับ (2 – tier conceptual test) คือ ลำดับที่ 1 สร้างคำถามที่มีคำตอบให้เลือก 2 ตัวเลือก โดยมีคำตอบที่ถูกต้องเพียง 1 คำตอบ และอีกหนึ่งตัวเลือกที่เหลือคือคำตอบที่เป็นมโนคติที่คลาดเคลื่อน ลำดับที่ 2 ให้นักเรียนเขียนอธิบายเหตุผลในการเลือกคำตอบดังกล่าว

**ตาราง 1** ตารางแสดงการใช้เครื่องมือวิจัยในการเก็บรวบรวมข้อมูลตามวัตถุประสงค์และคำถามการวิจัย

วัตถุประสงค์	คำถามวิจัย	เครื่องมือที่ใช้	การเก็บรวบรวมข้อมูล
เพื่อพัฒนามโนคติวิทยาศาสตร์ เรื่อง พันธะเคมีของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้ชุดการเรียนรู้ที่อิงการสืบเสาะหาความรู้	มโนคติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง พันธะเคมี ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 เป็นอย่างไร เมื่อจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดการเรียนรู้ที่อิงการสืบเสาะหาความรู้	แบบวัดมโนคติ เรื่อง พันธะเคมี	ก่อนและหลังการใช้ชุดการเรียนรู้ที่อิงการสืบเสาะหาความรู้

### การสร้างเครื่องมือในวิจัย

การสร้างเครื่องมือในการวิจัยแต่ละชิ้นเป็นดังนี้

#### 1) แผนการจัดการเรียนรู้ที่อิงการสืบเสาะหาความรู้

ผู้วิจัยได้สร้างชุดการเรียนรู้โดยมีลำดับขั้นตอน ดังนี้

1. ศึกษาหลักสูตร ผลการเรียนรู้และขอบข่ายของเนื้อหาวิชาเคมี จากตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เรื่อง พันธะเคมี

2. ศึกษาโมเดลคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับพันธะเคมี

3. ศึกษารายละเอียดเนื้อหาที่จะนำมาสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ วิเคราะห์ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง หัวข้อเนื้อหา กิจกรรมการเรียนการสอน กระบวนการเรียนรู้ การวัดผลประเมินผล จากเนื้อหาวิชาเคมี เรื่อง พันธะเคมี ของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการศึกษาเอกสาร ทฤษฎี คู่มือ หลักสูตรและงานวิจัยที่เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน ได้แก่ 3.1 การสร้างความสนใจ (Engage) 3.2 การสำรวจและค้นคว้า (Explore) 3.3 การอธิบาย (Explain) 3.4 การขยายความรู้ (Elaborate) 3.5 การประเมิน (Evaluate) แล้วจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ที่อิงการสืบเสาะหาความรู้ จำนวน 8 แผน ดังนี้ 1.แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง การเกิดสารประกอบไอออนิก การเขียนสูตรและเรียกชื่อสารประกอบไอออนิก 2. แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง โครงสร้างสารประกอบไอออนิก และพลังงานกับการเกิดสารประกอบไอออนิก 3. แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง สมบัติของสารประกอบไอออนิก 4.แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง การเกิดพันธะโคเวเลนต์และการเขียนโครงสร้างของลิวอิส 5.แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง ความยาวพันธะและพลังงานพันธะ 6.แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง รูปร่างโมเลกุล และสภาพขั้วของโมเลกุลโคเวเลนต์ 7.แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 เรื่อง แรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลและสารโคเวเลนต์โครงสร้างตาข่าย 8.แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 เรื่อง พันธะโลหะ

4. สร้างแผนการจัดการเรียนรู้ โดยมีลำดับหัวข้อในแผนการจัดการเรียนรู้ดังนี้ 4.1. ส่วนหัวของแผนการเรียนรู้ ประกอบด้วย ชื่อแผนการจัดการเรียนรู้ ชื่อเรื่องของแผนการจัดการเรียนรู้ รายวิชา ระดับชั้นที่สอน ชื่อหน่วยการเรียนรู้และ

จำนวนชั่วโมงที่ใช้ในการสอน 4.2. สารระยรายวิชาเพิ่มเติม โดยผู้วิจัยได้ศึกษาจากตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 4.3. ผลการเรียนรู้ โดยผู้วิจัยได้ศึกษาจากตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 4.4. จุดประสงค์การเรียนรู้ โดยผู้วิจัยกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ได้มาจากการวิเคราะห์ผลการเรียนรู้วิชาเคมี สาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 4.5. สาระการเรียนรู้ โดยผู้วิจัยได้กำหนดสาระการเรียนรู้ที่ผู้เรียนต้องเรียนรู้ในแผนการจัดการเรียนรู้ 4.6. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 4.7. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยผู้วิจัยได้จัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การสร้างความสนใจ (Engage), 2) การสำรวจและค้นคว้า (Explore), 3) การอธิบาย (Explain), 4) การขยายความรู้ (Elaborate) และ 5) การประเมิน (Evaluate) 4.8. สื่อและอุปกรณ์ โดยผู้วิจัยจัดสื่อและอุปกรณ์ที่เหมาะสม ที่ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ 4.9. การวัดและประเมินผล โดยผู้วิจัยได้ออกแบบสอดคล้องและเหมาะสมกับภาระงานที่กำหนด ซึ่งประเมินผลด้วยการตรวจผลงาน ใช้เกณฑ์กำหนดระดับคุณภาพของผู้เรียนตามคะแนนที่ได้ 4.10. บันทึกหลังการสอน โดยผู้วิจัยสร้างบันทึกหลังการสอนเพื่อใช้เก็บข้อมูลสารสนเทศในการปรับปรุงแผนการเรียนรู้ครั้งต่อไป

