

## บทที่ 5

### สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพ (Qualitative Research) ที่ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง พันธะเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (SE) ร่วมกับแผนผังมโนคติ หลังจากดำเนินการวิจัย สามารถสรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะดังนี้

#### 1. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 1.1 เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง พันธะเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (SE) ร่วมกับแผนผังมโนคติ
- 1.2 เพื่อศึกษามโนคติ (Concept) เรื่อง พันธะเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังจบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (SE) ร่วมกับแผนผังมโนคติ
- 1.3 เพื่อศึกษาจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังจบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (SE) ร่วมกับแผนผังมโนคติ

#### 2. กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ แห่งหนึ่งสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาขอนแก่น เขต 2 ประจำปีภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2552 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 42 คน

#### 3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

- 3.1 แผนการจัดการเรียนรู้เรื่องพันธะเคมี จำนวน 10 แผน รวม 18 ชั่วโมง ที่ผ่านการตรวจสอบการจัดการเรียนรู้ การใช้ภาษา และความถูกต้องของเนื้อหา โดยอาจารย์ที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญตลอดจนได้นำมาปรับปรุงก่อนนำไปเก็บข้อมูลกับกลุ่มเป้าหมาย
- 3.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ ที่มีค่าความยากง่าย (Difficulty) 0.20 – 0.80 และค่าอำนาจจำแนก(Discrimination) ตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป จำนวน 40 ข้อ และมีค่าความเชื่อมั่น (Reliability) เท่ากับ 0.82 พร้อมให้เหตุผลประกอบ
- 3.3 แบบสัมภาษณ์นักเรียน

- 3.4 แบบสังเกต พฤติกรรมนักเรียน
- 3.5 แบบประเมินเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
- 3.6 แบบประเมินเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

#### 4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง มีรายละเอียดดังนี้

4.1 ดำเนินการโดยจัดกิจกรรมการเรียนรู้กับกลุ่มเป้าหมาย โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นจำนวน 10 แผนการจัดการเรียนรู้ รวม 18 ชั่วโมง ตามตารางเรียนของโรงเรียน ตั้งแต่วันที่ 14 กรกฎาคม 2552 - วันที่ 3 กันยายน 2552 รวม 18 ชั่วโมง นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วันที่ 8 กันยายน 2552 ตลอดจนทำแบบประเมินเจตคติทางวิทยาศาสตร์และแบบประเมินเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ในวันที่ 10 กันยายน 2552

4.2 ดำเนินการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้แบบทดสอบแบบปรนัยแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก พร้อมให้เหตุผลประกอบ จำนวน 40 ข้อ หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สิ้นสุดลง โดยใช้เวลาในการทำแบบทดสอบ 60 นาที

4.3 ดำเนินการประเมินโดย การสังเกตและบันทึกพฤติกรรมนักเรียนขณะทำกิจกรรมการเรียนรู้ ตลอดจนได้จากการสนทนาระหว่างครูและนักเรียน ขณะทำกิจกรรมการเรียนรู้ และโดยการใช้แบบประเมินที่ประกอบด้วยคุณลักษณะในการประเมิน เจตคติทางวิทยาศาสตร์จำนวน 6 ข้อ ทำการประเมินหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สิ้นสุดลง โดยใช้เวลาในการทำแบบประเมิน 30 นาที

4.4 ดำเนินการประเมินโดยการสังเกตและบันทึกพฤติกรรมนักเรียนขณะทำกิจกรรมการเรียนรู้ ตลอดจนได้จากการสนทนาระหว่างครูและนักเรียน ขณะทำกิจกรรมการเรียนรู้ และประเมินโดยใช้แบบประเมินที่ประกอบด้วยคุณลักษณะในการประเมินเจตคติต่อวิทยาศาสตร์จำนวน 12 ข้อ ทำการประเมินหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สิ้นสุดลง โดยใช้เวลาในการทำแบบประเมิน 10 นาที

4.5 ดำเนินการสัมภาษณ์โดยใช้แบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง โดยได้กำหนดประเด็นที่จะสัมภาษณ์ไว้ก่อนล่วงหน้าตลอดจนได้ดำเนินการสัมภาษณ์หลังจากจบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 2 แผนการจัดการเรียนรู้ต่อครั้ง ทำการสัมภาษณ์หลังเลิกเรียน และขณะสัมภาษณ์ได้เลือกประเด็นหรือปัญหาที่น่าสนใจจากการสัมภาษณ์นักเรียนในขณะนั้นเพิ่มเติมเป็นประเด็นปัญหาในการถาม โดยใช้เทปบันทึกเสียง การจดบันทึกขณะสัมภาษณ์

