ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ศึกษา)

ปริญญา

วิทยาศาสตร์ศึกษา | การศึกษา

สาขา | **ภาควิชา**

เรื่อง การพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารประกอบไฮโดรคาร์บอน ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวคิด

The Development of Grade 12 Students' Scientific Conception of Hydrocarbon Compound through Inquiry-Based Learning in Combination with Concept Mapping

นามผู้วิจัย นายนรา เขียวละลิ้ม

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก .....

(อาจารย์เอกรัตน์ ทานาค, ปร.ด.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม .....

(อาจารย์วันชัย ปลื้มภาณุภัทร, วท.ด.)

หัวหน้าภาควิชา .....

(อาจารย์สิทธิกร สุมาลี, ศษ.ด.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

.....

(รองศาสตราจารย์กัญจนา ธีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ ..... **เดือน** ..... **พ.ศ.** .....

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารประกอบไฮโดรคาร์บอน ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวคิด

The Development of Grade 12 Students' Scientific Conception of Hydrocarbon Compound through Inquiry-Based Learning in Combination with Concept Mapping

โดย

นายนรา เขียวละลิ้ม

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ศึกษา)
พ.ศ. 2556

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

นรา เขียวละลิ้ม 2556: การพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารประกอบไฮโดรคาร์บอนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวคิด ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ศึกษา) สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา ภาควิชาการศึกษา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: อาจารย์เอกรัตน์ ทานาค, ปร.ด. 143 หน้า

การวิจัยเชิงปฏิบัติการในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวคิดและศึกษาการพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารประกอบไฮโดรคาร์บอน ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 37 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย แบบบันทึกหลังสอนของครู แบบบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน แบบวัดแนวคิด เรื่อง สารประกอบไฮโดรคาร์บอน และใบกิจกรรม วิเคราะห์ข้อมูลจากแบบวัดแนวคิด เรื่องสารประกอบไฮโดรคาร์บอน โดยจัดกลุ่มแนวคิดของนักเรียนออกเป็น 5 กลุ่ม จากนั้นคำนวณค่าร้อยละของนักเรียนในแต่ละกลุ่มแนวคิด และวิเคราะห์บันทึกหลังสอนของครู บันทึกการจัดการเรียนรู้ของนักเรียน และใบกิจกรรม โดยวิเคราะห์เนื้อหา

ผลการวิจัยพบว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวคิดเรื่องสารประกอบไฮโดรคาร์บอนประกอบด้วยลักษณะสำคัญของการสืบเสาะ 5 ประการ มีแนวทางดังนี้ 1) ครูควรใช้สื่อร่วมกับคำถามที่กระตุ้นความสนใจของนักเรียน 2) ครูควรมีกิจกรรมให้นักเรียนได้ค้นหาข้อมูลหลักฐาน 3) ครูควรใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นและอธิบายเหตุผล 4) ครูควรให้นักเรียนนำเสนอและอภิปรายร่วมกันเพื่อให้ได้ข้อสรุปที่ถูกต้อง 5) ให้นักเรียนได้มีการสื่อสารและให้เหตุผลของคำอธิบายโดยการเขียนแผนผังแนวคิด นอกจากนี้ยังพบว่าหลังจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวคิด นักเรียนร้อยละ 49.18 มีแนวคิดถูกต้อง (SU) รองลงมาร้อยละ 21.92 มีแนวคิดถูกต้องบางส่วน (PU) ร้อยละ 17.87 มีแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) ร้อยละ 9.38 มีแนวคิดถูกต้องบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน (PU/SM) และร้อยละ 1.65 ไม่มีแนวคิด (NU) โดยนักเรียนมีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ถูกต้องมากที่สุด คือ ลักษณะของสารประกอบไฮโดรคาร์บอนและมีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ถูกต้องน้อยที่สุด คือ สารประกอบแอลเคน

_____ _____ ___ / ___ / ___

ลายมือชื่อนิสิต ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Nara Keawlalim 2013: The Development of Grade 12 Students' Scientific Conception of Hydrocarbon Compound through Inquiry-Based Learning in Combination with Concept Mapping. Master of Education (Science Education), Major Field: Science Education, Department of Education. Thesis Advisor: Mrs. Akarat Tanak, Ph.D. 143 pages.

The purposes of this action research were to study the guideline of Inquiry-Based Learning in combination with Concept Mapping about Hydrocarbon Compound and to investigate the development of thirty seven grade 12 students' scientific conception. Research instruments consist of teacher field notes, students' journals, a hydrocarbon concept test, and worksheets. The data collected by a hydrocarbon concept test were analyzed by grouping into 5 categories and then calculated by using percentage. In addition, the content and inductive analyze were used to discern meaning from teacher field notes, students' journals, and worksheets.

The finding showed that Inquiry-Based Learning in combination with concept mapping for teaching Hydrocarbon Compound should following characteristics; 1) a teacher should engage students by material with scientifically oriented questions 2) teacher should ask students to investigate and find out evidence. 3) a teacher should encourage the students to discuss by using the guide questions. 4) a teacher should provide the students to present and discuss in order to get the correct conclusions. 5) learners communicate and justify their proposed explanations by writing concept mapping. Moreover, the results revealed that after participating in Inquiry-Based Learning in combination with Concept Mapping, the majority of student (49.18%) held sound understanding, 21.92% of student held partial understanding, 17.87% of student held specific misconception, 9.38% of student held partial understanding with a specific misconception and 1.65 % of student held not understanding. The concept which students held sound understanding the most was the definition of Hydrocarbon Compound, while the one that students held sound understanding the least was the definition of Alkane Compound.

_____ _____ ___ / ___ / ___

Student's signature Thesis Advisor's signature

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง โดยได้รับความกรุณาจาก ดร. เอกรัตน์ ทานาค อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ดร.วันชัย ปลื้มภาณุภัทร อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ได้ทุ่มเทเวลาให้ความรู้ คำปรึกษา คำแนะนำ ความช่วยเหลือในการตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ และให้กำลังใจในการทำงานแก่ผู้วิจัยตลอดมา

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชาตรี ฝ่ายคำตา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ปัฐมาภรณ์ พิมพ์ทอง และอาจารย์บรรจง จดแตง ที่กรุณาเสียสละเวลาเป็นผู้เชี่ยวชาญในการให้คำปรึกษาคำแนะนำ และตรวจแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย จนทำให้การเก็บรวบรวมข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูลผ่านไปได้ด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พงศ์ประพันธ์ พงษ์โสภณ ประธานการสอบ ดร. สุทธิดา จำรัส ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก ที่กรุณาให้แนวคิดและข้อเสนอแนะสำหรับการเรียนรู้ รวมทั้งการตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณผู้อำนวยการโรงเรียนและคณะครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนขนาดกลางแห่งหนึ่งในจังหวัดสมุทรปราการ ที่ให้ความช่วยเหลือและให้ความสะดวกในการทำวิจัย ตลอดจนขอบคุณนักเรียนกลุ่มที่ศึกษาที่ให้ความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นอย่างดี

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณบิดา มารดา ครูอาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่าน

นรา เขียวละลิ้ม

พฤษภาคม 2556

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญ

หน้า

สารบัญตาราง (3)

สารบัญภาพ (5)

บทที่ 1 บทนำ 1

ความสำคัญของปัญหา 1

คำถามการวิจัย 4

วัตถุประสงค์ของการวิจัย 5

ขอบเขตของการวิจัย 5

นิยามศัพท์เฉพาะ 6

บทที่ 2 การตรวจเอกสาร 8

แนวคิด 9

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 13

แผนผังแนวคิด 21

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 24

บทที่ 3 วิธีการวิจัย 29

กลุ่มที่ศึกษา 29

รูปแบบการวิจัย 30

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 31

การเก็บและรวบรวมข้อมูล 39

การวิเคราะห์ข้อมูล 40

บทที่ 4 ผลการวิจัยและข้อวิจารณ์ 43

ผลการวิจัย 44

ข้อวิจารณ์ 94

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ 98

สรุปผลการวิจัย 98

ข้อเสนอแนะ 103

เอกสารและสิ่งอ้างอิง 105

ภาคผนวก 110

ภาคผนวก ก รายนามผู้เชี่ยวชาญ 111

ภาคผนวก ข ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับแผนผังแนวคิด 113

ภาคผนวก ค เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล 131

ประวัติการศึกษาและการทำงาน 143

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ลักษณะจำเป็นของการสืบเสาะหาความรู้ในชั้นเรียนและระดับของการสืบเสาะหาความรู้	18
2	เวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวคิด	33
3	แสดงรายละเอียดของแนวคิดกับจำนวนข้อของแบบวัดแนวคิด	35
4	การจัดกระบวนการเรียนรู้ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง การสร้างพันธะของคาร์บอน	45
5	การจัดกระบวนการเรียนรู้ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง ลักษณะของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน	48
6	การจัดกระบวนการเรียนรู้ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง สารประกอบแอลเคน	50
7	การจัดกระบวนการเรียนรู้ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง สารประกอบแอลคีน	54
8	การจัดกระบวนการเรียนรู้ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง สารประกอบแอลไคน์	58
9	การจัดกระบวนการเรียนรู้ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง สารประกอบอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน	62

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
10	แนวคิดของนักเรียนเกี่ยวกับสารประกอบไฮโดรคาร์บอน	77
11	แสดงความถี่และร้อยละของนักเรียนที่มีแนวคิด เรื่อง การสร้างพันธะของคาร์บอน	78
12	แสดงความถี่และร้อยละของนักเรียนที่มีแนวคิด เรื่อง ลักษณะของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน	80
13	แสดงความถี่และร้อยละของนักเรียนที่มีแนวคิดเรื่องสารประกอบแอลเคน	83
14	แสดงความถี่และร้อยละของนักเรียนที่มีแนวคิดเรื่องสารประกอบแอลคีน	86
15	แสดงความถี่และร้อยละของนักเรียนที่มีแนวคิดเรื่องสารประกอบแอลไคน์	89
16	แสดงความถี่และร้อยละของนักเรียนที่มีแนวคิดเรื่องสารประกอบอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน	92