5. นำแผนการสอนที่แก้ไขปรับปรุงแล้วไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน (รายนามดังแสดงในภาคผนวก ก) ตรวจสอบความถูกต้อง ความเหมาะสมด้านเนื้อหาและพิจารณาตรวจสอบรายละเอียดของแผนการจัดการเรียนรู้ เพื่อนำข้อบกพร่องและข้อเสนอแนะมาแก้ไข ปรับปรุงความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแผนจัดการเรียนรู้ในเรื่อง พันธะเคมี โดยหาค่าดัชนีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (Index of Item Objective Congruence: IOC) ตามแนวทางของ วรณี แกมเกตุ (2555) โดยมีเกณฑ์การพิจารณาตั้งต่อไปนี้โดย (+1) = ถ้าแน่ใจว่าแผนการจัดการเรียนรู้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย, (0) = ถ้าไม่แน่ใจว่าแผนการจัดการเรียนรู้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย และ (-1) = ถ้าแน่ใจว่าแผนการจัดการเรียนรู้ไม่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย

6. เมื่อแก้ไขปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญแล้ว นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขจากนั้นไปลองสอนกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สายการเรียนวิทย์-คณิต ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 โรงเรียนเทพศิรินทร์คลองสิบสาม ปทุมธานี จำนวน 20 คน ซึ่งไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างและยังไม่เคยเรียนเนื้อหาวิชาเคมี เรื่อง พันธะเคมี ของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มาก่อน เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนการสอน สื่อการสอน การวัดผล ประเมินผลและเวลาที่ใช้ แล้วนำไปปรับปรุงแก้ไขให้สมบูรณ์ จากนั้นนำไปใช้สอนจริงกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

## 2) ชุดการเรียนรู้ที่อิงการสืบเสาะหาความรู้

ผู้วิจัยได้สร้างชุดการเรียนรู้โดยมีลำดับขั้นตอน ดังนี้

1. ศึกษาเอกสาร งานวิจัย และรายละเอียดเนื้อหาที่จะนำมาสร้างชุดการเรียนรู้
2. ศึกษาเนื้อหาของชุดการเรียนรู้ที่อิงการสืบเสาะหาความรู้ รายวิชา เคมี เกี่ยวกับพันธะเคมีจำนวน 3 ชุดการเรียนรู้ ประกอบด้วยชุดที่ 1 พันธะไอออนิก กิจกรรมประกอบไปด้วยเนื้อหาเกี่ยวกับ การเกิดพันธะไอออนิก การเขียนและเรียกชื่อสารประกอบไอออนิก โครงสร้างสารประกอบไอออนิก พลังงานกับการเกิดสารประกอบไอออนิกและสมบัติของสารประกอบไอออนิก ชุดที่ 2 พันธะโคเวเลนต์ กิจกรรมประกอบไปด้วยเนื้อหาเกี่ยวกับ การเกิดพันธะโคเวเลนต์ และการเขียนโครงสร้างของลิวอิส ความยาวพันธะและพลังงานพันธะ รูปร่างโมเลกุล สภาพขั้วของโมเลกุลโคเวเลนต์ แรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุล และสารโคเวเลนต์โครงร่างตาข่าย ชุดที่ 3 พันธะโลหะ กิจกรรมประกอบไปด้วยเนื้อหาเกี่ยวกับ การเกิดพันธะโลหะ และสมบัติของโลหะ

3. ศึกษาโมเดลตลาดเคลื่อนเกี่ยวกับพันธะเคมี
4. วิเคราะห์รายละเอียดของเนื้อหาในชุดการเรียนรู้ที่อิงการสืบเสาะหาความรู้ รายวิชาเคมี เกี่ยวกับพันธะเคมี
5. นำชุดการเรียนรู้ที่อิงการสืบเสาะหาความรู้ที่แก้ไขปรับปรุงแล้วไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมด้านเนื้อหาวิทยาศาสตร์จำนวน 3 ท่าน

6. นำชุดการเรียนรู้ที่อิงการสืบเสาะหาความรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขจากนั้นไปทดลองสอนกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สายการเรียนวิทย์-คณิต ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 โรงเรียนเทพศิรินทร์คลองสิบสาม ปทุมธานี จำนวน 20 คน ซึ่งไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างและยังไม่เคยเรียนเนื้อหาวิชาเคมี เรื่อง พันธะเคมี ของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มาก่อน เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของชุดการเรียนรู้ที่อิงการสืบเสาะหาความรู้ การวัดผลและประเมินผลและเวลาที่ใช้ แล้วนำไปปรับปรุง แก้ไขให้สมบูรณ์ จากนั้นนำไปใช้สอนจริง



ภาพ 1 ตัวอย่างกิจกรรมที่อยู่ในชุดการเรียนรู้ ชุดที่ 2 พันธะโคเวเลนต์

### 3) แบบวัดมโนคติ

ผู้วิจัยได้สร้างแบบวัดมโนคติ เรื่อง พันธะเคมี โดยมีลำดับขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

