**บทที่ 1**

**บทนำ**

**1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา**

วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับทุกคนทั้งในชีวิตประจำวันและการงานอาชีพต่าง ๆ ตลอดจนเทคโนโลยี เครื่องมือเครื่องใช้และผลผลิตต่าง ๆ ที่มนุษย์ได้ใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตและการทำงาน เหล่านี้ล้วนเป็นผลของความรู้วิทยาศาสตร์ ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์และศาสตร์อื่น ๆ วิทยาศาสตร์ช่วยให้มนุษย์ได้พัฒนาวิธีคิด ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ วิจารณ์ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและมีประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ วิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมโลกสมัยใหม่ซึ่งเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ (Knowledge-Based Society) ดังนั้นทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะมีความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างสรรค์ขึ้น สามารถนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์ และมีคุณธรรม (สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา, 2551)

วิชาเคมีเป็นหนึ่งในสาขาที่สำคัญของวิทยาศาสตร์ เป็นหัวข้อหรือวิชาที่เกี่ยวข้องกับสมบัติปฏิกิริยา และการเปลี่ยนแปลงของสสาร ซึ่งทำให้นักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับปรากฏการณ์ที่อยู่รอบ ๆ ตัวของนักเรียนได้ (Sirhan, 2007, p.2) เช่น อาหาร เครื่องนุ่งห่ม ยารักษาโรค ที่อยู่อาศัย และอื่น ๆ ที่จำเป็นในการดำรงชีวิตประจำวัน ล้วนเป็นผลิตภัณฑ์ที่อาศัยความรู้ หลักการของวิชาเคมี ซึ่งเคมีเป็นวิทยาศาสตร์สาขาหนึ่งซึ่งมีความน่าสนใจ มีกิจกรรมที่ทดลองที่ดึงดูดความสนใจ และเกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ต่าง ๆ ในธรรมชาติ แต่เนื้อหาในวิชาเคมีค่อนข้างซับซ้อน เป็นนามธรรม ยากต่อการทำความเข้าใจ นักเรียนต้องอาศัยความเข้าใจในสัญลักษณ์ ทฤษฎี เพื่อที่จะเข้าใจมโนมติในวิชาเคมี (Chiu, 2005, p.110, Taber,2001, p.43) และนักเรียนจำนวนมากแก้ปัญหาโดยปราศจากความเข้าใจส่งผลให้นักเรียนมีมโนมติที่คลาดเคลื่อน ซึ่งเป็นอุปสรรคต่อการเรียนรู้วิชาเคมี (Cetin et al.,2009, p.130, Taber, 2001, p.43)