## 5. การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล มีรายละเอียดดังนี้

5.1 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทำการตรวจแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คิดค่า  $\bar{X}$ , S.D., ค่าร้อยละและจัดกลุ่มคำตอบของนักเรียน นำข้อมูลมาวิเคราะห์ตามเกณฑ์คะแนนวัดและประเมินผล เปรียบเทียบกับเกณฑ์เป้าหมายของโรงเรียนคือนักเรียนร้อยละ 80 ได้คะแนน ร้อยละ 70 ตามที่กำหนดไว้ (วิสัยทัศน์โรงเรียน, 2545)

5.2 แบบประเมินเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลโดยการแบ่งกลุ่มคำตอบพฤติกรรมการแสดงออกตามแบบประเมินเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน แล้วนำมาวิเคราะห์ข้อมูลโดยการตีความ สรุปและคำนวณค่าสถิติ  $\bar{X}$ , S.D. และร้อยละในแต่ละประเด็น

5.3 แบบประเมินเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ วิเคราะห์ข้อมูล โดยการแบ่งกลุ่มคำตอบและพฤติกรรมการแสดงออกตามแบบประเมินเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียน แล้วนำมาวิเคราะห์ข้อมูลโดยการตีความ สรุปและคำนวณค่าสถิติ  $\bar{X}$ , S.D. และค่าร้อยละในแต่ละประเด็น

5.4 แบบสัมภาษณ์ ผู้วิจัยได้ตรวจคำตอบและจัดกลุ่มคำตอบ และถอดเทปพร้อมทั้งอ่านบทสัมภาษณ์อย่างละเอียดแล้วนำมาวิเคราะห์ สรุป และจัดกลุ่มตามลักษณะคำตอบของนักเรียนโดยการเปรียบเทียบกับความสอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์

## 6. สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง พันธะเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับแผนผังมโนคติ ผลการวิจัยพบว่า

6.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน เรื่อง พันธะเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่านักเรียนได้คะแนนเฉลี่ย 27.07 คะแนน นักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไป จำนวน 34 คน คิดเป็นร้อยละ 80.95 นักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ จำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 19.04 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

6.2 มโนคติ (Concept) ของนักเรียน เรื่อง พันธะเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังจบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับแผนผังมโนคติ สรุปได้ดังนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เมื่อนักเรียนได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยสังเกตดอกไม้ไฟแบบเย็น ดูข่าวไฟไหม้ สืบค้นเรื่อง พันธะไอออนิกและสารประกอบไอออนิก ร่วมกันอภิปรายประกอบการถาม – ตอบ และเขียนแผนผังมโนคติ ในเรื่อง พันธะไอออนิกและสารประกอบไอออนิก พบว่ามโนคติของนักเรียนเป็นดังนี้ คือ พันธะไอออนิกและสารประกอบไอออนิก เกิดจากแรงดึงดูดระหว่างไอออนบวกกับไอออนลบ ส่วนใหญ่เกิดขึ้นระหว่างอะตอมของโลหะกับอโลหะ หรือเกิดจากอะตอมของธาตุโลหะกับอโลหะและมีการถ่ายโอนอิเล็กตรอนทำให้เกิดเป็นไอออนบวกกับไอออนลบ จะเกิดเป็นสารใหม่ต่อเนื่องกันเป็นโครงสร้างขนาดใหญ่เป็นสารประกอบที่เกิดจากพันธะไอออนิกซึ่งสอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์ที่กล่าวว่า พันธะไอออนิกเป็นแรงยึดเหนี่ยวที่เกิดขึ้นเมื่ออะตอมถ่ายเทอิเล็กตรอนให้แก่กันเป็นไอออนบวกและไอออนลบ ทำให้มีค่าประจุต่างกันเกิดแรงดึงดูดทางไฟฟ้าระหว่างไอออนบวกและไอออนลบ เนื่องมาจากการถ่ายโอนอิเล็กตรอนจากโลหะให้แก่อโลหะเรียกสารประกอบที่เกิดจากพันธะไอออนิกว่า สารประกอบไอออนิก