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	แผนผังการสืบเสาะหาความรู้	17
2	แผนผังแนวคิดแนวทางที่ 1	23
3	แผนผังแนวคิดแนวทางที่ 2	23
4	แผนผังแนวคิดของนักเรียน เรื่อง สารประกอบแอลคีน	74
5	แผนผังแนวคิดของนักเรียน เรื่อง สารประกอบแอลไคน์	75

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

บทที่ 1

บทนำ

ความสำคัญของปัญหา

การจัดการศึกษาในปัจจุบันมีวัตถุประสงค์เพื่อมุ่งพัฒนาผู้เรียนให้เป็นคนดี มีปัญญา มีความสุข มีศักยภาพในการศึกษาต่อ การประกอบอาชีพ และเป็นบุคคลแห่งการเรียนรู้ ตามที่พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติพุทธศักราช 2542 และแก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พุทธศักราช 2545 ได้กำหนดไว้ในหมวดที่ 4 มาตรา 22 ได้ระบุว่า การจัดการศึกษาต้องยึดหลักว่าผู้เรียนทุกคนสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ และถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด กระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2545) และเพื่อให้มีความสอดคล้องกับพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 จึงได้กำหนดให้หลักสูตรการศึกษาให้มีโครงสร้างยืดหยุ่นทั้งด้านสาระการเรียนรู้ เวลา การจัดการเรียนรู้ และเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มุ่งหวังให้ผู้เรียน ได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้ (Scientific inquiry) และการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลายที่เหมาะสมในแต่ระดับชั้น (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551)

ดังนั้นสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546ก) จึงได้มุ่งเน้นและมีเป้าหมายให้ผู้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ (Scientific literacy) การรู้วิทยาศาสตร์นั้น หมายถึงการมีความรู้ความเข้าใจในแนวคิดหลัก หลักการพื้นฐานและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งการสร้างแนวคิดจะมีผลต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน เพราะว่าการเรียนรู้จะเริ่มต้นจากการสัมผัสรับรู้ปรากฏการณ์ต่างๆ เป็นอันดับแรกและเมื่อได้รับรู้จากสิ่งที่มีลักษณะร่วมกัน มีความสัมพันธ์กันเพิ่มขึ้นหลายๆ ครั้ง ผู้เรียนก็จะสามารถนำมาสรุปรวมกันเป็นแนวคิด และเมื่อผู้เรียนเรียนรู้ได้มากและสะสมแนวคิดไว้มากขึ้น จะทำให้ผู้เรียนสามารถนำแนวคิดที่สรุปรวมไว้นั้นไปใช้เป็นพื้นฐานในการเรียนรู้ขั้นสูงและสามารถนำไปใช้ในการแก้ไขปัญหาต่างๆได้ดียิ่งขึ้น (พันธ์ ทองชุมนุม, 2547: 204) และในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ผู้เรียนจะต้องมีแนวคิดที่ถูกต้องเสียก่อน ซึ่งแนวคิดทางวิทยาศาสตร์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ประเภทหนึ่ง ที่เกิดจากการสังเกตเหตุการณ์ วัตถุ สิ่งของหรือข้อเท็จจริงต่าง ๆ โดยผ่านแนวคิดเดิมที่มีอยู่แล้วหรืออาจได้มาจากการนำเอาแนวคิดหลายๆ แนวคิดมาสัมพันธ์กันอย่างมีเหตุผลของผู้เรียน โดยจะถูกสร้างขึ้นจากผลสะท้อนของประสบการณ์ในอดีตและแนวคิดที่มีอยู่ก่อนแล้ว เพื่อเชื่อมโยงและให้เหตุผลเกี่ยวกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการสอนใหม่และใช้สร้างความรู้เกี่ยวกับประสบการณ์ที่ได้รับจากการสอนวิทยาศาสตร์ (Chamber, 1997 อ้างในพันธ์ ทองชุมนุม, 2547: 205) โดยแนวคิดทางวิทยาศาสตร์มีบทบาทที่สำคัญในการช่วยให้ผู้เรียนมีความเข้าใจบทเรียน เกิดการพัฒนาการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ในระดับสูงได้ชัดเจนดีขึ้น ดังนั้นการเรียนรู้แนวคิดทางวิทยาศาสตร์จึงเป็นจุดมุ่งหมายที่สำคัญของการจัดการศึกษาในรายวิชาวิทยาศาสตร์ เพราะในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนนั้น สิ่งที่ครูผู้สอนคาดหวังไว้สูงสูงสุดคือให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และเกิดแนวคิดในสิ่งที่ได้เรียนไป สำหรับสิ่งที่จำเป็นในการทำให้เกิดแนวคิด คือ พื้นความรู้เดิมหรือประสบการณ์เดิมของนักเรียนถ้าความรู้ใดไม่แจ่มชัดหรือไม่ถูกต้องแนวคิดของนักเรียนก็จะขัดแย้งกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่จะนำไปสู่การเกิดแนวคิดที่คลาดเคลื่อน

จากการรายงานผลการทดสอบระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) จากสถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2554 รายวิชาวิทยาศาสตร์ ในส่วนของสาระที่ 3 ที่เกี่ยวข้องกับรายวิชาเคมีพบว่า ผลการสอบของนักเรียนโรงเรียนราชพฤกษ์วิทยา (นามสมมติ) ซึ่งเป็นโรงเรียนที่ผู้วิจัยดำเนินการสอนอยู่ พบว่า ผู้เรียนทำคะแนนอยู่ในระดับต่ำกว่าเกณฑ์เมื่อเปรียบเทียบกับระดับจังหวัดและระดับประเทศ และจากประสบการณ์สอนของผู้วิจัยที่สอนในรายวิชาเคมีในหน่วยการเรียนรู้เคมีอินทรีย์ เรื่องสารประกอบไฮโดรคาร์บอน เป็นระยะเวลา 3 ปี จากการสังเกตพฤติกรรมการเรียนในชั้นเรียน การตรวจแบบฝึกหัด และผลการทดสอบปลายภาคเรียน พบว่าผู้เรียนส่วนใหญ่มีปัญหาเกี่ยวกับความรู้ความเข้าใจในแนวคิดเรื่องสารประกอบไฮโดรคาร์บอน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเรื่องสมบัติของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน การเรียกชื่อสารประกอบไฮโดรคาร์บอนแต่ละชนิด และการเกิดปฏิกิริยาของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน โดยผู้เรียนจะไม่สามารถนำความรู้ไปเชื่อมโยงกับสารประกอบไฮโดรคาร์บอนตัวอื่นได้ ว่ามีสมบัติเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร นอกเหนือจากที่ครูได้สอนในชั้นเรียน ประกอบกับเนื้อหาในเรื่องสารประกอบไฮโดรคาร์บอน ค่อนข้างทำความเข้าใจได้ยาก มีแนวคิดหลักหลายแนวคิด มีลักษณะเป็นนามธรรม ผู้เรียนไม่สามารถเรียนรู้แนวคิดหรือรวบรวมแนวคิดได้อย่างถูกต้องซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของวรรณดี จันทร์วงศ์ (2547) ที่กล่าวถึงสาเหตุสำคัญประการหนึ่งคือการเรียนการสอนของครู ซึ่งครูผู้สอนส่วนใหญ่มักจะใช้วิธีสอนแบบบรรยายที่เน้นผู้สอนเป็นสำคัญ ทำให้ผู้เรียนไม่สามารถจดจำได้จากสิ่งที่พวกเขาได้เรียนรู้ในการบรรยายของครูหน้าชั้นเรียนได้ทั้งหมด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การจัดการเรียนรู้ในรายวิชาเคมี ที่ทำให้ผู้เรียนเกิดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ ในแนวคิด เรื่อง สารประกอบไฮโดรคาร์บอนนั้น ควรเน้นให้ผู้เรียนเป็นผู้คิดลงมือปฏิบัติและศึกษาค้นคว้าอย่างเป็นระบบด้วยกิจกรรมที่มีความหลากหลาย แนวคิดของนักเรียนจะเกิดขึ้นได้นั้น นักเรียนจะต้องมีส่วนร่วมโดยตรงจากการทำกิจกรรม จะทำให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ มีความสามารถในการสืบเสาะหาความรู้ รวมทั้งสามารถสื่อสารและทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีประสิทธิภาพ (สุวัฒก์ นิยมค้า, 2531: 477) และนักการศึกษาหลายท่านได้นำเสนอแนวทางหลากหลายแนวทางที่ทำให้ผู้เรียนมีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ แนวทางหนึ่งก็คือ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (inquiry-based learning) เป็นยุทธวิธีการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ที่ให้ผู้เรียนสามารถลงมือเสาะแสวงหาความรู้ เพื่อนำมาประมวลหาคำตอบหรือสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง และสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546ก) ได้นำแนวคิดทฤษฎีนี้ออกเผยแพร่ให้ครูผู้สอนทั่วไป พร้อมกับเสนอแนะแนวทางในการจัดการเรียนการสอนด้วยวิธีการสืบเสาะหาความรู้ โดยวิธีการสืบเสาะความรู้ที่ได้ยึดตามแนวทางของนักการศึกษาจากกลุ่ม BSCS (Biological Science Curriculum Study) ซึ่งได้นำเสนอขั้นตอนการเรียนรู้เป็น 5 ขั้นตอน ประกอบด้วย ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explaination) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) และขั้นประเมินผล (Evaluation) มาใช้ในการจัดการเรียนรู้ (สมบัติ กาญจนารักพงศ์, 2549) หรือการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ในห้องเรียนโดย National Science Education Standards ของประเทศสหรัฐอเมริกา (National Research Council : NRC, 2000) ซึ่งครูผู้สอนจะเป็นผู้ที่คอยกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดคำถาม เกิดความคิด แล้วลงมือเสาะแสวงหาความรู้ เพื่อนำมาประมวลหาคำตอบหรือข้อสรุปด้วยตนเอง และครูผู้สอนจะทำหน้าที่ช่วยอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ในด้านต่างๆ ให้แก่ผู้เรียน (ทิศนา แขมมณี, 2552)

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้พบว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ สามารถพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนในกลุ่มแนวคิดถูกต้องและแนวคิดถูกต้องบางส่วนเพิ่มมากขึ้น แต่ผู้เรียนในกลุ่มแนวคิดคลาดเคลื่อนหรือไม่มีแนวคิดลดลง (จันทร์จิรา ภมรศิลปธรรม, 2551; ไตรรัตน์ รัตนเดช, 2551) และการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ช่วยให้ผู้เรียนปรับเปลี่ยนแนวคิดคลาดเคลื่อนเป็นแนวคิดที่ถูกต้องได้ (Guzzetti et al. 1993 อ้างใน สุรจิตา เศรษฐภักดี, 2547)

นอกจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แล้วยังพบว่าการใช้แผนผังแนวคิด (concept map) เป็นวิธีการหนึ่งที่สามารถทำให้ผู้เรียนสามารถที่จะพัฒนาแนวคิดได้ เนื่องจาก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แผนผังแนวคิดเป็นเทคนิคหรือวิธีการที่แสดงให้เห็นว่าผู้เรียนสามารถแสดงถึงโครงสร้างความรู้ ในการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิดหลายๆแนวคิด และจากงานวิจัยพบว่า การใช้แผนผังแนวคิดทำให้ผู้เรียนมีการเปลี่ยนแปลงแนวคิดเป็นแนวคิดที่ถูกต้องได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ คชานน สุวรรณพันธ์ (2543) และงานวิจัยของพวงลดา วรสาร (2548) ที่จัดกิจกรรมการสอนโดยใช้แผนผังแนวคิดทำให้คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น จากข้อดีของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ และการใช้แผนผังแนวคิดที่กล่าวมา ดังนั้น ผู้วิจัยจึงเลือกใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวคิด เพื่อพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ และแนวคิดที่คลาดเคลื่อนในรายวิชาเคมี เพื่อนำไปสู่แนวทางและวิธีการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน

ถึงแม้ว่าจะมีงานวิจัยที่ใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวคิดจำนวนหนึ่งที่ได้ใช้วิธีการนี้ ตัวอย่างเช่น งานวิจัยของลำดวน โสตา (2545); ฮัซลินดา อัลมะอาริฟีย์ (2550); ศรีบุญตาม โจมศรี (2553) แต่งานวิจัยส่วนใหญ่เป็นการพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนและวัดผลสัมฤทธิ์ในการเรียน ยังไม่ปรากฏว่ามีการใช้พัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ ในรายวิชาเคมี หน่วยการเรียนรู้เคมีอินทรีย์ เรื่องสารประกอบไฮโดรคาร์บอน ซึ่งเป็นแนวความคิดหนึ่งที่สำคัญและเป็นพื้นฐานในการศึกษาในระดับที่สูงต่อไป ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวคิดว่าจะพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารประกอบไฮโดรคาร์บอน ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ได้หรือไม่อย่างไร และควรมีแนวทางการจัดการเรียนรู้อย่างไร

คำถามการวิจัย

1. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวคิด ควรมีแนวทางการจัดการเรียนรู้อย่างไร เพื่อช่วยให้นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่องสารประกอบไฮโดรคาร์บอน

2. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวคิด จะพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ในเรื่อง สารประกอบไฮโดรคาร์บอน ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ได้หรือไม่ อย่างไร

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวคิด ที่ช่วยให้นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารประกอบไฮโดรคาร์บอน

2. เพื่อพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารประกอบไฮโดรคาร์บอนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวคิด

ขอบเขตของการวิจัย

1. สถานที่ดำเนินการวิจัย ได้แก่ โรงเรียนราชพฤกษ์วิทยา (นามสมมติ) เป็นโรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดกลางแห่งหนึ่ง มีจำนวนนักเรียนทั้งหมดประมาณ 1,154 คน ในจังหวัดสมุทรปราการ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 6

2. กลุ่มที่ศึกษาในงานวิจัยนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 37 คน เป็นนักเรียนชาย 11 คน นักเรียนหญิง 26 คน ที่เรียนในรายวิชาเคมี 5 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555

3. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย คือ เนื้อหาในรายวิชาเคมี 5 ในหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เคมีอินทรีย์ เรื่อง สารประกอบไฮโดรคาร์บอน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งครอบคลุม 6 แนวคิดหลัก ดังนี้

3.1 การสร้างพันธะของคาร์บอน

3.2 ลักษณะของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน

3.3 สารประกอบแอลเคน

3.4 สารประกอบแอลคีน

3.5 สารประกอบแอลไคน์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3.6 สารประกอบอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน

4. เวลาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 18 คาบ คาบละ 50 นาที ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2555 – มกราคม 2556 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555

นิยามศัพท์เฉพาะ

แนวคิดเรื่องสารประกอบไฮโดรคาร์บอน หมายถึง คำอธิบายที่นักเรียนสร้างขึ้นเพื่อใช้แสดงถึงความคิดความเข้าใจเกี่ยวกับการสร้างพันธะของคาร์บอน ลักษณะของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน สารประกอบแอลเคน สารประกอบแอลคีน สารประกอบแอลไคน์ และสารประกอบอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่ครูผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดคำถาม เกิดข้อสงสัย เกิดความคิด แล้วนำไปสู่ความสนใจที่จะลงมือแสวงหาความรู้ โดยใช้วิธีการต่างๆในการหาคำตอบที่จะต้องมีหลักฐาน และเหตุผลรองรับ เพื่อนำมาประมวลและสร้างองค์ความรู้หรือข้อสรุปด้วยตนเอง โดยครูผู้สอนช่วยอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ด้านต่างๆ ให้แก่ผู้เรียน เช่น ในด้านการสืบค้นหาแหล่งความรู้ การศึกษาข้อมูล การวิเคราะห์ การสรุป การอภิปราย และการทำงานร่วมกับผู้อื่น เป็นต้น

แผนผังแนวคิด หมายถึง แผนผังที่สร้างขึ้นเพื่อแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิด ตั้งแต่ 2 แนวคิดขึ้นไปในเรื่องสารประกอบไฮโดรคาร์บอน โดยเขียนแนวคิดหลักแล้วลดระดับลงมาเป็นแนวคิดรองจนถึงแนวคิดเฉพาะหรือตัวอย่าง ซึ่งจะแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิดใหญ่และแนวคิดย่อยๆ เป็นลำดับขั้น โดยมีคำหรือข้อความเชื่อม

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวคิด หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ตามลักษณะสำคัญ 5 ประการของ National Research Council: NRC (2000) ซึ่งได้กำหนดไว้ ดังนี้ 1) ผู้เรียนถูกกระตุ้นความสนใจด้วยคำถามทางวิทยาศาสตร์ 2) ผู้เรียนค้นหาข้อมูลหลักฐานต่างๆ เพื่อพัฒนาและประเมินคำอธิบายในการตอบคำถามทางวิทยาศาสตร์ 3) ผู้เรียนสร้างคำอธิบายจากหลักฐานที่มีอยู่เพื่อตอบคำถามทางวิทยาศาสตร์ 4) ผู้เรียนประเมินคำอธิบายต่างๆ ที่สร้างขึ้นจากคำอธิบายที่หลากหลายเชื่อมโยงไปสู่ความเข้าใจ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ทางวิทยาศาสตร์ได้ 5) ผู้เรียนสื่อสารและให้เหตุผลของคำอธิบาย ในการจัดการเรียนรู้จะมีการใช้แผนผังแนวคิดร่วมด้วยในขั้นตอนที่ผู้เรียนสื่อสารและให้เหตุผลของคำอธิบาย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

การวิจัยนี้เป็นการศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวคิด เรื่อง สารประกอบไฮโดรคาร์บอน ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 และพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารประกอบไฮโดรคาร์บอน ซึ่งผู้วิจัยต้องอาศัยข้อมูลพื้นฐานเพื่อเป็นกรอบแนวคิดในการดำเนินการวิจัย จึงได้ศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1. แนวคิด
    1.1 ความหมายของแนวคิด
    1.2 การวัดแนวคิด
    1.3 การจัดกลุ่มแนวคิด
2. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
    2.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
    2.2 ลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
    2.3 ระดับของการสืบเสาะหาความรู้
    2.4 ขั้นตอนของการสืบเสาะหาความรู้
3. แผนผังแนวคิด
    3.1 ความหมายของแผนผังแนวคิด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3.2 การสร้างแผนผังแนวคิด

3.3 ประเภทของแผนผังแนวคิด

4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

4.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดคลาดเคลื่อน เรื่อง สารประกอบไฮโดรคาร์บอน

4.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

4.3 งานวิจัยที่เกี่ยวกับการใช้แผนผังแนวคิด

4.4 งานวิจัยที่เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวคิด

แนวคิด

1. ความหมายของแนวคิด

คำว่า แนวคิด เป็นคำที่มาจากภาษาอังกฤษว่า Concept ในภาษาไทยมีผู้ใช้แทนหลายคำ เช่น ความคิดรวบยอด สังกัป มโนภาพ มโนทัศน์ มโนมติ ความคิดหลัก ซึ่งมีความหมายเดียวกัน ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยใช้คำว่า แนวคิด ซึ่งได้มีผู้ให้ความหมายแนวคิด ไว้ดังนี้

คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ (2525 อ้างใน ภพ เลาหไพบูลย์, 2540: 3) ได้ให้ความหมายของคำว่า แนวคิด หมายถึง ความคิดความเข้าใจที่สรุปเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือเรื่องใดเรื่องหนึ่งอันเกิดจากการสังเกต หรือการได้รับประสบการณ์เกี่ยวกับเรื่องนั้นหลายๆ แบบ แล้วใช้คุณลักษณะของสิ่งนั้นหรือเรื่องนั้นนำมาประมวลเข้าด้วยกันให้เป็นข้อสรุปหรือคำจำกัดความของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง

ภพ เลาหไพบูลย์ (2540: 3) ได้ให้ความหมายแนวคิดว่า เป็นความรู้ความเข้าใจของแต่ละบุคคลเกี่ยวกับวัตถุหรือปรากฏการณ์ต่างๆ โดยนำการรับรู้มาสัมพันธ์กับประสบการณ์เดิม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สุวิมล เขี้ยวแก้ว (2540: 53) ให้ความหมายแนวคิดว่า หมายถึงการสังเคราะห์หรือบอกความสัมพันธ์ในเชิงตรรกศาสตร์จากข้อมูลที่ตรงประเด็น เป็นผลผลิตจากการใช้จินตนาการตัดสินอย่างมีเหตุผลของผู้เรียน แนวคิดเป็นสิ่งที่ซับซ้อนกว่าการรวบรวมความรู้ที่เป็นระบบอยู่แล้วเพื่อความเข้าใจในเรื่องที่กำลังสนใจศึกษา