เนื้อหาเคมีจัดอยู่ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 ในสาระที่ 3 (สารและสมบัติของสาร) ของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, น.98) พันธะเคมีเป็นหนึ่งในหัวข้อที่สำคัญของวิชาเคมีมีลักษณะเนื้อหาเป็นนามธรรม โดยเกี่ยวข้องกับการเกิดอันตรกิริยาระหว่างอะตอม ซึ่งเป็นสิ่งที่อยู่ในระดับจุลภาคไม่สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่า จึงทำให้ยากต่อการทำความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับ เรื่อง พันธะเคมีส่งผลให้เกิดมโนมติที่คลาดเคลื่อนได้มาก (Boo, 1998, pp.569-581, Tan and Treagust, 1999, p.75) การทำความเข้าใจเกี่ยวกับการเกิดพันธะเคมีนับว่าเป็นพื้นฐานที่สำคัญที่สุดของการศึกษาสมบัติของสารและปฏิกิริยาเคมีทุกชนิด และได้มีงานวิจัยหลาย ๆ เรื่องที่ตรวจสอบมโนมติและมโนมติที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับพันธะโลหะ พันธะไอออนิก และพันธะโควาเลนต์ของนักเรียนพบว่า นักเรียนมีความสับสนเกี่ยวกับพันธะโควาเลนต์และไอออนิก โดยมีนักเรียนบางคนเชื่อว่าโซเดียมรวมตัวกับคลอรีนจะเกิดพันธะโควาเลนต์ (Butts and Smith, 1987, pp. 192-201) นอกจากนี้พันธะไอออนิก เป็นเรื่องที่เข้าใจยากเพราะนักเรียนเกิดความสับสนระหว่างโครงสร้างของสารกับสูตรเคมี (Coll and Taylor, 2001, p.171) จากการศึกษางานวิจัยของนักวิทยาศาสตร์ศึกษาพบว่ามีนักเรียนส่วนมากที่มีความเข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับพันธะไอออนิก ซึ่งอาจมีสาเหตุมาจากมโนมติในวิชาเคมีส่วนมากมีลักษณะที่เป็นนามธรรม นักเรียนจึงไม่สามารถมองเห็นปรากฏการณ์ในระดับจุลภาค ทำให้นักเรียนส่วนใหญ่มีมโนมติที่คลาดเคลื่อน เช่น นักเรียนคิดว่าพันธะไอออนิก คือ กระบวนการ ถ่ายโอนอิเล็กตรอน (Taber, 1998, Ozmen, 2004, p.147) อีกประเด็นหนึ่งอาจเนื่องจากวิชาเคมีเป็นเหมือนภาษาอีกภาษาหนึ่งที่นักเรียนต้องเรียนรู้เพิ่มเติมนอกเหนือจากภาษาที่ตนเองใช้ในชีวิตประจำวัน มีคำศัพท์มากมายที่นักวิทยาศาสตร์และนักเคมีใช้แต่นักเรียนไม่คุ้นเคยและไม่เข้าใจ (ปัฐมาภรณ์ พิมพ์ทอง,2551, น.27) โดยครูเป็นผู้มีบทบาทสำคัญในการช่วยนักเรียนให้เกิดความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ โดยในการจัดการเรียนรู้ ครูควรส่งเสริมให้นักเรียนเข้าใจมโนมติที่เป็นนามธรรม โดยใช้สื่อการเรียนรู้ที่ทำให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงมโนมติที่เป็นนามธรรมให้ชัดเจนยิ่งขึ้น เช่น การใช้รูปภาพ และแบบจำลอง

การจัดการเรียนการสอนของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โรงเรียนกมลาไสย ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย พบว่านักเรียนมีพฤติกรรมและความรู้สึกไม่ดีต่อการเรียนวิชาเคมี และถูกมองว่าเป็นวิชาที่มีเนื้อหายุ่งยากซับซ้อน เบื่อหน่ายต่อการเรียน ขาดความสนใจใฝ่เรียนรู้ ไม่มีความกระตือรือร้นในการเรียน ถึงแม้วิชาเคมีจะมีความสำคัญและเกี่ยวข้องกับมนุษย์เป็นอย่างมาก แต่ระดับผลการเรียนในวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2555 – 2556 พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ได้คะแนนเฉลี่ยไม่ถึงครึ่งหนึ่งของคะแนนเต็ม จึงจำเป็นต้องมีการพัฒนารูปแบบการเรียนรู้วิชาเคมี เพื่อให้เกิดผลสัมฤทธิ์และทักษะที่สูงขึ้น ปัจจุบันยังมีการจัดการเรียนการสอนที่เน้นบรรยายอยู่เป็นส่วนมาก มีการใช้สื่อนวัตกรรมการสอนน้อย กิจกรรมการเรียนการสอนไม่ได้ฝึกให้นักเรียนศึกษาค้นคว้าจากแหล่งเรียนรู้ที่หลากหลายและไม่เชื่อมโยงกับชีวิตจริง เนื่องจากครูจำนวนหนึ่งไม่ได้เตรียมการสอน ซึ่งมีสาเหตุมาจากครูมีภาระงานมากเกินไป และยากต่อการเตรียมการสอนจึงส่งผลถึงการพัฒนาทักษะและผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนดังกล่าวข้างต้น (ศุภากร พวงยอด, 2559, น.2) ดังนั้นผู้สอนจึงเป็นผู้ที่มีบทบาทสำคัญในการการจัดการเรียนรู้และช่วยให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาความเข้าใจในเนื้อหา การวางแผนและออกแบบกิจกรรมเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนมีความเข้าใจในธรรมชาติวิทยาศาสตร์ โดยผู้สอนต้องคำนึงถึงความเหมาะสม วิธีการเรียนรู้ ความสนใจ การจัดกิจกรรม และความสามารถของผู้เรียน เน้นการจัดการเรียนรู้ตามสภาพจริง การเรียนรู้ด้วยตนเอง การเรียนรู้ร่วมกัน และการมีส่วนร่วม การเรียนรู้จากการปฏิบัติจริงและการเรียนรู้แบบบูรณาการ