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เมื่อนักเรียนได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดย ครูเตรียมสารละลายโซเดียมคลอไรด์ ชุดตรวจการนำไฟฟ้า สาริต นักเรียนปฏิบัติกรทดลอง เรื่อง การละลายของสารประกอบไอออนิกในน้ำ เรื่อง การเกิดปฏิกิริยาของสารประกอบไอออนิกทดลองจนทำใบงาน ร่วมกันอภิปราย ประกอบกับการถาม – ตอบ และเขียนแผนผังมโนคติ ในเรื่อง สมบัติและปฏิกิริยาของสารประกอบไอออนิก พบว่ามโนคติของนักเรียนเป็นดังนี้คือ สมบัติและปฏิกิริยาของสารประกอบไอออนิก มีจุดเดือดและจุดหลอมเหลวสูง มีความแข็งแต่เปราะ ไม่นำไฟฟ้าเมื่ออยู่ในสถานะของแข็งหรืออุณหภูมิห้อง แต่เมื่อหลอมเหลวหรือละลายน้ำจะนำไฟฟ้าได้และมีสภาพการละลายน้ำได้ต่างกัน ซึ่งสอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์ที่กล่าวว่าสารประกอบไอออนิกมีสถานะเป็นของแข็ง จะเปราะ และแตกหักง่าย มีจุดหลอมเหลวและจุดเดือดสูง เมื่อเป็นของแข็งไม่นำไฟฟ้าแต่เมื่อทำให้หลอมเหลวจะนำไฟฟ้าได้ มีสภาพการละลายน้ำได้ต่างกันขึ้นอยู่กับอุณหภูมิและชนิดของสาร เมื่อผสมสารละลายของสารประกอบไอออนิกบางคู่ ไอออนอิสระจะทำปฏิกิริยากันเกิดเป็นสารประกอบไอออนิกชนิดอื่นๆ สมการไอออนิกส่วนใหญ่ที่เขียนแสดงในสมการจะอยู่ในรูปของไอออน โดยเขียนเฉพาะไอออนหรือสารที่เกี่ยวข้องในปฏิกิริยาเท่านั้น

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เมื่อนักเรียนได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยนักเรียนแสดงบทบาทสมมติ สืบค้นข้อมูลจาก Internet เกี่ยวกับ เรื่อง พันธะโคเวเลนต์และสารโคเวเลนต์ ร่วมกันอภิปราย ประกอบกับการถาม – ตอบ และเขียนแผนผังมโนคติ ในเรื่อง พันธะโคเวเลนต์ ชนิดของพันธะโคเวเลนต์ พบว่ามโนคติของนักเรียนเป็นดังนี้คือ พันธะโคเวเลนต์เกิดจากอะตอม

ของธาตุโลหะรวมกับอะตอมของธาตุโลหะ โดยใช้อิเล็กตรอนร่วมกันเป็นคู่ๆ เพื่อให้อิเล็กตรอนวงนอกสุดครบ 8 และชนิดของพันธะประกอบด้วย 3 ชนิดคือ พันธะเดี่ยว พันธะคู่และพันธะสาม ซึ่งสอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์ที่กล่าวว่าพันธะเคมี ที่เกิดจากอะตอมตั้งแต่ 2 อะตอมใช้ อิเล็กตรอนร่วมกันเป็นคู่ๆ เพื่อให้เวเลนซ์อิเล็กตรอนครบ 8 เรียกว่า พันธะโคเวเลนต์โดยเกิดจาก อะตอมของธาตุโลหะรวมกับอะตอมของธาตุโลหะ และสารประกอบที่อะตอมยึดเหนี่ยวกันด้วย พันธะโคเวเลนต์เรียกว่า สาร โคเวเลนต์ และอิเล็กตรอนคู่ที่อะตอมทั้งสองใช้ร่วมกันเรียกว่า อิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะ เรียกว่าชนิดของพันธะ ประกอบด้วย พันธะเดี่ยว พันธะคู่และพันธะสาม