1. ศึกษาเอกสาร ทฤษฎี และงานวิจัย เกี่ยวกับแบบวัดมโนคติ เพื่อนำมาเป็นแนวทางในการสร้างแบบวัดมโนคติ เรื่อง พันธะเคมี จากนั้นกำหนดกรอบแนวคิด และขอบข่าย โครงสร้างของคำถามที่ต้องการวัดให้สอดคล้องกับเนื้อหาเรื่องพันธะเคมี
2. ศึกษาโมเดลมโนคติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง พันธะเคมี ทั้งมโนคติที่ถูกต้องและที่คลาดเคลื่อน เพื่อนำไปสร้างแบบวัดมโนคติ
3. ดำเนินการสร้างแบบวัดมโนคติตามข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้ศึกษา ค้นคว้าและเก็บรวบรวม ในการสร้างแบบวัดมโนคติ คำนึงถึงมโนคติที่ต้องการจะศึกษาและมโนคติที่คลาดเคลื่อน โดยที่ตัวเลือกจะต้องมีมโนคติที่คลาดเคลื่อนและมโนคติที่ถูกต้องรวมอยู่ในตัวเลือก ทั้งนี้เพื่อตรวจสอบมโนคติของนักเรียนเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวทุกข้อคำถามจะมีการให้นักเรียนแสดงเหตุผลของการเลือกตอบตัวเลือกนั้นด้วย
4. นำแบบวัดมโนคติ เรื่อง พันธะเคมี ที่แก้ไขปรับปรุงแล้วไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมด้านเนื้อหา จำนวน 3 ท่านพิจารณาตรวจสอบ ซึ่งผู้เชี่ยวชาญ ได้พิจารณาถึงความเห็นการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ซึ่งมีค่ามากกว่า 0.50
5. นำแบบวัดมโนคติ เรื่อง พันธะเคมี ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 สายการเรียนวิทย์-คณิต ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 โรงเรียนเทพศิรินทร์คลองสิบสาม ปทุมธานี จำนวน 20 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ผลทางสถิติโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป ซึ่งผลการวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่น (KR-20) ได้ค่าเท่ากับ 0.80 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่มีความเชื่อมั่นสูง จึงนำแบบทดสอบไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

13. HF และ HBr เป็น โมเลกุล โคเวเลนต์ที่มีขั้วทั้งคู่ แต่ HBr มีจุดเดือดสูงกว่า HF เพราะมีมวล โมเลกุลมากกว่า

ถูก  ผิด

เหตุผล .....

.....

ภาพ 2 ตัวอย่างแบบวัดมโนคติ แบบ 2 ลำดับ เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ ข้อที่ 13

### การเก็บรวบรวมข้อมูล

#### วิธีการดำเนินการเก็บข้อมูล

การวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการเก็บข้อมูลในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 เป็นระยะเวลา 7 สัปดาห์ โดยผู้วิจัยได้แบ่งวิธีการดำเนินการทดลอง ทั้งหมด 7 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1. ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างเครื่องมือ ประกอบไปด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ ชุดการเรียนรู้ที่อิงการสืบเสาะหาความรู้และแบบวัดมโนคติ
2. ผู้วิจัยทำการขอหนังสือขอความร่วมมือในการเก็บข้อมูล จากคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ไปเสนอต่อผู้อำนวยการ โรงเรียนเทพศิรินทร์คลองสิบสาม ปทุมธานี จังหวัดปทุมธานี เพื่อขอความร่วมมือในการทดลองสอนและเก็บรวบรวมข้อมูลในการทำวิจัย
3. ผู้วิจัยสร้างความคุ้นเคยกับนักเรียน แจ้งจุดประสงค์การจัดการเรียนการสอนและที่สำคัญคือ การแนะนำการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดการเรียนรู้ที่อิงการสืบเสาะหาความรู้ ให้นักเรียนทราบ
4. ผู้วิจัยดำเนินเริ่มต้นโดยการให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่าง นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 จำนวน 20 คน ทำแบบวัดมโนติก่อนเรียน จำนวน 20 ข้อ เพื่อวัดความเข้าใจมโนคติเกี่ยวกับพันธะเคมี
5. ผู้วิจัยจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียนโดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้และชุดการเรียนรู้ที่อิงการสืบเสาะหาความรู้ที่ได้สร้างไว้
6. หลังจากที่ได้ผู้วิจัยได้ทำการสอนครบทุกแผนการจัดการเรียนรู้และทุกชุดการเรียนรู้แล้วนั้น ผู้วิจัยจึงทำการให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 จำนวน 20 คนทำแบบวัดมโนคติเรื่องพันธะเคมีหลังเรียน จำนวน 20 ข้อ
7. ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากแบบวัดมโนคติของเรียน มาสรุปข้อมูล เพื่อนำไปสู่การวิเคราะห์และแปลผลต่อไป

### การวิเคราะห์ข้อมูล

เกณฑ์การให้คะแนนมโนคติใน ส่วนที่ 1 (ตัวเลือก) กับส่วนที่ 2 (เหตุผล) คะแนนเต็ม 1 และ 2 ตามลำดับ รวมทั้งสองส่วนเท่ากับ 3 คะแนน ได้มีการปรับปรุงมาจาก เกียรติมณี บำรุงไร่ (2553) ซึ่งสามารถสรุปเกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดความเข้าใจมโนคติทางวิทยาศาสตร์ ได้ดังตาราง 2 ดังนี้

ตาราง 2 ตารางแสดงเกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์

ระดับความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์	คะแนน		
	ตัวเลือก	เหตุผล	รวม
ความเข้าใจแนวคิดในระดับที่ถูกต้องสมบูรณ์ (Complete Understanding : CU)	1	2	3
ความเข้าใจแนวคิดในระดับที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (Partial Understanding : PU)	1	1	2
ความเข้าใจแนวคิดในระดับที่คลาดเคลื่อนบางส่วน (Partial Understanding with Specific Alternative Conception : PS)	1	0	1
ความเข้าใจแนวคิดในระดับที่คลาดเคลื่อน (Alternative Conception : AC)	0	0	0
ความไม่เข้าใจ (No Understanding : NU)	0	0	0