สุรางค์ โค้วตระกูล (2552) ได้ให้ความหมายของแนวคิดว่า เป็นคำที่เป็นนามธรรมใช้แทนสัตว์ วัตถุ สิ่งของที่ได้จัดไว้ในจำพวกเดียวกัน โดยถือลักษณะ (Attribute) ที่สำคัญหรือวิกฤติเป็นเกณฑ์ ตัวอย่างเช่น คำว่า “นก” เป็นคำที่ใช้แทนสัตว์จำพวกหนึ่งที่มีคุณลักษณะวิกฤต (Critical Attributes) 3 อย่าง คือ สัตว์นั้นต้องมีปีก มีขนและบินได้

จากความหมายของแนวคิด ดังกล่าวข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า แนวคิด หมายถึง ความคิดความเข้าใจของแต่ละบุคคลเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือเรื่องใดเรื่องหนึ่ง ที่ได้ใช้คุณลักษณะร่วมของสิ่งเหล่านั้นมาประมวลเข้าด้วยกันหรือเชื่อมต่อกับความรู้เดิมแล้วนำมาสรุป หรือให้คำจำกัดความของสิ่งเหล่านั้น

ส่วนแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ จัดเป็นประเภทหนึ่งของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งแนวคิดทางวิทยาศาสตร์นี้เป็นแนวคิดที่เกี่ยวกับข้อเท็จจริงต่างๆ ของสสาร พลังงานและปรากฏการณ์ต่างๆ ทางธรรมชาติ (พันธ์ ทองชุมนุม, 2547: 202) และผลของความคิดรวบยอดเกี่ยวกับเรื่องราวหรือปรากฏการณ์ต่างๆ เช่น แนวคิดเกี่ยวกับสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมว่าเป็นสัตว์ที่มีกระดูกสันหลังเป็นสัตว์เลือดอุ่น มีหัวใจสี่ห้อง มีฟันฝังในขากรรไกร แนวคิดทางวิทยาศาสตร์มีทั้งระดับที่เป็นรูปธรรมและนามธรรม มีความเชื่อมโยงต่อเนื่องกัน แนวคิดหนึ่ง ๆ อาจเกิดมาจากการนำเอาแนวคิดหลาย ๆ แนวคิดมาสัมพันธ์กันอย่างมีเหตุผล แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่จะมีลักษณะเป็นสากล แนวคิดทางวิทยาศาสตร์จะช่วยให้ผู้เรียนมีความเข้าใจบทเรียนและมีความรู้ระดับสูงชัดเจนดีขึ้น (ภพ เลาหไพบูลย์, 2540: 3)

2. การวัดแนวคิด

ในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ แนวคิดถือว่าเป็นสิ่งหนึ่งที่มีความสำคัญมากต่อการเรียนรู้ของผู้เรียนเพราะในการสร้างองค์ความรู้ ผู้เรียนจะต้องมีแนวคิดที่ถูกต้องเสียก่อน ดังนั้นการวัดแนวคิดของผู้เรียนจึงเป็นสิ่งที่มีความสำคัญอย่างยิ่งซึ่งการวัดแนวคิดของผู้เรียนมีหลากหลายวิธีการและหลากหลายเครื่องมือที่สามารถนำมาใช้มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การใช้แบบวัดแนวคิด (concept test) เป็นวิธีการหนึ่งที่สามารถนำมาใช้วัดแนวคิดของผู้เรียนว่ามีแนวคิดอย่างไรในเรื่องที่จัดการเรียนรู้ (ชาตรี ฝ่ายคำตา, 2552ข อ้างใน ขวัญฤทัย เที่ยงจันทราทิพย์, 2553: 13) แบบวัดแนวคิดสามารถสร้างได้หลากหลายรูปแบบให้เขียนตอบสั้น แบบคำถามปลายเปิดให้เขียนอธิบายคำตอบ (open - end question) แบบปรนัยหรือเลือกตอบ (multiple choice) และแบบวินิจฉัย (two tier diagnostic concept test) ซึ่งอาจจะมีทั้งแบบเลือกตอบและเขียนอธิบายเหตุผลประกอบหรือแบบเลือกตอบและเลือกเหตุผลประกอบ ซึ่งในการสร้างคำตอบที่เป็นตัวลวงของแบบวัดแนวคิดแบบปรนัยหรือแบบวัดแบบวินิจฉัย อาจสร้างจากแนวคิดคลาดเคลื่อนของผู้เรียนที่ทำการสำรวจด้วยแบบวัดแนวคิดแบบคำถามปลายเปิด หรือมาจากการศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การให้ผู้เรียนเขียนแผนผังแนวคิด (concept mapping) เป็นวิธีการที่สามารถวัดแนวคิดของผู้เรียนได้ เพราะการเขียนแผนผังแนวคิดแสดงถึงความรู้ความเข้าใจของผู้เรียนเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างๆ แนวคิดหรือมโนทัศน์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555: 49) และเมื่อแสดงแนวคิดออกมาในรูปของแผนผังแนวคิด ซึ่งจะสะท้อนถึงการเชื่อมโยงแนวคิด ทำให้ครูทราบว่าผู้เรียนมีแนวคิดในเรื่องนั้นอย่างไร ซึ่งการให้คะแนนอาจจะใช้เกณฑ์ดูจากการสร้างความสัมพันธ์ของแนวคิด หรือเชื่อมโยงแนวคิดในกลุ่มเดียวกันและสามารถเชื่อมโยงแนวคิดที่อยู่ในกลุ่มต่างกันได้ด้วย

การสัมภาษณ์ (interview technique) เป็นวิธีการที่สามารถใช้วัดแนวคิดของผู้เรียนได้ เป็นวิธีการที่ให้ผู้เรียนแสดงแนวคิดออกมา โดยทั่วไปจะจำแนกการสัมภาษณ์เป็น 2 รูปแบบ คือ 1) การสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง เป็นรูปแบบที่มีการกำหนดประเด็นและคำถามที่จะใช้สัมภาษณ์ไว้ล่วงหน้า ผู้เรียนทุกคนจะตอบคำถามเดียวกัน และมีลำดับคำถามเหมือนกัน การสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้างช่วยให้ครูสามารถถามในประเด็นที่ต้องการไม่นอกเรื่อง ไม่เกินขอบเขตที่กำหนดไว้ 2) การสัมภาษณ์แบบไม่มีโครงสร้าง เป็นรูปแบบที่มีการกำหนดเพียงประเด็นหลักที่ใช้ในการสัมภาษณ์ ไม่มีการกำหนดคำถามในการสัมภาษณ์ที่แน่นอนตายตัว หรือมีการกำหนดคำถามไว้เพียงบางส่วน การสัมภาษณ์จะมีความยืดหยุ่น ครูจะมีอิสระในการถามและสามารถปรับเปลี่ยนคำถามให้เหมาะสมกับสถานการณ์และผู้เรียนแต่ละคนได้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555: 125)

การวิจัยครั้งนี้ทำการวัดแนวคิดของผู้เรียนโดยใช้แบบวัดแนวคิดแบบวินิจฉัย ซึ่งผู้วิจัยใช้แบบเลือกตอบและเขียนอธิบายเหตุผลประกอบ ทั้งนี้เพราะแบบวัดแนวคิดแบบวินิจฉัยสามารถวัด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ได้ว่า เมื่อผู้เรียนเลือกตัวเลือกที่คาดว่าเป็นคำตอบที่ถูกต้อง การอธิบายเหตุผลของคำตอบข้อนั้น จะช่วยให้ผู้วิจัยได้เข้าใจมากขึ้นว่าผู้เรียนมีแนวคิดถูกต้องหรือไม่ นอกจากนี้การตรวจสอบแนวคิดโดยแบบวัดแนวคิดแบบวินิจฉัย สามารถจัดกลุ่มแนวคิดของผู้เรียนได้มีความหลากได้มากกว่าแบบวัดแนวคิดแบบปรนัย

3. การจัดกลุ่มแนวคิด

จากการศึกษางานวิจัยจำนวนมากพบว่า มีวิธีการจัดกลุ่มแนวคิดทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันสรุปได้เป็น 3 รูปแบบ คือ การจัดเป็น 4 กลุ่มแนวคิด ได้แก่ แนวคิดถูกต้อง (Sound understanding) แนวคิดถูกต้องบางส่วน (Partial understanding) แนวคิดคลาดเคลื่อน (Limited understanding) แนวคิดไม่ถูกต้อง (Misunderstanding) (Marek *et al*, 1990; Brickhouse, 2000) ส่วนการจัดเป็น 5 กลุ่มแนวคิด ได้แก่ แนวคิดถูกต้อง (Sound understanding :SU) แนวคิดถูกต้องบางส่วน (Partial understanding :PU) แนวคิดถูกต้องบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน (Partial understanding with a specific misconception :PU/SM) แนวคิดคลาดเคลื่อน (Specific misconception :SM) ไม่มีแนวคิด (Not understanding :NU) (Abraham *et al.*, 1994) และการจัดเป็น 6 กลุ่มแนวคิด ได้แก่ แนวคิดถูกต้อง (Sound understanding :SU) แนวคิดถูกต้องบางส่วน (Partial understanding :PU) แนวคิดคลาดเคลื่อน (Partial understanding with specific misconception :PU/SM) แนวคิดไม่ถูกต้อง (Specific misconception :SM) ไม่มีแนวคิด (No understanding :NU) ไม่มีคำตอบ (No response :NR) โดยใช้เกณฑ์ของ Abraham *et al.* (1992, อ้างใน วราภรณ์ แย้มจินดา, 2547)

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกใช้เกณฑ์การจัดกลุ่มแนวคิดแบบ 5 กลุ่มแนวคิด เนื่องจากในการวิจัยทั้งในและต่างประเทศ ผู้วิจัยหลายท่านจัดกลุ่มแนวคิดของนักเรียนโดยเลือกใช้และยึดตามหลักของ Abraham *et al.* (1994) ตามการให้คำนิยามของชื่นจิต แสนสุด (2553) ดังนี้