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เมื่อนักเรียนได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดย ครูนำ แบบจำลองโมเลกุลให้นักเรียนทดลองประกอบ โครงสร้างตามสูตรตัวอย่างที่ครูกำหนดให้ ต่อจากนั้นนักเรียนปั้นดินน้ำมันเป็นก้อนกลมแทนจำนวนเวเลนซ์อิเล็กตรอน และใช้ลูกบิดแทน สัญลักษณ์ธาตุโดยใช้สีเป็นเกณฑ์ในการแยกชนิดของธาตুর่วมกันอภิปราย ตามแบบจำลองที่ นักเรียนสร้างขึ้น ทำใบงาน โครงสร้างลิวอิสโดยเขียนตอบบนกระดานดำ ประกอบกับการถาม – ตอบ และเขียนแผนผังมโนคติ ในเรื่อง โครงสร้างของสาร โคเวเลนต์ พบว่ามโนคติของนักเรียนเป็น ดังนี้คือ โครงสร้างโคเวเลนต์เขียนได้ 2 แบบคือแบบจุดและแบบเส้น เขียนเป็นจุดได้ 2 จุดหรือใช้ เส้น 1 เส้น แทนอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะ 1 คู่ระหว่างอะตอมทั้ง 2 เพื่อให้เวเลนซ์อิเล็กตรอนครบ 8 หรือบางครั้งน้อยกว่า 8 หรือมากกว่า 8 ก็ได้แต่อยู่ภาวะที่เสถียร ซึ่งถือว่าไม่เป็นไปตามกฎออกเตต ซึ่งสอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์ที่กล่าวว่าอะตอมตั้งแต่ 2 อะตอมจะใช้อิเล็กตรอนร่วมกัน เป็นคู่ๆ เพื่อให้เวเลนซ์อิเล็กตรอนครบ 8 ตามกฎออกเตต นิยมใช้การเขียนสัญลักษณ์แบบจุดของลิว อิส ซึ่งเรียกว่า โครงสร้างลิวอิส สารบางชนิดมีเวเลนซ์อิเล็กตรอนน้อยกว่า 8 หรือมากกว่า 8 แต่อยู่ ภาวะที่เสถียรจัดเป็นข้อยกเว้นสำหรับกฎออกเตต

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เมื่อนักเรียนได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดย ครูตั้ง สถานการณ์ ให้นักเรียนเขียนสูตรโครงสร้างของสารตัวอย่างบนกระดานดำ นักเรียนแบ่งกลุ่มการ เรียนแบบร่วมมือ ร่วมกันอภิปรายซักถาม นักเรียนเล่นเกมเรียงคำ เกี่ยวกับเรื่องการเขียนสูตรและ การเรียกชื่อสาร โคเวเลนต์ และเขียนแผนผังมโนคติในเรื่อง การเขียนสูตรและการเรียกชื่อสาร โคเวเลนต์ พบว่ามโนคติของนักเรียนเป็นดังนี้คือ การเขียนสูตรให้เขียนสัญลักษณ์ของธาตุเรียง ตามลำดับเช่น Si C P N ธาตุใดมีอะตอมมากกว่า 1 ให้บอกจำนวนอะตอมไว้มุมล่างด้านขวา เช่น  $\text{CO}_2$  ให้เรียกชื่อธาตุที่อยู่หน้าก่อนแล้วตามด้วยธาตุที่อยู่ถัดมา โดยเปลี่ยนเสียงพยางค์ท้ายเป็น ไ้\_ด์ (ide) พร้อมทั้งระบุจำนวนอะตอมของแต่ละธาตุด้วยภาษากรีก ในกรณีธาตุแรกมีอะตอมเดียว ไม่ต้องระบุ แต่ธาตุหลังก็ระบุตามเดิม ซึ่งสอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์ที่กล่าวว่าการ เขียนสูตร โมเลกุลของสาร โคเวเลนต์ กำหนดให้เขียนสัญลักษณ์ของธาตุองค์ประกอบเรียง

ตามลำดับดังนี้ B Si C P N H Se S I Br Cl O F ถ้าธาตุใดมีจำนวนอะตอมมากกว่า 1 ให้ระบุจำนวนอะตอมของธาตุนั้นไว้มุมล่างด้านขวาของสัญลักษณ์ธาตุ ส่วนการเรียกชื่อสารโคเวเลนต์ให้เรียกธาตุที่อยู่หน้าก่อนและตามด้วยชื่อของอีกธาตุหนึ่ง โดยเปลี่ยนท้ายเสียงเป็น ไ-ด์ (-ide) พร้อมทั้งระบุจำนวนอะตอมของธาตุเป็นภาษากรีก