ถ้าหลังเรียนนักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงระดับความเข้าใจแนวคิด จากคะแนน 0 (NU หรือ AC) ไปเป็น 2 คะแนน (PU) ขึ้นไป ถือว่านักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงแนวคิดในข้อนั้น ถ้าหลังเรียนนักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงระดับความเข้าใจแนวคิด จากคะแนน 0 (NU หรือ AC) ไปเป็น 3 คะแนน (CU) ถือว่านักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงแนวคิดในข้อนั้น ถ้าหลังเรียนนักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงระดับความเข้าใจแนวคิด จากคะแนน 1 (PS) ไปเป็น 3 คะแนน (CU) ถือว่านักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงแนวคิดในข้อนั้น ดังนี้

ตาราง 3 ตารางแสดงเกณฑ์การเปลี่ยนแปลงแนวคิดทางวิทยาศาสตร์

ระดับความเข้าใจ	NU หรือ AC	PS	PU	CU
คะแนน	0	1	2	3

### ผลการวิจัย

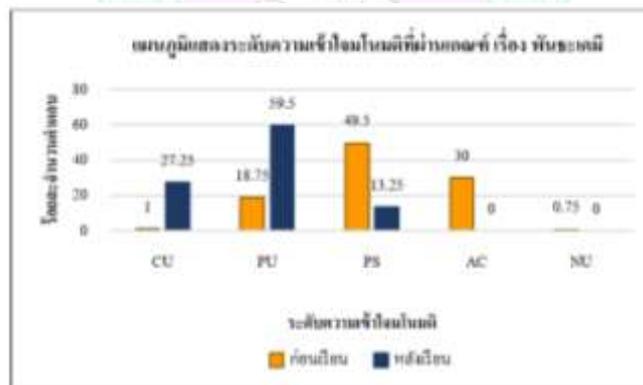
ผลการศึกษาคำความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับพันธะเคมี วิเคราะห์ผลจากระดับความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ จากการทำแบบวัดแนวคิด เรื่อง พันธะเคมี ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้ชุดการเรียนรู้ที่อิงการสืบเสาะหาความรู้เกี่ยวกับพันธะเคมี ซึ่งแบบวัดแนวคิด เรื่อง พันธะเคมี มีจำนวน 20 ข้อ คะแนนเต็ม 60 คะแนน ประกอบด้วยเรื่อง พันธะ-ไอออนิก พันธะโคเวเลนต์ และพันธะโลหะ ลักษณะของแบบทดสอบเป็นชนิด 2 ลำดับ (2 – tier conceptual test) คือ ลำดับที่ 1 สร้างคำถามที่มีคำตอบให้เลือก 2 ตัวเลือก โดยมีคำตอบที่ถูกต้องเพียง 1 คำตอบ และอีกหนึ่งตัวเลือกที่เหลือคือคำตอบที่เป็นแนวคิดที่คลาดเคลื่อน ลำดับที่ 2 ให้นักเรียนเขียนอธิบายเหตุผลในการเลือกคำตอบดังกล่าว ซึ่งได้ทำการศึกษาคะแนนแบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง พันธะเคมี ดังนี้

ตาราง 4 ตารางแสดงผลการเปรียบเทียบคะแนนแบบวัดมโนคติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง พันธะเคมีก่อนและหลังเรียน

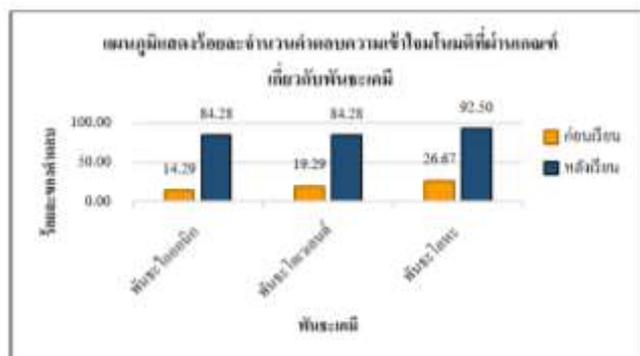
คะแนนแบบวัดมโนคติ เรื่อง พันธะเคมี	จำนวนคน (N)	คะแนนเต็ม	ค่าเฉลี่ย ( $\mu$ )	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ( $\sigma$ )
ก่อนเรียน	20	60	18.00	9.45
หลังเรียน	20	60	42.80	6.45

จากตาราง 4 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนจาก การทำแบบวัดมโนคติ เรื่อง พันธะเคมี ก่อนและหลังเรียน พบว่าคะแนนแบบวัดมโนคติของนักเรียนมีค่าเฉลี่ย ( $\mu$ ) ก่อนเรียนเท่ากับ 18.00 คะแนน และหลังเรียนเท่ากับ 42.80 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ( $\sigma$ ) ก่อนเรียนมีค่าเท่ากับ 9.45 และหลังเรียนมีค่าเท่ากับ 6.45 จะเห็นได้ว่าค่าเฉลี่ยคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานหลังเรียนมีค่าลดลงเมื่อเทียบกับก่อนเรียน