ครูเป็นผู้ที่มีบทบาทสำคัญในการช่วยนักเรียนให้เกิดความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์โดยในการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนเข้าใจมโนมติที่เป็นนามธรรม โดยใช้สื่อการเรียนรู้ที่ทำให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงมโนมติที่เป็นนามธรรมให้ชัดเจนยิ่งขึ้น เช่น การใช้รูปภาพหรือแบบจำลอง เป็นต้น (เยาวเรศ ใจเย็น และคณะ, 2550, น.541) การที่นักเรียนบางส่วนเกิดมโนมติที่คลาดเคลื่อนในเนื้อหาที่เรียน ครูจะต้องหาวิธีส่งเสริมเพื่อให้นักเรียนพัฒนาความสามารถในการแสดงออก เพื่อสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับเนื้อหาทางเคมี ซึ่งในทางเคมีความเข้าใจเกี่ยวกับความรู้ทางเคมีมีระดับของการแสดงออกทางเคมีหรือระดับของตัวแทนความคิดทางเคมี 3 ระดับ ได้แก่ ระดับแมคโครสโกปิค (Macroscopic Level) ระดับไมโครสโกปิค (Microscopic Level) และ ระดับซิมโบลิค (Symbolic Level) ซึ่งตัวแทนความคิดทางเคมีจะหมายถึง ประเภทต่าง ๆ ของการนำเสนอเกี่ยวกับปรากฏการณ์ และกระบวนการทางเคมีโดยตัวแทนความคิดทางเคมีจะถูกมองในมุมของการอุปมา การใช้แบบจำลอง การสร้างหลักการและทฤษฎีของนักเคมีในการตีความหมายหรือแปลความหมายเกี่ยวกับธรรมชาติและความจริง (Hoffmann, R., andLazzlo,1991, p.2) ตัวแทนความคิดทางเคมีถูกสร้างขึ้นเพื่อสะท้อนให้เห็นถึงผลที่ได้จากการทดลอง ปรากฏการณ์ต่าง ๆ และทฤษฏีที่นักเคมีสร้างขึ้น (Krajcik et al., 2001, p.821) ใช้ในการอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ทางเคมีซึ่งถ้านักเรียนมีความเข้าใจในแต่ละระดับของการแสดงออกของตัวแทนความคิดทางเคมี (Levels นof Chemical Representation) นักเรียนจะสามารถเปลี่ยนจากตัวแทนความคิดในระดับหนึ่งไปยังตัวแทนความคิดในอีกระดับหนึ่งได้ หมายความว่านักเรียนจะสามารถสร้างคำอธิบายที่เข้าใจได้สำหรับมโนมติทางเคมี ผลก็จะทำให้นักเรียนมีมโนมติที่คลาดเคลื่อนลดลงได้ (Kelly, 2007, p.413) สอดคล้องกับ Treagust et al, (2002, p.1353) ที่กล่าวว่าความเชื่อมโยงของระดับตัวแทนความคิดทางเคมีทั้ง 3 ระดับนี้นักเรียนควรจะได้รับการสอนอย่างชัดเจนดังนั้นปฏิสัมพันธ์ระหว่าง 3 ระดับนี้ถือได้ว่าเป็นลักษณะที่สำคัญในการเรียนเคมีและมีความจำเป็นต่อการสร้างความเข้าใจในมโนมติทางเคมี ดังนั้น ถ้านักเรียนมีความยากต่อการเข้าใจในระดับใดระดับหนึ่งก็อาจจะมีผลต่อการสร้างความเข้าใจระดับอื่น ๆ (Sirhan, 2007, p.2) ซึ่งการที่นักเรียนจะสร้างความเข้าใจในมโนมติทางเคมีได้นั้นนักเรียนจะต้องมีการเชื่อมโยง และสามารถเปลี่ยนแปลงระดับของตัวแทนความคิดทางเคมีจากรูปแบบหนึ่งไปเป็นอีกรูปแบบหนึ่งได้ ดังนั้นนักเรียนจึงจำเป็นที่จะต้องมีทักษะความสามารถในการแสดงออกของตัวแทนความคิด (Kozma and Russell, 1997, p.949) โดยเป็นทักษะที่ใช้ในการอธิบายการเปลี่ยนระดับของตัวแทนความคิดทางเคมีจากรูปแบบหนึ่งไปเป็นอีกรูปแบบหนึ่งซึ่งถือได้ว่าเป็นความสามารถของบุคคลที่จะสร้างความเข้าใจและนำไปสู่ความสำเร็จในการเรียนเคมีได้

การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จึงเป็นสิ่งสำคัญในการช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมายที่จะช่วยให้นักเรียนมีความสามารถในการแสดงออกถึงการเชื่อมโยงในระดับของตัวแทนความคิดทางเคมีได้ (Krajcik et al., 2001, p.821) ความสามารถในการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของสิ่งที่มองเห็น (Visuospatial Ability) เป็นความสามารถในการคิดวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของลักษณะหน้าที่ ของปรากฏการณ์ที่แสดงออกในระดับต่างๆ ทั้งที่สามารถมองเห็นได้ (Vision) และที่ต้องใช้จินตนาการ (Imagery) (พรรณวิไล ชมชิด.2550, น.32, อ้างอิงจาก Doriและ Belcher, Wu and Shah (2005, p.465) ในทางเคมีระดับการแสดงออก (Level of Representation) อยู่ 3 ระดับ คือ การแสดงออกระดับแมคโครสโกปิค เป็นการแสดงออกด้วยปรากฏการณ์ที่สามารถสังเกตได้ ซึ่งได้แก่ ปรากฏการณ์จากกิจกรรมการทดลอง เช่น การตกตะกอนเมื่อเกิดปฏิกิริยาเคมี รูปภาพหรือแผนผังต่าง ๆ ที่พบในหนังสือเรียน รูปที่ครูวาดบนกระดาน เป็นต้น การแสดงออกระดับไมโครสโกปิค เป็นการนำเสนอสิ่งที่มองไม่เห็นด้วยตาเปล่าในรูปของแบบจำลอง (Models) หรือการนำเสนอในรูปแบบอื่น ๆ ที่สามารถมองเห็นได้ (Visual Displays) เช่น แบบจำลองอะตอม แบบจำลองแสดงการจัดเรียงและการเคลื่อนที่ของอนุภาคของสารเป็นต้น และการแสดงออกระดับซิมโบลิค เป็นการใช้สัญลักษณ์ (Symbols) ตัวเลข ตัวอักษร หรือเครื่องหมาย (Signs) เพื่อแสดงแทนอะตอมโมเลกุล สารประกอบ และปฏิกิริยาเคมี เช่น สัญลักษณ์เคมีของธาตุ สูตรเคมีต่าง ๆ และโครงสร้างทางเคมีของสาร เป็นต้น ระดับการแสดงออกทั้ง 3 ระดับ มีความเกี่ยวเนื่องสัมพันธ์กันในทางวิชาเคมีเป็นอันมาก เพราะจะทำให้นักเรียนเข้าใจ และมองเห็นโครงสร้างสารประกอบของพันธะเคมีได้ ทั้ง 3 ระดับ ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนเข้าใจ เรียนรู้ได้อย่างรวดเร็ว สามารถวาดโครงสร้างการเกิดสารประกอบของพันธะต่างๆ และอธิบายลักษณะการเกิดสารต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้องแม่นยำ ส่งผลให้การเรียนการสอนรายวิชาเคมีมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น สอดคล้องกับ Devetak, Urbancic, Wissiak, Grm, Krnel and Glazar (2004, pp.799-814) ที่พบว่าความสามารถในการเชื่อมโยงการคิดทางเคมี 3 ระดับ ของนักเรียน จะช่วยพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมีของนักเรียน นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับ

Treagust, Chittlebough, et al., (2007, pp.274-292) ที่กล่าวว่าการอธิบายปรากฏการณ์ทางเคมี 3 ระดับ เพื่อนำไปสู่การเข้าใจในระดับมหภาค ระดับจุลภาค และระดับสัญลักษณ์ เป็นแนวทางหนึ่งที่จะช่วยให้นักเรียนเข้าใจวิชาเคมี

จากแนวคิด และสภาพปัญหา ที่กล่าวมาข้างต้นทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะพัฒนากิจกรรมที่ส่งเสริมระดับตัวแทนความคิดทางเคมี ด้วยรูปแบบการแสดงออกของระดับตัวแทนความคิดทางเคมี เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะกระบวนการคิด รู้จักวิเคราะห์แก้ปัญหาโดยสามารถเชื่อมโยงประสบการณ์ของตน และเป็นแนวทางในการพัฒนากิจกรรมระดับความคิดทางเคมีเพื่อให้นักเรียนเข้าใจระดับตัวแทนความคิดทางเคมี และสามารถเชื่อมโยง 3 ระดับร่วมกันได้ ซึ่งจะทำให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น เพื่อเป็นแนวทางสำหรับการพัฒนากิจกรรมการจัดการเรียนรู้วิชาเคมี เรื่อง พันธะเคมี ในระดับมัธยมศึกษาให้มีประสิทธิภาพต่อไป

**1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย**

1.2.1 เพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมระดับตัวแทนความคิดทางเคมี เรื่อง พันธะเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

1.2.2 เพื่อวัดระดับตัวแทนความคิดทางเคมี เรื่อง พันธะเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

1.2.3 เพื่อประเมินเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมระดับตัวแทนความคิดทางเคมี เรื่อง พันธะเคมี

**1.3 ขอบเขตการวิจัย**

1.3.1กลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/4 ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนกมลาไสย อำเภอกมลาไสย จังหวัดกาฬสินธุ์ จำนวน 32 คน

1.3.2 เนื้อหา เป็นเนื้อหาวิชาเคมี เรื่อง พันธะเคมี ที่ประกอบไปด้วย การเกิดพันธะโคเวเลนต์ การเขียนสูตรและเรียกชื่อสารประกอบโคเวเลนต์ ความยาวพันธะและพลังงานพันธะ รูปร่างของโมเลกุลโคเวเลนต์ การเกิดพันธะไอออนิก โครงสร้างของสารประกอบไอออนิก การเขียนสูตรและเรียกชื่อสารประกอบไอออนิก พลังงานกับการเกิดสารประกอบไอออนิก ปฏิกิริยาของสารประกอบไอออนิก และการเกิดพันธะโลหะ

1.3.3 ตัวแปรที่ศึกษา

1.3.3.1ตัวแปรอิสระ คือ รูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมตัวแทนความคิด เรื่อง พันธะเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