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เมื่อนักเรียนได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดย นักเรียนแสดงบทบาทสมมติ และทำกิจกรรมหักไม้จำนวน 1 ไม้ แล้วเพิ่มเป็น 2 ไม้ และ 3 ไม้เพื่อเปรียบเทียบกับความยาวพันธะและพลังงานพันธะ นักเรียนดูสื่อ วิดีทัศน์ เรื่องความยาวพันธะ พลังงานพันธะ ร่วมกันอภิปราย นักเรียนคำนวณหาค่าพลังงาน ประกอบกับการถาม – ตอบ และเขียนแผนผังมโนคติ ในเรื่อง ความยาวพันธะและพลังงานพันธะ ของสารโคเวเลนต์ พบว่า มโนคติของนักเรียนเป็นดังนี้คือ ความยาวพันธะและพลังงานพันธะจะแตกต่างกัน ความยาวพันธะคือระยะห่างระหว่างนิวเคลียสของธาตุ 2 อะตอม ส่วนพลังงานพันธะคือค่าพลังงานที่ใช้แยกอะตอมในสถานะแก๊ส และความยาวพันธะจะสัมพันธ์กับพลังงานพันธะคือถ้าความยาวพันธะมากพลังงานพันธะจะน้อยแต่ถ้าความยาวพันธะน้อยพลังงานพันธะจะมาก ซึ่งสอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์ที่กล่าวว่า ระยะระหว่างนิวเคลียสของอะตอมแต่ละคู่ที่เกิดพันธะต่อกันเรียกว่าความยาวพันธะ ส่วนพลังงานที่น้อยที่สุดที่ใช้สลายพันธะระหว่างอะตอมในสถานะแก๊สเรียกว่า พลังงานพันธะ โดยความยาวพันธะจะแปรผกผันกับพลังงานพันธะ นั่นคือเมื่อความยาวพันธะสั้นพลังงานพันธะจะมาก

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 เมื่อนักเรียนได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยครูกำหนดสถานการณ์ เพื่อให้ นักเรียนทบทวนและเปรียบเทียบระหว่างสเปสที่เกิดขึ้นกับรูปทรงเรขาคณิต นักเรียนทำปฏิบัติการทดลอง เรื่อง การจัดตัวของลูกโป่งกับรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ นำเสนอผลการปฏิบัติการทดลอง นักเรียนเล่นเกมจับคู่ ประกอบกับการถาม – ตอบ และเขียนแผนผังมโนคติ ในเรื่อง รูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ พบว่ามโนคติของนักเรียน เป็นดังนี้คือ รูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ขึ้นอยู่กับจำนวนพันธะหรือจำนวนอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะและจำนวนอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวรอบอะตอมกลาง แบ่งเป็นโมเลกุลที่อะตอมกลางไม่มีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว คือรูปร่างที่เป็นเส้นตรง สามเหลี่ยมแบนราบ ทรงสี่หน้า พีระมิดฐานสามเหลี่ยมและทรงแปดหน้า และโมเลกุลที่อะตอมกลางมีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวคือ มุมงอ ทรงสี่หน้าบิดเบี้ยว พีระมิดฐานสามเหลี่ยม รูปตัวที เส้นตรง ( $\text{XeF}_2$ )พีระมิดฐานสี่เหลี่ยม และสี่เหลี่ยมแบนราบ ซึ่งสอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์ที่กล่าวว่ารูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ เป็นการจัดเรียงอะตอมต่างๆ ในโมเลกุลที่มีตำแหน่งและทิศทางที่แน่นอน จึงทำให้รูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ของสารแตกต่างกัน รูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ขึ้นอยู่กับจำนวนพันธะหรือจำนวนอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะและจำนวนอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวรอบอะตอมกลาง รูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์มีที่รูปร่างสมมาตรประกอบด้วย รูปร่างโมเลกุลที่เป็นเส้นตรง ( $\text{BeCl}_2$ )

สามเหลี่ยมเบนราบ ทรงสี่หน้า พีระมิดคู่ฐานสามเหลี่ยม ทรงแปดหน้า และรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ มีที่รูปร่างไม่สมมาตร เช่น มุมงอ พีระมิดฐานสามเหลี่ยม

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 เมื่อนักเรียนได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยครูกำหนดสถานการณ์ให้นักเรียนทำกิจกรรมโดยนำน้ำมันพืชหยดลงไปในน้ำ ครูกระตุ้นให้นักเรียน “คิดทำนายว่าจะเกิดอะไรขึ้น” ตามด้วยการทดลองเรื่องสภาพขั้วกับการละลายของสารประกอบโคเวเลนต์ นำเสนอผลการทดลอง ครูได้สาธิตการละลายน้ำของน้ำตาลกลูโคส และ เอทานอล และเขียนแผนผังมโนคติในเรื่อง สภาพขั้วของโมเลกุลโคเวเลนต์ พบว่ามโนคติของนักเรียนเป็นดังนี้คือ สภาพขั้วของโมเลกุลโคเวเลนต์ขึ้นอยู่กับความแตกต่างของค่าอิเล็กโตรเนกาติวิตีโดยอะตอมคู่ร่วมพันธะที่มีค่า อิเล็กโตรเนกาติวิตีเท่ากันจะเรียกว่าพันธะไม่มีขั้ว ส่วนอะตอมคู่ร่วมพันธะที่มีค่าอิเล็กโตรเนกาติวิตีไม่เท่ากันจะเรียกว่าพันธะมีขั้ว และขึ้นอยู่กับรูปร่างของโมเลกุล ซึ่งสอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์ที่กล่าวว่าพันธะโคเวเลนต์ที่เกิดจากอะตอมที่มีค่าอิเล็กโตรเนกาติวิตีเท่ากันเป็นพันธะไม่มีขั้ว ถ้าเกิดจากอะตอมที่มีค่าอิเล็กโตรเนกาติวิตีต่างกันเป็นพันธะมีขั้ว สภาพขั้วของโมเลกุลโคเวเลนต์ขึ้นอยู่กับความแตกต่างของค่าอิเล็กโตรเนกาติวิตีของสารในโมเลกุลและรูปร่างโมเลกุล ถ้ารูปร่างโมเลกุลไม่สมมาตรทำให้อำนาจขั้วไฟฟ้าหักล้างกันไม่หมดจะเป็น โมเลกุลมีขั้ว