ผลการศึกษาจำนวนคำตอบที่แสดงระดับความเข้าใจมโนคติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับพันธะเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนและหลังเรียนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ที่อิงการสืบเสาะหาความรู้เกี่ยวกับพันธะเคมี พบว่า หลังเรียนนักเรียนมีระดับความเข้าใจมโนคติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับพันธะเคมีสูงกว่าก่อนเรียน กล่าวคือ ก่อนเรียนมีจำนวนคำตอบของนักเรียนที่มีความเข้าใจมโนคติทางวิทยาศาสตร์ที่ผ่านเกณฑ์ (CU+PU) คิดเป็นร้อยละ 19.75 ของจำนวนคำตอบทั้งหมด และหลังเรียนมีจำนวนคำตอบของนักเรียนที่มีความเข้าใจมโนคติทางวิทยาศาสตร์ที่ผ่านเกณฑ์ (CU+PU) คิดเป็นร้อยละ 86.75 ของจำนวนคำตอบทั้งหมด ดังที่ได้แสดงตามแผนภูมิด้านล่างนี้

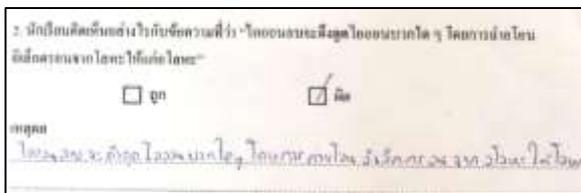


ภาพ 3 แผนภูมิแสดงระดับความเข้าใจมโนคติ เรื่อง พันธะโลหะ ก่อนและหลังเรียน

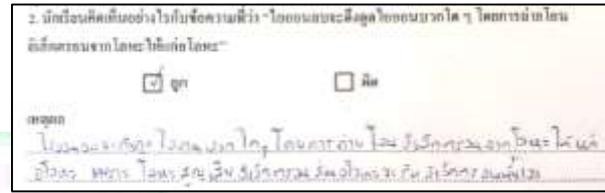


ภาพ 4 แผนภูมิแสดงร้อยละจำนวนคำตอบความเข้าใจมโนคติที่ผ่านเกณฑ์เกี่ยวกับพันธะเคมีก่อนและหลังเรียน

จากภาพที่ 4 แสดงค่าร้อยละความเข้าใจโน้ตทางวิทยาศาสตร์ พบว่า ทุกมโนคติที่ศึกษามีค่าร้อยละหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน โดยค่าร้อยละความเข้าใจโน้ตทาง \*ผ่านเกณฑ์ หมายถึง ผลรวมระดับความเข้าใจโน้ตในระดับที่ถูกต้องสมบูรณ์ (CU) และความเข้าใจโน้ตที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU) ตามเกณฑ์ที่ผู้วิจัยได้กำหนดไว้วิทยาศาสตร์หลังเรียนที่มีการเพิ่มขึ้นสูงสุด ได้แก่ มโนคติ เรื่อง พันธะไอออนิก จากร้อยละ 14.29 ของจำนวนคำตอบทั้งหมดในเรื่องพันธะไอออนิก เป็นร้อยละ 84.28 ของจำนวนคำตอบทั้งหมดในเรื่องพันธะไอออนิก มีผลต่างที่เพิ่มขึ้น ร้อยละ 69.99 ของจำนวนคำตอบทั้งหมดในเรื่องพันธะไอออนิก รองลงมา คือ มโนคติเรื่อง พันธะโลหะ จากร้อยละ 26.67 ของจำนวนคำตอบทั้งหมดในเรื่องพันธะโลหะ เป็นร้อยละ 92.50 ของจำนวนคำตอบทั้งหมดในเรื่องพันธะโลหะ มีผลต่างที่เพิ่มขึ้น ร้อยละ 65.83 ของจำนวนคำตอบทั้งหมดในเรื่องพันธะโลหะ ลำดับสุดท้าย คือ มโนคติ เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ จากร้อยละ 19.29 ของจำนวนคำตอบทั้งหมดในเรื่องพันธะโคเวเลนต์ เป็นร้อยละ 84.28 ของจำนวนคำตอบทั้งหมดในเรื่องพันธะโคเวเลนต์ มีผลต่างที่เพิ่มขึ้น ร้อยละ 64.99 ของจำนวนคำตอบทั้งหมดในเรื่องพันธะโคเวเลนต์



(a)



(b)

ภาพ 5 ตัวอย่างคำตอบมโนคติของนักเรียนคนที่ 12 เรื่อง พันธะไอออนิก ข้อที่ 2 (a) ก่อนเรียน - (b) หลังเรียน

ตาราง 5 ตารางแสดงการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจโน้ตทางวิทยาศาสตร์ที่ผ่านเกณฑ์ เรื่อง พันธะเคมี ก่อนและหลังเรียน

ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เมื่อใช้ชุดการเรียนรู้ที่อิงการสืบเสาะหาความรู้เกี่ยวกับพันธะเคมี

ชื่อ	จำนวนนักเรียนที่มีการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจโน้ตตามเกณฑ์ (คน)					รวม (คน)	คิดเป็น ร้อยละ
	NU → PU	NU → CU	AC → PU	AC → CU	PS → CU		
1	0	0	3	0	2	5	25.00
2	0	0	5	1	2	8	40.00
3	0	0	6	0	1	7	35.00
4	0	0	3	0	3	6	30.00
5	0	0	7	0	5	12	60.00
6	0	0	4	0	3	7	35.00
7	0	0	1	0	2	3	15.00
8	0	0	5	0	3	8	40.00
9	1	0	2	0	4	7	35.00
10	0	0	5	0	4	9	45.00
11	0	0	0	0	2	0	10.00
12	0	0	5	0	1	6	30.00
13	0	0	4	0	0	4	20.00
14	0	0	5	0	3	8	40.00
15	0	0	6	0	1	7	35.00
16	0	0	4	1	2	7	35.00
17	0	0	2	0	1	3	15.00
18	0	0	3	0	0	3	15.00
19	0	0	3	0	1	4	20.00
20	0	0	4	0	1	5	25.00
รวม*	1	0	77	2	41	121	
ร้อยละ**	0.83	0.00	63.64	1.65	33.88	100.00	