1.3.3.2 ตัวแปรตาม คือ ตัวแทนความคิดและเจตคติต่อวิชาเคมี

1.3.4 ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย ดำเนินการวิจัยในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559

**1.4 นิยามศัพท์เฉพาะ**

“กิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมระดับตัวแทนความคิดทางเคมี” หมายถึง รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง พันธะเคมี ที่จะกระตุ้นและส่งเสริมให้นักเรียนได้มีความรู้ความเข้าใจสามารถที่จะแสดงออกถึงความคิดความเข้าใจในสิ่งต่าง ๆ ในการอธิบายปรากฏการณ์ทางเคมี ซึ่งรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมตัวระดับแทนความคิดทางเคมี นักเรียนต้องเข้าใจถึงปรากฏการณ์การเปลี่ยนแปลงของสสารว่าเกิดขึ้นอย่างไร ที่ได้จากการทำการทดลองเพื่อดูการเปลี่ยนแปลง หรือการสังเกตรูปร่างลักษณะภายนอก เพื่อให้เข้าใจถึงปรากฏการณ์สิ่งที่มองเห็นและมองไม่เห็นด้วยตาเปล่า จากนั้นนักเรียนต้องวาดภาพ และเขียนเป็นสัญลักษณ์เพื่อแสดงความเข้าใจและเป็นตัวแทนความคิดของตัวเอง เพื่อเป็นการเน้นให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้และการเชื่อมโยงความรู้ด้วยตนเอง เกิดการเรียนรู้ที่เข้าใจและอธิบายการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของระดับการแสดงออกของตัวแทนความคิดทั้ง 3 ระดับได้แก่ ขั้นสอนระดับแมคโครสโกปิค เป็นการศึกษาปรากฏการณ์ที่สัมผัสและสังเกตเห็นได้จากการทดลอง หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่พบในชีวิตประจำวัน ระดับไมโครสโกปิค เป็นการอธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นจากการสัมผัส หรือสังเกตเห็นจากการทดลองในระดับอนุภาค อะตอม ไอออน หรือโมเลกุล และระดับซิมโบลิค เป็นการเชื่อมโยงระดับแมคโครสโกปิค และระดับไมโครสโกปิค และสามารถแสดงออกโดยใช้แบบจำลอง สมการทางเคมี กลไกการเกิดปฏิกิริยา สมการทางคณิตศาสตร์ และกราฟ เป็นต้น

**“**ตัวแทนความคิดทางเคมี เรื่อง พันธะเคมี” หมายถึง สิ่งที่นักเรียนใช้เป็นตัวแทนเพื่อที่จะสื่อสารหรือแสดงออกถึงความคิดความเข้าใจในสิ่งต่าง ๆ ซึ่งอาจแสดงออกมาในรูปแบบต่าง ๆ เช่น การเขียนคำอธิบาย แผนภาพ ภาพวาด สัญลักษณ์ และการทำแบบจำลอง ฯลฯ ในเรื่อง พันธะโคเวเลนต์และชนิดของพันธะโคเวเลนต์ การเขียนสูตรและเรียกชื่อสารประกอบโคเวเลนต์ ความยาวพันธะและพลังงานพันธะ รูปร่างของโมเลกุลโคเวเลนต์ การเกิดพันธะไอออนิก โครงสร้างของสารประกอบไอออนิก การเขียนสูตรและเรียกชื่อสารประกอบไอออนิก พลังงานกับการเกิดสารประกอบไอออนิก ปฏิกิริยาของสารประกอบไอออนิก และการเกิดพันธะโลหะและสมบัติของโลหะ โดยระดับตัวแทนความคิดทางเคมี แบ่งได้ 3 ระดับ (Levels Of Chemical Representation) ได้แก่