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9 เมื่อนักเรียนได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยนักเรียนศึกษาถึงความเหมือนและความต่าง ของลักษณะและโครงสร้างของ ถ่านไม้ ไม้ ไม้ ไม้ ไฟฉาย และรูปเพชร ตามด้วยคู่มือ วิดีทัศน์ เรื่อง แรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลโคเวเลนต์ ตัวแทนนักเรียน นำเสนอนักเรียนเล่นเกมอักษรหรรษาเกี่ยวกับเรื่อง แรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลโคเวเลนต์และสาร โครงผลึกร่างตาข่าย และเขียนแผนผังมโนคติในเรื่อง แรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลโคเวเลนต์และสาร โครงผลึกร่างตาข่าย พบว่ามโนคติของนักเรียนเป็นดังนี้คือ แรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลโคเวเลนต์แบ่งเป็นแรงแวนเดอร์วาลส์และพันธะไฮโดรเจน โดยแรงแวนเดอร์วาลส์จะประกอบด้วยแรงลอนดอนและแรงดึงดูดระหว่างขั้ว ส่วนลักษณะที่อะตอมสร้างพันธะโคเวเลนต์แล้วยึดเหนี่ยวกัน 3 มิติ เรียกว่าสาร โครงผลึกร่างตาข่าย ซึ่งสอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์ที่กล่าวว่าแรงแวนเดอร์วาลส์เป็นแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลประกอบด้วยแรงลอนดอนและแรงดึงดูดระหว่างขั้ว โมเลกุลโคเวเลนต์ไม่มีขั้วยึดเหนี่ยวกันด้วยแรงแวนเดอร์วาลส์ หรือแรงลอนดอน แรงนี้ขึ้นอยู่กับมวลโมเลกุลถ้ามวลโมเลกุลมากแรงยึดเหนี่ยวก็จะมาก ส่วนโมเลกุลโคเวเลนต์ที่มีขั้วแต่ไม่มีพันธะไฮโดรเจนจะยึดเหนี่ยวกันด้วยแรงแวนเดอร์วาลส์ และแรงดึงดูดระหว่างขั้ว สำหรับโมเลกุลโคเวเลนต์ที่มีขั้วและมีพันธะไฮโดรเจนจะยึดเหนี่ยวกันด้วยแรงแวนเดอร์วาลส์ แรงดึงดูดระหว่างขั้วและพันธะไฮโดรเจน มีผลทำให้จุดหลอมเหลว จุดเดือดของสารโคเวเลนต์ประเภทนี้

สูงกว่าสารโคเวเลนต์ประเภทอื่นและสารโคเวเลนต์บางชนิดสร้างพันธะโคเวเลนต์ยึดเหนี่ยวกันแบบ 3 มิติ เกิดเป็นโครงสร้างคล้ายตาข่าย เรียกว่าสารโครงสร้างตาข่าย