1. แนวคิดถูกต้อง (Sound understanding: SU) หมายถึง คำตอบแสดงให้เห็นถึงความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ทั้งหมด

2. แนวคิดถูกต้องบางส่วน (Partial understanding: PU) หมายถึง คำตอบอย่างน้อยหนึ่งองค์ประกอบเป็นไปตามแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ ส่วนองค์ประกอบอื่นไม่กล่าวถึง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3. แนวคิดถูกต้องบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน (Partial understanding with a specific misconception: PU/SM) หมายถึง คำตอบบางองค์ประกอบมีแนวคิดถูกต้องตามแนวคิดทางวิทยาศาสตร์และบางองค์ประกอบมีแนวคิดไม่ถูกต้องตามแนวคิดทางวิทยาศาสตร์

4. แนวคิดคลาดเคลื่อน (Specific misconception: SM) หมายถึง คำตอบอธิบายเกี่ยวกับเรื่องที่ถามแต่ไม่ถูกต้องตามแนวคิดทางวิทยาศาสตร์

5. ไม่มีแนวคิด (Not understanding: NU) หมายถึง คำตอบอธิบายไม่เกี่ยวข้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ในเรื่องที่ถาม หรือตอบไม่ทราบ หรือไม่ตอบคำถาม

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

1. ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

สุวัฒน์ นิยมค้า (2531: 502) ให้ความหมายว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ หรือการจัดการเรียนรู้แบบค้นพบนั้น หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนค้นหาหรือสืบเสาะหาความรู้เกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่นักเรียนยังไม่เคยมีความรู้ในสิ่งนั้นมาก่อน โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่างๆ เป็นเครื่องมือ

สุวิมล เขี้ยวแก้ว (2540: 64) ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ว่า หมายถึง กิจกรรมที่ช่วยให้นักเรียนค้นคว้าหาความรู้อย่างมีหลักการและเหตุผล ขยายความคิดของตนเองได้อย่างกว้างขวาง สามารถวางแผนและกำหนดวิธีการค้นหาความรู้โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และกระบวนการทางความคิดได้ด้วยตนเอง โดยไม่ต้องตอบรับฟังการบรรยายจากครูผู้สอนเพียงฝ่ายเดียว

ภพ เลาหไพบูลย์ (2540: 119) ให้ความหมายว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นการสอนที่เน้นกระบวนการแสวงหาความรู้ที่จะช่วยให้นักเรียนได้ค้นพบความจริงต่างๆ ด้วยตนเอง ให้นักเรียนได้มีประสบการณ์ตรงในการเรียนรู้เนื้อหาวิชา ครูวิทยาศาสตร์จึงจำเป็นต้องมีการเตรียมสภาพแวดล้อมในการเรียนรู้ ศึกษาโครงสร้างของกระบวนการสอน การจัดลำดับเนื้อหา โดยครูทำหน้าที่คล้ายผู้ช่วย และนักเรียนทำหน้าที่คล้ายกับผู้จัดการวางแผนการเรียน นักเรียนเป็นผู้เริ่มต้นในการจัดการเรียนการสอนด้วยตนเอง มีความกระตือรือร้นที่จะศึกษาหาความรู้โดยวิธีการเช่นเดียวกับ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การทำงานของนักวิทยาศาสตร์ และเปลี่ยนแนวความคิดจากการที่เป็นผู้รับความรู้มาเป็นผู้แสวงหาความรู้และใช้ความรู้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546ก) ได้ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ว่า เป็นการหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์หรือวิธีการอื่นๆ เช่น การสำรวจ การวัด การจำแนกประเภท การทดลอง การสร้างแบบจำลอง การสืบค้นข้อมูล เป็นต้น โดยส่งเสริมให้ครูผู้สอนจัดกิจกรรมการเรียนการสอนด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ในสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ทั้ง 8 สาระ

ทิศนา แขมมณี (2552) ได้ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ว่า เป็นการดำเนินการเรียนการสอน โดยผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดคำถาม เกิดความคิด และลงมือเสาะแสวงหาความรู้ เพื่อนำมาประมวลหาคำตอบหรือข้อสรุปด้วยตนเอง โดยที่ผู้สอนช่วยอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ในด้านต่างๆ ให้แก่ผู้เรียน

Suchman (1966: 90) ได้ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ หมายถึง การสอนที่เป็นการฝึกกระบวนการสืบเสาะให้กับผู้เรียน เพื่อช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ สามารถตั้งสมมติฐานการทดลอง และตีความหมายข้อมูลได้ด้วยตนเอง โดยไม่ต้องรอคำอธิบายและจากตีความหมายจากครูผู้สอน ซึ่งจะก่อให้เกิดวิธีการแก้ปัญหาที่เป็นระบบของผู้เรียน

สรุปได้ว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ครูผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดคำถาม เกิดข้อสงสัย เกิดความคิด แล้วนำไปสู่ความสนใจที่จะลงมือแสวงหาความรู้โดยใช้วิธีการต่างๆในการหาคำตอบที่จะต้องมีหลักฐาน และเหตุผลรองรับ เพื่อนำมาประมวลและสร้างองค์ความรู้หรือข้อสรุปด้วยตนเอง โดยครูผู้สอนช่วยอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ด้านต่างๆ ให้แก่ผู้เรียน เช่น ในด้านการสืบค้นหาแหล่งความรู้ การศึกษาข้อมูล การวิเคราะห์ การสรุป การอภิปราย และการทำงานร่วมกับผู้อื่น เป็นต้น ส่วนผู้เรียน จะเป็นผู้ที่แสวงหาความรู้และใช้ความรู้

2. ลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ในห้องเรียน โดย National Science Education Standards ของประเทศสหรัฐอเมริกา (National Research Council: NRC, 2000)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ได้กำหนดลักษณะสำคัญไว้ 5 ประการ ซึ่งสอดคล้องกับการให้คำนิยามของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555ก: 17-19) ดังนี้

1. ผู้เรียนถูกกระตุ้นความสนใจด้วยคำถามทางวิทยาศาสตร์

ผู้เรียนจะถูกกระตุ้นความสนใจด้วยคำถามทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งคำถามทางวิทยาศาสตร์จะหมายถึงคำถามที่นำไปสู่การสำรวจตรวจสอบและรวบรวมข้อมูลหลักฐาน คำถามอาจเกี่ยวกับวัตถุ สิ่งมีชีวิต ปรากฏการณ์ในธรรมชาติ นักเรียนมักมีคำถามหรือข้อสงสัยเกี่ยวกับสิ่งต่างๆ อยู่แล้ว คำถามที่นักเรียนมักถามคำถาม “ทำไม” เกี่ยวกับสิ่งต่างๆ ซึ่งถ้าเราปลี่ยนคำถาม “ทำไม” เป็น “อย่างไร” ก็จะนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ได้ตัวอย่างคำถามที่สำรวจตรวจสอบได้

“ทำไมไส้เดือนจึงชอบอยู่ในที่มืด” เปลี่ยนเป็น “ไส้เดือนตอบสนองต่อแสงแดดอย่างไร”

“ทำไมคนเราจึงมีสีของตาแตกต่างกัน” เปลี่ยนเป็น “ยีนมีผลต่อสีของตาอย่างไร”

คำถามที่ดีควรเป็นคำถามที่นักเรียนสามารถหาข้อมูลหรือหลักฐานเพื่อตอบคำถามนั้นๆ ได้ คำถามที่นำมาซึ่งการสำรวจตรวจสอบอาจมาได้หลายทาง ได้แก่ มาจากนักเรียน ครู สื่อการสอน เว็บไซต์ หรือแหล่งข้อมูลอื่นๆ

2. ผู้เรียนค้นหาข้อมูลหลักฐานต่างๆ เพื่อพัฒนาและประเมินคำอธิบายในการตอบคำถามทางวิทยาศาสตร์

ผู้เรียนค้นหาข้อมูลหลักฐานต่างๆ เพื่อพัฒนาและประเมินคำอธิบาย เป็นสิ่งที่ทำให้การเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์แตกต่างจากการเรียนรู้แบบอื่น คือความรู้ทางวิทยาศาสตร์เกิดจากข้อมูลหรือหลักฐานเชิงประจักษ์ที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบหรือการทดลองมากกว่าความรู้ที่ได้จากทฤษฎีเพียงอย่างเดียว นักวิทยาศาสตร์ทุ่มเทให้กับการเก็บข้อมูลที่ถูกต้องจากการสังเกตหรือสำรวจตรวจสอบปรากฏการณ์ต่างๆ ซึ่งอาจมีการใช้เครื่องมือหรืออุปกรณ์ต่างๆ เช่น กล้องจุลทรรศน์ แว่นขยาย หรือคอมพิวเตอร์ เพื่อช่วยในการเก็บข้อมูล นอกจากนี้นักวิทยาศาสตร์อาจมีการควบคุมตัวแปรที่อาจมีผลต่อข้อมูลที่ต้องการเก็บรวบรวม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การสำรวจตรวจสอบของนักเรียนมักมาจากการสังเกต นักเรียนอาจได้ออกแบบและทำการทดลองง่ายๆ เพื่อตอบข้อสงสัยหรือเพื่อตรวจสอบความคิด เช่น ทำการทดลองแบบที่มีการควบคุมตัวแปร นักเรียนสามารถพัฒนาทักษะพื้นฐาน เช่น สังเกต วัด ผูก เกี่ยว ตัด ติด ต่อ นักเรียนสามารถใช้เครื่องมืออย่างง่ายในการวัดความกว้าง ยาว สูงของวัสดุ หรือใช้นาฬิกาเพื่อจับเวลา ใช้แว่นขยายเพื่อสังเกตสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิต ใช้ตาชั่งสปริงเพื่อชั่งน้ำหนัก และใช้กล้องจุลทรรศน์เพื่อสังเกตสิ่งมีชีวิตขนาดเล็ก นอกจากนี้ยังสามารถใช้เครื่องคิดเลขหรือคอมพิวเตอร์เพื่อช่วยในการเก็บข้อมูล

สำหรับการสืบเสาะหาความรู้ในห้องเรียน นักเรียนต้องนำข้อมูลเชิงประจักษ์มาประกอบการอธิบายหรือตอบคำถามที่ศึกษา ครูควรชี้ให้นักเรียนเข้าใจว่าการอธิบายสิ่งต่างที่เกิดขึ้นโดยใช้ความเชื่อส่วนตัว ความเข้าใจผิด การคาดเดา ความเชื่อทางศาสนาสามารถเกิดขึ้นได้และมีความสำคัญเชิงสังคมแต่คำอธิบายเหล่านี้ไม่ใช่คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