รวม\* คือ ผลรวมของจำนวนคำตอบที่มีการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจโน้ตตามเกณฑ์

ร้อยละ\*\* คือ ร้อยละของจำนวนคำตอบที่มีการเปลี่ยนแปลง

จากตารางที่ 5 มีจำนวนคำตอบที่มีการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจในมิติทั้งหมด 121 คำตอบ โดยมีการจำแนกการเปลี่ยนแปลงระดับความเข้าใจในมิติที่ตั้งแสดงในตารางข้างต้นและหลังการเรียนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ที่อิงการสืบเสาะหาความรู้เกี่ยวกับพันธะเคมี พบว่า นักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจในมิติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง พันธะเคมี โดยนักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจในมิติทางวิทยาศาสตร์ จากระดับความไม่เข้าใจ (NU) ไปสู่ระดับความเข้าใจที่ถูกต้อง (PU) คิดเป็นร้อยละ 0.83 ของจำนวนคำตอบที่มีการเปลี่ยนแปลง จากระดับความเข้าใจคลาดเคลื่อน (AC) ไปสู่ระดับความเข้าใจที่ถูกต้อง (PU) คิดเป็นร้อยละ 63.64 ของจำนวนคำตอบที่มีการเปลี่ยนแปลง จากระดับความเข้าใจคลาดเคลื่อน (AC) ไปสู่ระดับความเข้าใจที่ถูกต้องมากที่สุด (CU) คิดเป็นร้อยละ 1.65 ของจำนวนคำตอบที่มีการเปลี่ยนแปลง และจากระดับความเข้าใจคลาดเคลื่อน (PS) ไปสู่ระดับความเข้าใจที่ถูกต้องมากที่สุด (CU) คิดเป็นร้อยละ 33.88 ของจำนวนคำตอบที่มีการเปลี่ยนแปลง

### สรุปผลการวิจัย

ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนจากการทำแบบวัดมโนคติ เรื่อง พันธะเคมี ก่อนและหลังเรียน พบว่าคะแนนแบบวัดมโนคติของนักเรียนมีค่าเฉลี่ย ก่อนเรียนเท่ากับ 18.00 คะแนน และหลังเรียนเท่ากับ 42.80 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ก่อนเรียนมีค่าเท่ากับ 9.45 และหลังเรียนมีค่าเท่ากับ 6.45 จะเห็นได้ว่าค่าเฉลี่ยคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน จะเห็นได้ว่านักเรียนมีการพัฒนาระดับความเข้าใจในมิติที่ถูกต้องเพิ่มขึ้นเกี่ยวกับพันธะเคมีจากการเรียนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ที่อิงการสืบเสาะหาความรู้เพื่อพัฒนามโนคติเกี่ยวกับพันธะเคมี และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานหลังเรียนมีค่าลดลงเมื่อเทียบกับก่อนเรียน แสดงให้เห็นว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนหลังเรียนมีการกระจายตัวของข้อมูลน้อยกว่าก่อนเรียน จึงสามารถสรุปได้ว่านักเรียนมีการพัฒนาระดับความเข้าใจในมิติที่ถูกต้องเกี่ยวกับพันธะเคมี ไปในทิศทางเดียวกันมากขึ้น

ผลการศึกษาความเข้าใจในมิติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับพันธะเคมี รายข้อ เมื่อสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ที่อิงการสืบเสาะหาความรู้เป็นชุดการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนได้ใช้ความสามารถในการคิด การลงมือปฏิบัติและสรุปผลการทดลองหรือทำกิจกรรมด้วยตนเอง ส่งผลให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ เข้าใจและจดจำสิ่งที่ได้เรียนรู้อย่างคงทน ทำให้สามารถพัฒนามโนคติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เกี่ยวกับพันธะเคมี ซึ่งประกอบไปด้วยพันธะเคมี 3 เรื่อง คือ พันธะไอออนิก พันธะโคเวเลนต์และพันธะโลหะ พบว่า หลังเรียนนักเรียนมีระดับความเข้าใจในมิติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับพันธะเคมีสูงกว่าก่อนเรียน กล่าวคือ ก่อนเรียนมีจำนวนคำตอบของนักเรียนที่มีความเข้าใจในมิติทางวิทยาศาสตร์ที่ผ่านเกณฑ์ (CU+PU) คิดเป็นร้อยละ 19.75 ของจำนวนคำตอบทั้งหมด และหลังเรียนมีจำนวนคำตอบของนักเรียนที่มีความเข้าใจในมิติทางวิทยาศาสตร์ที่ผ่านเกณฑ์ (CU+PU) คิดเป็นร้อยละ 86.75 ของจำนวนคำตอบทั้งหมด ซึ่งตัวเลขดังกล่าวแสดงให้เห็นว่านักเรียนมีความเข้าใจในมิติทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นโดยเมื่อแยกพิจารณาเป็น 3 มโนคติหลัก โดยสามารถวิเคราะห์ผลตามข้อมูลของการวิจัยได้ผลของทั้ง 3 มโนคติ ดังต่อไปนี้ 1.เรื่อง พันธะไอออนิก สูงกว่าก่อนเรียน กล่าวคือ ก่อนเรียนมีจำนวนนักเรียนที่มีความเข้าใจในมิติทางวิทยาศาสตร์ที่ผ่านเกณฑ์ (CU+PU) คิดเป็นร้อยละ 14.29 จาก 140 คำตอบในเรื่องพันธะไอออนิก หลังเรียนมีจำนวนนักเรียนที่มีความเข้าใจในมิติทางวิทยาศาสตร์ที่ผ่านเกณฑ์ (CU+PU) คิดเป็นร้อยละ 84.28 จาก 140 คำตอบในเรื่องพันธะไอออนิก ซึ่งมีค่าสูงขึ้น ทำให้สรุปได้ว่าชุดการเรียนรู้ที่อิงการสืบเสาะหาความรู้เพื่อพัฒนามโนคติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เกี่ยวกับพันธะเคมี สามารถพัฒนามโนคติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ให้สูงขึ้นได้ 2.เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ สูงกว่าก่อน