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 10 เมื่อนักเรียนได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยครูให้นักเรียนต่อถ่านไฟฉายพร้อมรางถ่านเข้ากับหลอดไฟโดยใช้สายไฟเชื่อมเข้าด้วยกัน โดยเหลือปลายสายไว้ 2 ข้าง ปิดวงจรให้ครบโดยการต่อขั้วไฟฟ้าเข้ากับหลอดไฟ สังกเกตการณ์เปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับหลอดไฟ นักเรียนทำปฏิบัติการทดลองเรื่องสมบัติของโลหะพร้อมกับการนำเสนอผลการปฏิบัติการทดลอง เล่นเกมบันไดงู เกี่ยวกับเรื่อง พันธะโลหะและสมบัติของโลหะและเขียนแผนผังมโนคติ ในเรื่อง พันธะโลหะและสมบัติของโลหะ พบว่ามโนคติของนักเรียนเป็นพันธะโลหะเป็นแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอิเล็กตรอนกับไอออนบวก และโลหะจะยึดเหนี่ยวกันด้วยพันธะโลหะและโลหะมีสมบัติคือเป็นของแข็งมีจุดหลอมเหลวสูง มีความเหนียว ดีเป็นแผ่นบางๆ ได้ ชัดให้เป็นเงาได้ นำความร้อนและนำไฟฟ้าได้ดี ซึ่งสอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์ที่กล่าวว่า พันธะโลหะเป็นพันธะที่เกิดจากอะตอมในก้อนโลหะใช้เวเลนซ์อิเล็กตรอนที่เคลื่อนที่อย่างอิสระร่วมกัน โลหะมีค่าอิเล็กโตรเนกาติวิตีต่ำ ทำให้เวเลนซ์อิเล็กตรอนไม่ติดอยู่กับอะตอมใดอะตอมหนึ่ง โดยเฉพาะโลหะเป็นสารที่มีคุณสมบัติ เป็นตัวนำไฟฟ้าที่ดี มีจุดหลอมเหลวสูง สามารถตีแผ่เป็นแผ่นบางๆ หรือดึงเป็นเส้นได้และสะท้อนแสงได้

สรุปได้ว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (SE) ทำให้เกิดมโนคติ เรื่อง พันธะเคมี สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์ดังปรากฏหลักฐานคือแผนผังมโนคติที่นักเรียนเขียนขึ้นในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ และส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ดังปรากฏในตารางที่ 7

**6.3 จิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้จากแบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียน แบบบันทึกการสนทนา แบบประเมินเจตคติทางวิทยาศาสตร์และแบบประเมินเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (SE) ร่วมกับแผนผังมโนคติ**

เจตคติทางวิทยาศาสตร์สามารถสรุปได้ดังนี้ พบว่าภาพรวมพฤติกรรมกรรมการแสดงออกอยู่ในระดับการแสดงออกอย่างสม่ำเสมอและคิดเป็นร้อยละ 42.83 ดังปรากฏในตารางที่ 8 และเมื่อพิจารณา รายการประเมินภาพรวมทั้ง 6 ด้าน พบว่ารายการประเมินที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดคือทำงานอย่างเต็มความสามารถ รองลงมาคือรับฟังคำวิพากษ์วิจารณ์ ข้อโต้แย้งหรือข้อคิดเห็นที่มีเหตุผลของผู้อื่น และบันทึกผลข้อมูลตามความเป็นจริง ส่วนรายการประเมินที่มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดคือชอบสนทนา ซักถาม ฟัง อ่าน เพื่อให้ได้รับความรู้เพิ่มขึ้นและเมื่อพิจารณารายการประเมินรายด้านพบว่าด้านความสนใจใฝ่รู้หรือความอยากรู้อยากเห็น รายการที่เกี่ยวกับนักเรียนมีความ

กิจกรรมและเรื่องต่างๆมากที่สุด ด้านความรับผิดชอบ ความมุ่งมั่น อดทน และความเพียรพยายาม รายการที่เกี่ยวกับนักเรียนทำงานอย่างเต็มความสามารถจะมากที่สุด ด้านความมีเหตุผล รายการที่เกี่ยวกับนักเรียนยอมรับในคำอธิบายเมื่อมีหลักฐานหรือข้อมูลมาสนับสนุนอย่างเพียงพอจะมากที่สุด ด้านความมีระเบียบและความรอบคอบ รายการที่เกี่ยวกับนักเรียนเห็นคุณค่าความมีระเบียบและความรอบคอบจะมากที่สุด ด้านความซื่อสัตย์ รายการที่เกี่ยวกับนักเรียนบันทึกผลข้อมูลตามความเป็นจริงเป็นจะมากที่สุด ด้านความใจกว้าง รายการที่เกี่ยวกับนักเรียนรับฟังคำวิพากษ์วิจารณ์ ข้อโต้แย้งหรือข้อคิดเห็นที่มีเหตุผลของผู้อื่นจะมากที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาจิตวิทยาศาสตร์ ที่พบว่านักเรียนมีความกระตือรือร้นต่อการทำกิจกรรมและเรื่องต่างๆ ทำงานอย่างเต็มความสามารถ ยอมรับผลการกระทำของตนเองทั้งที่เป็นผลดีและผลเสีย มีความอดทนในการดำเนินการแก้ปัญหาแม้จะยุ่งยากและต้องใช้เวลา ยอมรับในคำอธิบายเมื่อมีหลักฐานหรือข้อมูลมาสนับสนุนอย่างเพียงพอ มีการรวบรวมข้อมูลให้เพียงพอก่อนจะสรุปเรื่องราวต่างๆ และตรวจสอบความถูกต้องหรือความสมเหตุสมผลของแนวความคิดต่างๆกับแหล่งข้อมูลที่เชื่อถือได้ เห็นคุณค่าความมีระเบียบ ความรอบคอบ มีการวางแผนการทำงานและจัดระบบการทำงานอย่างมีระเบียบเรียบร้อย บันทึกผลข้อมูลตามความเป็นจริง และไม่แอบอ้างผลงานของผู้อื่นว่าเป็นผลงานของตนเอง ร่วมแสดงความคิดเห็นและรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น รับฟังคำวิพากษ์วิจารณ์ ข้อโต้แย้งหรือข้อคิดเห็นที่มีเหตุผลของผู้อื่นตลอดจนรับฟังความคิดเห็นที่ตัวเองยังไม่เข้าใจและพร้อมที่จะทำความเข้าใจมี

เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนโดยภาพรวมพฤติกรรมการแสดงออกอยู่ในระดับการแสดงออกอย่างสม่ำเสมอและคิดเป็นร้อยละ 45.83 ดังปรากฏในตารางที่ 9 และเมื่อพิจารณารายข้อพบว่ารายการประเมินที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดคือเห็นคุณค่าและประโยชน์ของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รองลงมาคือตั้งใจเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และตระหนักในคุณและโทษของการใช้เทคโนโลยีและใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างมีคุณธรรม ส่วนรายการประเมินที่มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดคือ เลือกใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการคิดและปฏิบัติ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาจิตวิทยาศาสตร์ ที่พบว่านักเรียนมีความเห็นคุณค่าและประโยชน์ของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตลอดจนถึงตั้งใจเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างมีคุณธรรมพร้อมทั้งเรียนหรือเข้าร่วมกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์อย่างสนุกสนานและนักเรียนเลือกใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการคิดและปฏิบัติแสดงว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (SE) ร่วมกับแผนผังมโนคติเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งผลให้นักเรียนมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์หรือการคิดเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ ความเชื่อเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ดีขึ้นและมีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์หรือความรู้สึกที่มีต่อวิทยาศาสตร์และนักวิทยาศาสตร์มากขึ้น

ดังนั้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง พันธะเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับแผนผังมโนคติ เป็นวิธีการหนึ่งที่ช่วยให้นักเรียนมีมโนคติในเรื่องที่เรียนได้ ตลอดจนช่วยจดจำ ช่วยประหยัดเวลาในการทบทวนเนื้อหา มีความเข้าใจสามารถลำดับเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของเนื้อหาได้ชัดเจนเป็นลำดับขั้นตอนเป็นระบบระเบียบ และมโนคติที่เกิดขึ้นนี้ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงขึ้นด้วย

## 7. ข้อเสนอแนะของการวิจัย

7.1 ข้อเสนอแนะที่ได้จากการวิจัยโดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับแผนผังมโนคติ

7.1.1 ครูผู้สอนควรปฐมนิเทศหรือเตรียมนักเรียนให้คุ้นเคยกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับแผนผังมโนติก่อน เพื่อให้นักเรียนได้คุ้นเคย รู้ถึงบทบาทหน้าที่ของตนเองในการจัดการเรียนรู้ ตลอดจนรู้ถึงลักษณะและวิธีการเขียนแผนผังมโนคติแล้วค่อยเริ่มเก็บข้อมูล

7.1.2 การเขียนแผนผังมโนคติ เป็นขั้นตอนที่นักเรียนใช้เวลาในการทำมาก ครูผู้สอนควร มีการกระตุ้นให้นักเรียนดำเนินการให้เสร็จทันเวลาตามที่กำหนดไว้ควรเตรียมกระดาษให้มากพอเพื่อที่นักเรียนจะใช้ในร่างและเขียนแผนผังมโนคติ และการเขียนแผนผังมโนติจะมีปัญหาในการใช้คำเชื่อมโยงความสัมพันธ์ ดังนั้น ครูผู้สอนควรให้คำแนะนำและแก้ไขในส่วนที่ยังไม่ถูกต้องแก่นักเรียนโดยการอธิบายและยกตัวอย่างเพิ่มเติม

7.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

ควรนำวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับแผนผังมโนคติไปใช้ในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนในเนื้อหาอื่นๆ ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์