3. ผู้เรียนสร้างคำอธิบายจากหลักฐานที่มีอยู่ เพื่อตอบคำถามทางวิทยาศาสตร์

การสร้างอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ต้องอยู่บนพื้นฐานของเหตุผลซึ่งอธิบายถึงเหตุและผลรวมถึงความสัมพันธ์ต่างๆ ตามข้อมูลเชิงประจักษ์ที่รวบรวมได้จากการสำรวจตรวจสอบ ซึ่งการให้เหตุผลเชิงวิเคราะห์นั้นผู้เรียนต้องสามารถนำข้อมูลเหล่านั้นมาจำแนก วิเคราะห์ ลงความเห็นและทำนาย การอธิบายคือหนทางที่เรียนรู้สิ่งใหม่โดยการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่รู้อยู่แล้วกับสิ่งที่สังเกตได้ ดังนั้นการอธิบายจึงเป็นการทำความเข้าใจความรู้ใหม่ซึ่งต่อยอดจากความรู้เดิมของผู้เรียน นักเรียนควรได้เริ่มเรียนรู้ว่าข้อมูลหรือหลักฐานอะไรบ้างที่มีน้ำหนักเพียงพอในการสร้างคำอธิบาย นักเรียนควรตระหนักได้ว่าความรู้หรือคำอธิบายที่สามารถยอมรับได้ต้องมีข้อมูลหลักฐานมาสนับสนุน และนักเรียนควรตรวจสอบว่าคำอธิบายของตนขัดแย้งหรือสอดคล้องกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้อื่นสำรวจตรวจสอบมาหรือไม่ อย่างไร

4. ผู้เรียนประเมินคำอธิบายต่างๆ ที่สร้างขึ้นจากคำอธิบายที่หลากหลายเชื่อมโยงไปสู่ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ได้

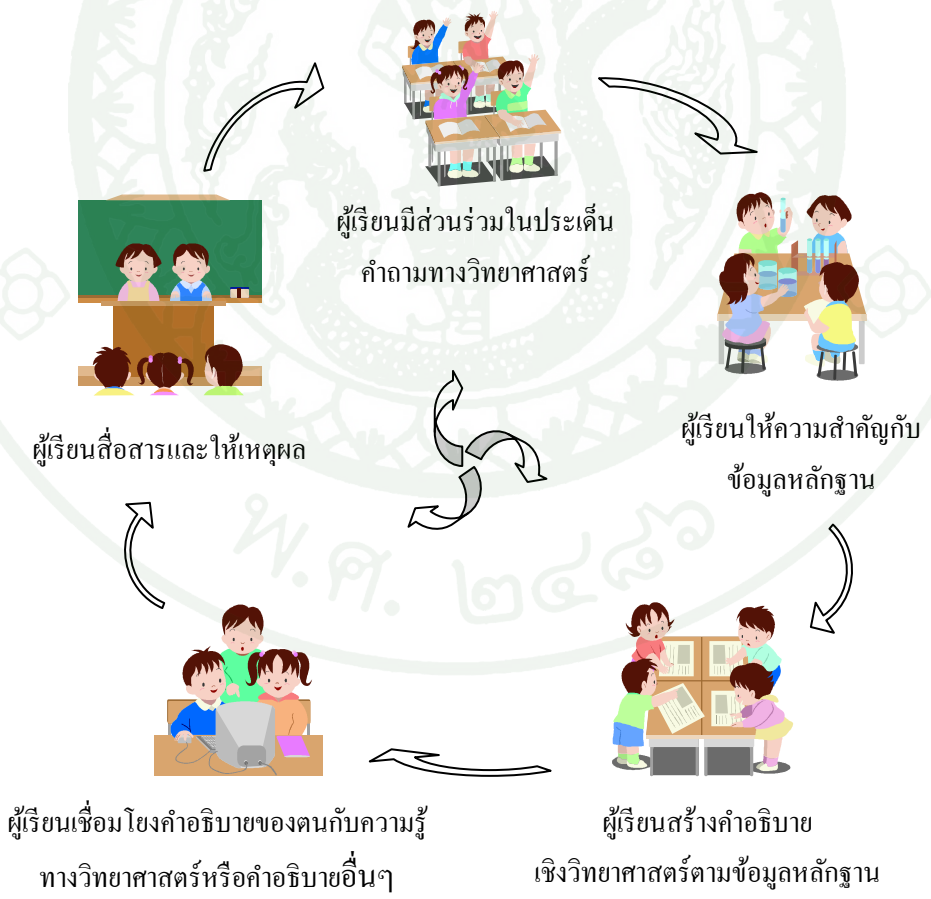
การประเมินคำอธิบายต่างๆ ที่สร้างขึ้นจากคำอธิบายที่หลากหลายเชื่อมโยงไปสู่ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์อีกสิ่งหนึ่งที่ทำให้การสืบเสาะค้นหาทางวิทยาศาสตร์แตกต่างจากการสืบเสาะค้นหาของศาสตร์อื่นๆ ก็คือผู้สำรวจตรวจสอบสามารถประเมิน ปรับปรุงหรือ ตัดคำอธิบายนั้นทิ้งเมื่อพบว่ายังไม่มีเหตุผลหรือข้อมูลเชิงประจักษ์ที่เพียงพอ ในขณะเดียวกันก็เปิดโอกาสให้มีประเมิน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

คำอธิบายซึ่งกันและกัน นอกจากนี้การประเมินคำอธิบายยังรวมถึงการพิจารณาคำอธิบายจากแหล่งอื่นๆ เช่นจากการสนทนา จากการเปรียบเทียบข้อมูลที่ได้จากครูหรือสื่อการสอนองค์ประกอบที่สำคัญคือนักเรียนต้องเชื่อมโยงผลการทดลองกับองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่เหมาะสมกับระดับของนักเรียน ดังนั้นคำอธิบายของนักเรียนต้องมีความถูกต้องและสอดคล้องกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการยอมรับแล้ว

5. ผู้เรียนสื่อสารและให้เหตุผลของคำอธิบาย

ผู้เรียนสื่อสารและให้เหตุผลของคำอธิบาย เป็นการสื่อสารด้วยการนำเสนอผลงานจึงต้องประกอบด้วยคำถาม วิธีการ ข้อมูลเชิงประจักษ์ คำอธิบายและตรวจสอบคำอธิบายอื่นๆ การให้นักเรียนได้นำเสนอผลการสำรวจตรวจสอบเป็นการเปิดโอกาสให้ได้มีการซักและตอบคำถามตรวจสอบข้อมูล ให้เหตุผล วิจารณ์และรับคำวิจารณ์และได้แนวคิดหรือมุมมองอื่นในการปรับปรุงการอธิบายหรือการสำรวจตรวจสอบ



ภาพที่ 1 แผนผังการสืบเสาะหาความรู้

ที่มา: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555ก: 19)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3. ระดับของการสืบเสาะหาความรู้

การเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ต้องมีทั้ง 5 ลักษณะของการสืบเสาะหาความรู้ แต่ระดับของการสืบเสาะหาความรู้สามารถปรับเปลี่ยนได้ตามความเหมาะสมของรูปแบบการสอน กิจกรรมและจุดประสงค์การเรียนรู้ เช่นในการตั้งคำถามนั้นอาจจะมาจากผู้เรียนเป็นผู้คิดคำถามเอง หรือเลือกคำถามที่ต้องการศึกษาจากแหล่งอื่นหรือจากที่ครูกำหนดให้ ตารางที่ 1 แสดงให้เห็นถึงลักษณะจำเป็น 5 ลักษณะของการสืบเสาะหาความรู้ในชั้นเรียนและระดับของการสืบเสาะหาความรู้

ตารางที่ 1 ลักษณะจำเป็นของการสืบเสาะหาความรู้ในชั้นเรียนและระดับของการสืบเสาะหาความรู้

ลักษณะจำเป็น	**ระดับการสืบเสาะหาความรู้**			
ผู้เรียนมีส่วนร่วมในประเด็นคำถามทางวิทยาศาสตร์	ผู้เรียนเป็นผู้ถามคำถาม	ผู้เรียนเลือกคำถามและสร้างคำถามใหม่จากรายการคำถาม	ผู้เรียนพิจารณาและปรับคำถามที่ครูถามหรือคำถามจากแหล่งอื่น	ผู้เรียนสนใจคำถามจากสื่อการสอนหรือแหล่งอื่นๆ
ผู้เรียนให้ความสำคัญกับข้อมูลหลักฐานที่สอดคล้องกับคำถาม	ผู้เรียนกำหนดข้อมูลที่จำเป็นในการตอบคำถามและรวบรวมข้อมูล	ผู้เรียนได้รับการชี้นำในการเก็บรวบรวมข้อมูลที่จำเป็น	ผู้เรียนได้รับข้อมูลเพื่อนำไปวิเคราะห์	ผู้เรียนได้รับข้อมูลและการบอกเล่าเกี่ยวกับการวิเคราะห์ข้อมูล
ผู้เรียนอธิบายสิ่งที่ศึกษาจากหลักฐานหรือข้อมูล	ผู้เรียนอธิบายสิ่งที่ศึกษาหลังจากรวบ รวมและสรุปข้อมูล/หลักฐาน	ผู้เรียนได้รับการชี้แนะในการสร้างคำอธิบายจากข้อมูลหลักฐาน	ผู้เรียนได้รับแนวทางที่เป็นไปได้เพื่อสร้างคำอธิบายจากข้อมูลหลักฐาน	ผู้เรียนได้รับหลักฐานหรือข้อมูล
ผู้เรียนเชื่อมโยงคำอธิบายกับองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์	ผู้เรียนตรวจสอบแหล่งข้อมูลอื่นและเชื่อมโยงกับคำอธิบายที่สร้างไว้	ผู้เรียนได้รับการชี้นำเกี่ยวกับแหล่งข้อมูลและขอบเขตความรู้ทางวิทยาศาสตร์	ผู้เรียนได้รับการแนะนำถึงความเชื่อมโยงที่เป็นไปได้	ผู้เรียนได้รับการเชื่อมโยงทั้งหมด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ลักษณะจำเป็น	ระดับการสืบเสาะหาความรู้			
ผู้เรียนสื่อสารและให้เหตุผลเกี่ยวกับการค้นพบของตน	ผู้เรียนสร้างข้อคิดเห็นที่มีเหตุผลและมีหลักการเพื่อสื่อสารคำอธิบาย	ผู้เรียนได้รับการฝึกฝนในการพัฒนาวิธีการสื่อสาร	ผู้เรียนได้รับแนวทางกว้างๆ สำหรับการสื่อสารที่ชัดเจนตรงประเด็น	ผู้เรียนได้รับคำแนะนำถึงขั้นตอนและวิธีการสื่อสาร
	มาก ← ปริมาณการจัดการเรียนรู้โดยผู้เรียน → น้อย			
	น้อย ← ปริมาณการชี้นำโดยครูหรือสื่อการสอน → มาก			