1. ระดับแมคโครสโกปิค เป็นระดับที่เป็นรูปธรรม สามารถสังเกตและเห็นได้ชัดเจน โดยนักเรียนสามารถใช้ความรู้สึกหรือ ประสบการณ์ในชีวิตประจำวัน หรือ จากการทดลองมาอธิบายปรากฏการณ์เคมีที่เกิดขึ้น เช่น การเปลี่ยนสี การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ ค่าPhการตกตะกอนของสารเคมี นักเรียนจะแสดงออกมาโดยการอภิปราย การเขียนรายงานการทดลอง การนำเสนอเป็นต้น (Gabel, 1999; Treagust, Chittleborough, andMamiala, 2007, p.1353) เช่น นักเรียนพูดถึงการเผาไหม้ของแก๊สธรรมชาติว่าเมื่อแก๊สธรรมชาติถูกเผาไหม้แล้วจะได้มีความร้อนเกิดขึ้น (Talanquer, 2011, pp.179-195)

2. ระดับไมโครสโกปิค เป็นระดับที่เป็นนามธรรม ซึ่งเป็นการอธิบายสิ่งที่สังเกตได้ในระดับ Macroscopic Level โดยในระดับนี้จะมีลักษณะเป็น มโนมติ หลักการ หรือทฤษฎีเพื่อใช้ในการอธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น (Johnstone, 1991, pp.75-83) เช่น แก๊สธรรมชาติประกอบด้วยแก๊สมีเทน ซึ่งเป็นสารประกอบชนิดหนึ่ง โดยปฏิกิริยาเผาไหม้จะเกิดอันตรกิริยากับออกซิเจนในอากาศ ได้ผลิตภัณฑ์เป็นสารใหม่ 2 ชนิด ได้แก่ แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์กับน้ำ และได้พลังงานออกมาเป็นความร้อนและแสง (Talanquer, 2011, pp.179-195)

3. ระดับซิมโบลิค เป็นระดับที่เป็นการนำเสนอปรากฏการณ์ทางเคมีโดยใช้ ภาษา สัญลักษณ์ประเภทต่าง ๆ เช่น สมการเคมี สูตรเคมี สมการทางคณิตศาสตร์ กราฟ รูปภาพ กลไกของปฏิกิริยา ลูกศร เป็นต้น (Johnstone, 1991, pp.75-83) เช่น

CH4(g) + 2O2(g) CO2(g) + 2H2O(g) + Energy (Talanquer, 2011, pp.179-195)

วัดโดยใช้แบบวัดตัวแทนความคิดหลังเรียน ซึ่งเป็นแบบอัตนัย จำนวน 10 ข้อ

เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ (Science Related Attitudes) คือ ความคิดเห็นหรือความรู้สึก ซึ่งฝังลึกอยู่ภายในจิตใจของตัวนักเรียนที่เกิดขึ้นจากการรับรู้หรือผ่านการทำกิจกรรมที่หลากหลาย ตามกระบวนการเรียนรู้ในวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะแสดงท่าทีบอกให้ทราบว่านักเรียนนั้นมีความรู้สึกทั้งด้านบวกและด้านลบ เกี่ยวกับการเห็นความสำคัญและตระหนักในคุณค่าของการเรียนวิทยาศาสตร์ซึ่งวัดได้โดยใช้แบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ซึ่งผู้วิจัยได้นำแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของ Fraser (1978, pp.509-515) เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ มาใช้ จำนวน 21 ข้อ

**1.5 ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย**

1.5.1 เป็นข้อมูลด้านตัวแทนความคิดของนักเรียนสำหรับครูผู้สอนวิชาเคมี ในการปรับปรุงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในวิชาเคมีมากขึ้น

1.5.2 เป็นแนวทางในการออกแบบจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาการจัดการเรียนรู้รายวิชาเคมีที่ส่งเสริมให้นักเรียนสามารถแสดงออกที่สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ และในเนื้อหาวิชาเคมีเรื่องอื่น ๆ

1.5.3 เป็นแนวทางในการศึกษาวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์