เรียน กล่าวคือ ก่อนเรียนมีจำนวนนักเรียนที่มีความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ผ่านเกณฑ์ (CU+PU) คิดเป็นร้อยละ 19.29 จาก 140 คำตอบในเรื่องพันธะโคเวเลนต์ และหลังเรียนมีจำนวนนักเรียนที่มีความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ผ่านเกณฑ์ (CU+PU) คิดเป็นร้อยละ 84.28 จาก 140 คำตอบในเรื่องพันธะโคเวเลนต์ ซึ่งมีค่าสูงขึ้น ทำให้สรุปได้ว่าชุดการเรียนรู้ที่อิงการสืบเสาะหาความรู้เพื่อพัฒนามโนคติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เกี่ยวกับพันธะเคมี สามารถพัฒนามโนคติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ให้สูงขึ้นได้ 3.เรื่อง พันธะโลหะ สูงกว่าก่อนเรียน กล่าวคือ ก่อนเรียนมีจำนวนนักเรียนที่มีความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ผ่านเกณฑ์ (CU+PU) คิดเป็นร้อยละ 26.67 จาก 120 คำตอบในเรื่องพันธะโลหะ และหลังเรียนมีจำนวนนักเรียนที่มีความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ผ่านเกณฑ์ (CU+PU) คิดเป็นร้อยละ 92.50 จาก 120 คำตอบในเรื่องพันธะโลหะ ซึ่งมีค่าสูงที่สุดใน 3 มโนคติหลัก ทำให้สรุปได้ว่าชุดการเรียนรู้ที่อิงการสืบเสาะหาความรู้เพื่อพัฒนามโนคติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เกี่ยวกับพันธะเคมี สามารถพัฒนามโนคติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ให้สูงขึ้นได้

### อภิปราย และข้อเสนอแนะ

จากการที่ผู้วิจัยได้ทำการวิจัยและวิเคราะห์ข้อมูลการเปลี่ยนแปลงมโนคติของนักเรียน พบว่ามีค่าร้อยละของจำนวนคำตอบที่มีการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจมโนคติเพิ่มสูงขึ้น ซึ่งเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับงานวิจัยทางการพัฒนามโนคติด้วยชุดการเรียนรู้ของอีกหลายคนที่ได้ทำการศึกษาโมเดลมาในรูปแบบที่คล้ายคลึงกัน ที่มีการใช้ชุดการเรียนรู้ที่อิงการสืบเสาะหาความรู้เพื่อพัฒนามโนคติของนักเรียน มาเป็นสื่อในการเรียนการสอนที่ช่วยพัฒนาความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาให้กับนักเรียน และยิ่งไปกว่านั้นยังสามารถช่วยพัฒนาความเข้าใจมโนคติของนักเรียนให้เพิ่มขึ้นได้ (วิไลรัตน์, กลิ่นจันทร์, 2551; อุดลย์ คำมิตร, 2554; Gulcan, 2003; Geban และ Bayir, 2000; Kingir และ Geban, 2012) และการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สามารถช่วยพัฒนามโนคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนให้สูงขึ้นได้ (ศรีบุญตาม โจมศรี, 2553; ประถมพร โคตา, 2554; สมจิต ผอมแข่ง และคณะ, 2557) ซึ่งเป็นข้อยืนยันได้ว่าชุดการเรียนรู้สามารถพัฒนามโนคติของนักเรียนให้ไปในทิศทางที่ถูกต้องได้จริงเช่นเดียวกับงานวิจัยที่ได้ศึกษามาก่อนหน้านี้และการศึกษามโนคติที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนโดยใช้แบบวัดชนิด 2 ลำดับ (2 – tier conceptual test) คือ ลำดับที่ 1 สร้างคำถามที่มีคำตอบให้เลือก 2 ตัวเลือก โดยมีคำตอบที่ถูกต้องเพียง 1 คำตอบ และอีกหนึ่งตัวเลือกที่เหลือ คือคำตอบที่เป็นมโนคติที่คลาดเคลื่อน ลำดับที่ 2 ให้นักเรียนเขียนอธิบายเหตุผลในการเลือกคำตอบดังกล่าว ทำให้ครูสามารถรู้ทิศทางในการพัฒนากระบวนการจัดการเรียนการสอนได้ โดยใช้กิจกรรมที่เน้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติและใช้รูปภาพประกอบที่มีความเป็นนามธรรม จะส่งผลทำให้นักเรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ที่ก่อให้เกิดความเข้าใจได้มากขึ้น ส่วนเนื้อหาที่มีความเป็นนามธรรมสูง ถึงแม้ว่ากิจกรรมจะใช้โมเดลเข้ามาเป็นสื่อประกอบการสอน ดังเช่นในเรื่องของรูปร่างโมเลกุล แต่ก็ยังมีความยากต่อการสร้างความเข้าใจของนักเรียน

### ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

1. การจัดการเรียนการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ที่อิงการสืบเสาะหาความรู้เพื่อพัฒนามโนคติของนักเรียนเกี่ยวกับพันธะเคมี ในช่วงแรกพบว่านักเรียนไม่คุ้นเคยกับการเรียนรู้ในลักษณะนี้ ทำให้นักเรียนไม่สามารถคิดหรือตอบคำถามได้ ดังนั้นครูควรเอาใจใส่ หรือให้คำแนะนำและกระตุ้นให้นักเรียนได้คิดและตอบคำถามในทุกขั้นตอนของชุดการเรียนรู้ตามเนื้อหาของการเรียนรู้ที่ออกแบบไว้

2. ครูผู้สอนควรสังเกตและบันทึกพฤติกรรมผู้เรียนอย่างใกล้ชิด เพื่อหาจุดบกพร่องหรือจุดที่นักเรียนมีความสนใจหรือไม่สนใจในชุดการเรียนรู้ที่อิงการสืบเสาะหาความรู้เพื่อพัฒนามโนคติของนักเรียนเกี่ยวกับพันธะเคมีที่ได้ออกแบบและ

สร้างขึ้น โดยเน้นการใส่รูปภาพเข้าไปในชุดของการเรียนรู้ เรื่อง พันธะเคมี ซึ่งช่วยให้นักเรียนง่ายต่อการจดจำ เข้าใจในรูปร่าง และโครงสร้าง

3. ควรจะมีการสังเกตผู้เรียนและปรับปรุงชุดการเรียนรู้อยู่เสมอเนื่องจากในแต่ละปีการศึกษาความสามารถในการเรียนรู้ของนักเรียนอาจมีความแตกต่างกัน ซึ่งอาจส่งผลให้ประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้ลดลงได้ ผู้วิจัยจึงต้องมีการเก็บข้อมูลในการวิเคราะห์และปรับปรุงชุดการเรียนรู้อย่างสม่ำเสมอ

### ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ผู้วิจัยควรศึกษาปัญหาและสาเหตุของมโนคติที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนให้ครบในทุกๆ ด้านที่สามารถเก็บข้อมูลได้ เพื่อหาสาเหตุที่จะใช้เป็นแนวทางในการหาวิธีการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจมโนคติที่คลาดเคลื่อนไปสู่ความเข้าใจที่ถูกต้องสมบูรณ์สำหรับนักเรียนในแต่ละพื้นที่ต่อไป

2. จากการเปลี่ยนแปลงทางด้านเทคโนโลยีในปัจจุบันพบว่านักเรียนมีความสนใจการเรียนรู้โดยใช้เทคโนโลยีเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ (Learning Tools) จึงควรพัฒนาชุดการเรียนรู้โดยการอาศัยประสิทธิภาพสื่อประเภทมัลติมีเดียในรูปแบบอื่น ๆ เช่น Augmented Reality (AR), 3D Virtual (3D), PhET simulations (PhET) เป็นต้น

### เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- กรองกาญจน์ อรุณรัตน์. (2536). *ชุดการเรียนการสอน*. เชียงใหม่: ภาควิชาเทคโนโลยีทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- เกียรติภูมิ บำรุงไร่. (2553). *การพัฒนาโมเดลทางวิทยาศาสตร์เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบ Predict-Observe-Explain (POE)* (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต). สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ประณมพร โคตา. (2554). *การศึกษามลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้และการเขียนผังมโนคติ* (วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต). สาขาวิชาการมัธยมศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ปวีณสุดา จำรัสธนสาร. (2556). *การปรับเปลี่ยนความเข้าใจมโนคติเรื่อง สารในชีวิตประจำวันของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้การอุปมาพร้อมกับตัวออก* (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต). สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- วิไลรัตน์ กลิ่นจันทร์. (2552). *การศึกษามลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการคิดวิเคราะห์* (สารนิพนธ์การศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต (การมัธยมศึกษา)). สาขาวิชาการมัธยมศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

- วรรณิ แกมเกตุ. (2555). *วิธีวิทยาการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์* (พิมพ์ครั้งที่3). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ศรีบุญตาม โจมศรี. (2553). *ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง พันธะเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับแผนผังมโนคติ* (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต). สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- สมจิต ผอมแข่ง และคณะ. (2557). *ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น ร่วมกับการใช้เทคนิคผังกราฟิกที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนมหาชิราษฎร์ จังหวัดสงขลา. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 10, 160-173.*
- อดุลย์ คำมิตร. (2554). *การพัฒนาชุดการเรียนรู้การสอนที่เน้นวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้และเทคนิคเอสคิวสามอาร์ เรื่องสารและสมบัติของสาร สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6* (วิทยานิพนธ์หลักสูตรและการสอนมหาบัณฑิต). ภาควิชาการจัดการเรียน สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.
- American Association for the Advancement of Science ,Project 2061.(1989). *Science for all Americans*. Washington DC: American Association for the Advancement of Science.
- Fulya Oner Armagan et al. (2010). Effectiveness of conceptual change texts : a Meta analysis. *Procedia Social and Behavioral Sciences, 9, 1574-1579.*
- Gulcan, Çetin. (2003). *The effect of conceptual change instruction on understanding of ecology concepts*. Turkey: the graduate school of natural and applied sciences of The Middle East Technical University.
- Geban, Bayir. (2000). Effect of conceptual change approach on students' understanding of chemical change and conservation of matter. *Hacettepe Universitesi Egitim Fakultesi Dergisi, 19, 79-84.*
- Kinger, Geban. (2012). Effect of conceptual change approach on students' understanding of reaction rate concept. *H. U. Journal of Education, 43, 306-317.*