ที่มา: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555ก: 20)

4. ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

สำหรับประเทศไทยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546ก) ได้เสนอการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เพื่อให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ใหม่ โดยเชื่อมโยงสิ่งที่เรียนรู้เข้ากับประสบการณ์หรือความรู้เดิม เป็นความรู้หรือแนวคิดของผู้เรียนเอง ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนที่สำคัญ 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นสร้างความสนใจ (engagement) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจ ซึ่งอาจเกิดขึ้นเองจากความสงสัย หรืออาจเริ่มจากความสนใจของตัวนักเรียนเองหรือเกิดจากการอภิปรายภายในกลุ่ม เรื่องที่น่าสนใจอาจมาจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นอยู่ในช่วงเวลานั้น หรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เพิ่งเรียนรู้มาแล้ว เป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถาม กำหนดประเด็นที่จะศึกษา ในกรณีที่ยังไม่มีประเด็นใดน่าสนใจ ครูอาจให้ศึกษาจากสื่อต่าง ๆ หรือเป็นผู้กระตุ้นด้วยการเสนอประเด็นขึ้นมาก่อน แต่ไม่ควรบังคับให้นักเรียนยอมรับประเด็นหรือคำถามที่ครูกำลังสนใจเป็นเรื่องที่จะใช้ศึกษา เมื่อมีคำถามที่น่าสนใจ และนักเรียนส่วนใหญ่ยอมรับให้เป็นประเด็นที่ต้องการศึกษา จึงร่วมกันกำหนดขอบเขตและแจกแจงรายละเอียดของเรื่องที่จะศึกษาให้มีความชัดเจนยิ่งขึ้น อาจรวมทั้งการรวบรวมความรู้ประสบการณ์เดิมหรือความรู้จากแหล่งต่าง ๆ ที่จะช่วยให้นำไปสู่ความเข้าใจเรื่องหรือประเด็นที่จะศึกษามากขึ้น และมีแนวทางที่ใช้ในการสำรวจตรวจสอบอย่างหลากหลาย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. ขั้นสำรวจและค้นหา (exploration) เมื่อทำความเข้าใจในประเด็นหรือคำถามที่สนใจจะศึกษาอย่างถ่องแท้แล้ว ก็มีการวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ วิธีการตรวจสอบอาจทำได้หลายวิธี เช่น ทำการทดลอง ทำกิจกรรมภาคสนาม การใช้คอมพิวเตอร์เพื่อช่วยสร้างสถานการณ์จำลอง การศึกษาหาข้อมูลจากเอกสารอ้างอิงหรือจากแหล่ง ข้อมูลต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะใช้ในขั้นต่อไป

3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (explanation) เมื่อได้ข้อมูลอย่างเพียงพอจากการสำรวจตรวจสอบ แล้วจึงนำข้อมูลสนเทศ ที่ได้มาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอในรูปต่าง ๆ เช่น บรรยาย สร้างแบบจำลองหรือรูปวาด สร้างตาราง ฯลฯ การค้นพบในขั้นนี้อาจเป็นไปได้หลายทาง เช่น สนับสนุนสมมติฐานที่ตั้งไว้ โต้แย้งกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ หรือไม่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่ได้กำหนดไว้ แต่ผลที่ได้จะอยู่ในรูปใดก็สามารถสร้างความรู้และช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้

4. ขั้นขยายความรู้ (elaboration) เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิม หรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม หรือนำแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่นๆ ถ้าใช้อธิบายเรื่องต่าง ๆ ได้มากก็แสดงว่าข้อจำกัดน้อย ซึ่งก็จะช่วยให้เชื่อมโยงกับเรื่องต่างๆ และทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น

5. ขั้นประเมิน (evaluation) เป็นการประเมินการเรียนรู้ ทักษะกระบวนการต่างๆ ว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด จากขั้นนี้จะนำไปสู่การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่นๆการนำความรู้หรือแบบจำลองไปใช้อธิบายหรือประยุกต์ใช้กับเหตุการณ์หรือเรื่องอื่น ๆ จะนำไปสู่ข้อโต้แย้งหรือข้อจำกัดซึ่งจะก่อให้เป็นประเด็นหรือคำถาม หรือปัญหาที่จะต้องสำรวจตรวจสอบต่อไป ทำให้เกิดเป็นกระบวนการที่ต่อเนื่องกันไปเรื่อย ๆ จึงเรียกว่า inquiry cycle กระบวนการสืบเสาะหาความรู้จึงช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ทั้งเนื้อหาหลักและหลักการทฤษฎี ตลอดจนการลงมือปฏิบัติ เพื่อให้ได้ความรู้ซึ่งจะเป็นพื้นฐานในการเรียนรู้ต่อไป

จากการศึกษาลักษณะและขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ผู้วิจัยจึงเลือกใช้ลักษณะการสืบเสาะของ National Research Council : NRC ซึ่งได้กำหนดลักษณะของการสืบเสาะได้ชัดเจน สามารถนำไปใช้ในขั้นตอนใดขั้นตอนหนึ่งของกิจกรรมการเรียนรู้ได้ง่ายขึ้น ปรับใช้ให้เข้ากับเนื้อหาบางเรื่องได้ โดยไม่จำเป็นต้องทำเป็นขั้นตอน 5 ขั้น ตามที่สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้กำหนดไว้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แผนผังแนวคิด

1. ความหมายของแผนผังแนวคิด

Novak *et al.* (1994 อ้างใน วรรณดี จันทรวงศ์, 2547) กล่าวถึงแผนผังแนวคิดว่า เป็นวิธีการเรียนรู้ที่ได้พัฒนาขึ้นมาเป็นเครื่องมือในการเรียนการสอน และส่งเสริมการเรียนรู้อย่างมีความหมาย แผนผังแนวคิดจะประกอบด้วยแนวคิดตั้งแต่ 2 แนวคิด แสดงความสัมพันธ์โดยเชื่อมโยงกันด้วยเส้นและคำเชื่อมและแสดงให้ทราบถึงความสัมพันธ์ของแนวคิดเป็นลำดับขั้น โดยแนวคิดที่มีความหมายกว้างและครอบคลุม (General concept) จะจัดไว้ด้านบนสุดของแผนผังแนวคิดที่แคบหรือแนวคิดที่เจาะจง (Specific concept) จะอยู่ด้านล่างตามลำดับ

สมาน ลอยฟ้า (2542) กล่าวถึงแผนผังแนวคิดว่าเป็นกระบวนการที่ช่วยให้บุคคลหรือกลุ่มบุคคลจัดแสดงแนวความคิดต่างๆ ในเรื่องใดเรื่องหนึ่งให้อยู่ในรูปของภาพ หรือแผนที่ โดยมีลักษณะสำคัญ คือ เน้นการมีส่วนร่วม (Participant-Oriented) เน้นจากส่วนย่อยไปสู่ภาพโดยรวม (Inductive) เป็นกระบวนการที่มีโครงสร้าง (Structured) เป็นกระบวนการที่ง่ายและเกิดขึ้นได้เอง (Simple and Intuative) เป็นการนำเสนอด้วยภาพ (Visual)

รัจนา ภิญโญทรัพย์ (2544, อ้างใน พวงลดา วรสาร, 2548) กล่าวว่า แผนผังแนวคิดเป็นการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิดตั้งแต่ 2 แนวคิดด้วยคำเชื่อม เพื่อให้เกิดแนวคิดที่มีความหมายขึ้น โดยที่แนวคิดที่มีความหมายกว้างครอบคลุมจะอยู่บน และแนวคิดรองจะลดลงมาตามลำดับ จนเป็นแนวคิดที่เฉพาะเจาะจง หรือเป็นตัวอย่างแนวคิด

สามารถสรุปได้ว่า แผนผังแนวคิด หมายถึง แผนผังที่สร้างขึ้นเพื่อแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิด ตั้งแต่ 2 แนวคิดขึ้นไป โดยเขียนแนวคิดหลักแล้วลดระดับลงมาเป็นแนวคิดรองจนถึงแนวคิดเฉพาะหรือตัวอย่าง โดยมีคำหรือข้อความเชื่อมระหว่างแนวคิด ซึ่งจะแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิดใหญ่และแนวคิดย่อยๆ เป็นลำดับขั้น เพื่อทำให้สามารถอ่านความสัมพันธ์จากแผนภาพได้เป็นประโยคหรือข้อความที่มีความหมาย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. การสร้างแผนผังแนวคิด

การสร้างแผนผังแนวคิดเป็นกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ให้โอกาสผู้เรียนได้ใช้กระบวนการคิด การสร้างความรู้ การสรุปและการนำเสนอแนวคิดหลักได้ด้วยตนเอง โครงสร้างของแผนผังแนวคิดเป็นการรวบรวมความรู้ต่างๆ มาจัดการอย่างมีระบบ โดยนำความรู้มากำหนดเป็นแนวคิดย่อยๆ และนำแนวคิดเหล่านั้นมาเชื่อมโยงเข้าด้วยกันอย่างมีความหมาย และเมื่อต้องการสร้างแผนผังแนวคิดเรื่องใดเรื่องหนึ่ง ก็ให้ใช้ประเด็นสำคัญที่สุดของเรื่องนั้นมาใช้เป็นแนวคิดหลัก แล้วจึงขยายความที่เป็นรายละเอียดประกอบด้วยแนวคิดย่อย (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546ข: 40) ในการสร้างแผนผังแนวคิดมีขั้นตอนที่สำคัญ ดังนี้

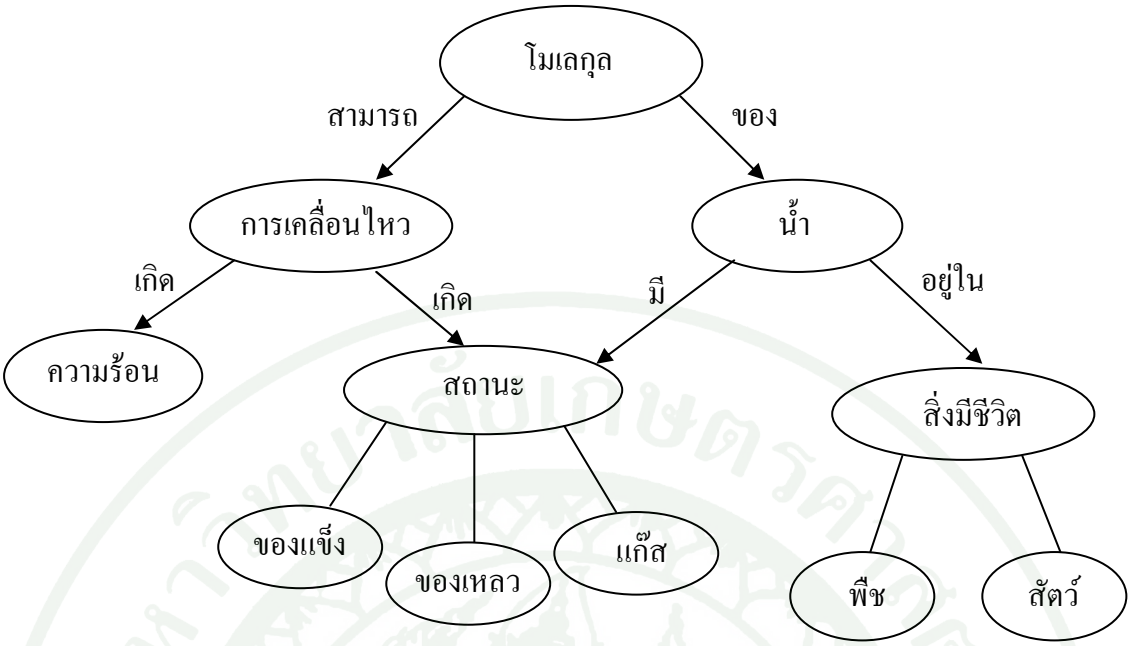
1. กำหนดปัญหาหรือหัวข้อเรื่องที่ต้องการเรียนรู้ เพื่อสร้างเป็นแนวคิดหลัก แล้วจึงรวบรวมแนวคิดของเรื่องนั้นและทำความเข้าใจกับแนวคิดเพื่อนำมาเรียบเรียง และจัดให้เชื่อมโยงกันอย่างเป็นระบบ

2. จัดลำดับแนวคิดต่างๆ ให้สัมพันธ์กันอย่างเป็นขั้นตอน โดยเริ่มจากแนวคิดหลักไปสู่แนวคิดรอง และแนวคิดย่อยหรือแนวคิดเฉพาะให้ลดหลั่นกันอย่างมีความหมาย พร้อมทั้งแสดงตัวอย่างประกอบในแต่ละแนวคิดด้วย

3. แสดงความเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิดด้วยเส้นหรือสัญลักษณ์ที่เหมาะสม พร้อมทั้งอาจมีคำที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิดกำกับไว้ด้วย การเชื่อมโยงแนวคิดอาจเป็นไปตามลำดับหรือมีการเชื่อมโยงข้ามสายกันก็ได้

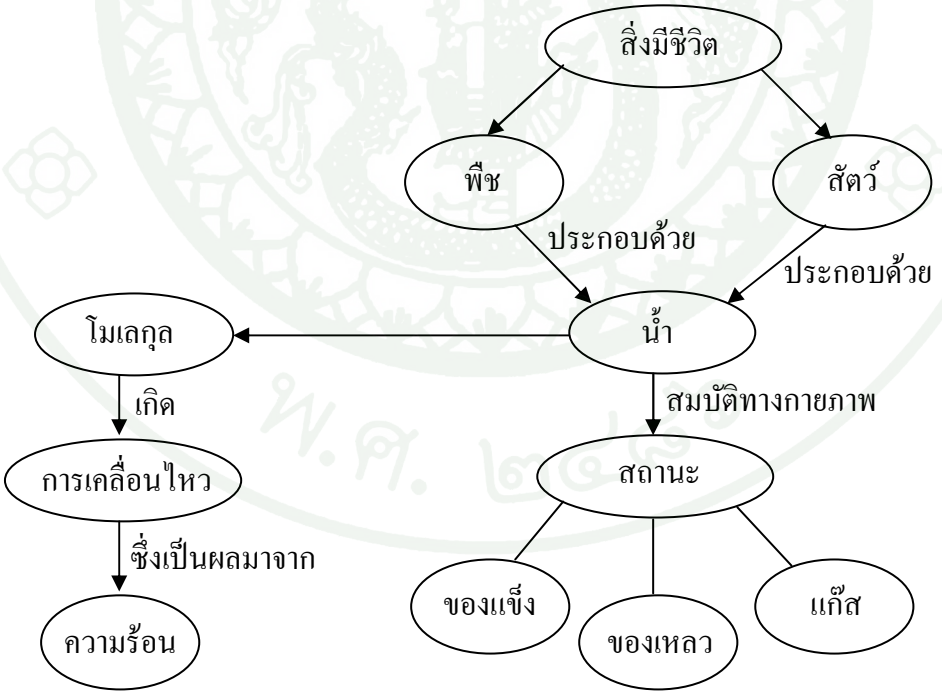
การสร้างแผนผังแนวคิด ทำได้หลายแนวทางขึ้นอยู่กับความรู้ความคิด และความสามารถเรียบเรียงแนวคิดต่างๆ ให้เชื่อมโยงกัน ดังตัวอย่างต่อไปนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 2 แผนผังแนวคิดแนวทางที่ 1

ที่มา: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555: 50)



ภาพที่ 3 แผนผังแนวคิดแนวทางที่ 2

ที่มา: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555: 50)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3. ประเภทของแผนผังแนวคิด

Tan (วรรณดี จันทรวงศ์, 2547 อ้างใน มนัส บุญประกอบ, 2533) ได้จำแนกประเภทของแผนผังแนวคิดออกเป็น 4 ชนิดดังต่อไปนี้

1. ชนิดกระจายออก (Point grouping) หรือแบบชี้แสดง โดยเริ่มจากคำ ที่เป็นแนวคิดหลัก แล้วเชื่อมโยงกระจายออกไปทุกทิศทางเพื่อเชื่อมต่อกับแนวคิดย่อยอื่น ๆ

2. ชนิดปลายเปิด (Opened grouping) เป็นแผนผังแนวคิดที่แสดงการเชื่อมโยงกลุ่มแนวคิดต่าง ๆ ซึ่งลดหลั่นกันลงไปตามลำดับความสำคัญของแนวคิดที่ผู้เขียนกำหนดไว้

3. ชนิดเชื่อมโยง (Linked Grouping) เป็นแผนผังแนวคิดที่มีลักษณะคล้ายกับชนิดที่สอง แต่มีการเชื่อมโยงข้ามชุดระหว่างแนวคิดได้

4. ชนิดปลายปิดหรือปิดล้อมเป็นวง (Closed grouping) เป็นแผนผังแนวคิดที่ค่อนข้างจะมีลักษณะจำกัดอยู่ในตัวเอง

จากลักษณะของแผนผังแนวคิดประเภทต่าง ๆ ที่กล่าวมานี้ ผู้วิจัยอาจเลือกประเภทใดประเภทหนึ่ง หรืออาจเขียนโดยการผสมผสาน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับเหตุผลและการวางแผนของผู้วิจัย หรือขึ้นกับแนวคิดที่ผู้วิจัยมีอยู่แล้ว

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดคลาดเคลื่อน เรื่อง สารประกอบไฮโดรคาร์บอน

ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิด เรื่อง สารประกอบไฮโดรคาร์บอน ซึ่งหมายถึงสารที่ประกอบ ด้วยธาตุไฮโดรเจนและธาตุคาร์บอน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2549) ได้แก่ แอลเคนสร้างพันธะเดี่ยวระหว่างคาร์บอนอะตอม แอลคีนสร้างพันธะคู่ระหว่างคาร์บอนอะตอม แอลไคน์สร้างพันธะสามระหว่างคาร์บอนอะตอม และอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอนเป็นชนิดวงและมีพันธะคู่สลับกับพันธะเดี่ยว สารประกอบไฮโดรคาร์บอนชนิดแอลเคนจะเกิดปฏิกิริยาการแทนที่ด้วยแฮโลเจนโดยใช้แสง ส่วนสารประกอบไฮโดรคาร์บอนชนิดแอลคีนและแอลไคน์จะ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เกิดปฏิกิริยาการรวมตัวด้วยธาตุแฮโลเจนโดยไม่ใช้แสงสว่าง ทั้งสารประกอบแอลเคน แอลคีน และแอลไคน์จะเกิดปฏิกิริยาการเผาไหม้ได้ผลิตภัณฑ์คาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวกับเรื่อง สารประกอบไฮโดรคาร์บอน พบว่า กนกวรรณ สะกีพันธ์ (2551) ได้ศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) เรื่องสารประกอบไฮโดรคาร์บอน สามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง สารประกอบไฮโดรคาร์บอนให้สูงขึ้นและงานวิจัยของวิทยา คณาวงษ์ (2554) ได้ศึกษาผลของการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านอินเทอร์เน็ตวิชาเคมีอินทรีย์เรื่อง สารประกอบไฮโดรคาร์บอนของศึกษาชั้นปีที่ 1 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก จังหวัดจันทบุรี มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านอินเทอร์เน็ตสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสาคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่ในงานวิจัยที่เกี่ยวกับแนวคิดที่คลาดเคลื่อน เรื่อง สารประกอบไฮโดรคาร์บอนมีการศึกษาไม่มากนัก และยังไม่ปรากฏงานวิจัยที่ศึกษาการพัฒนาแนวคิด เรื่อง สารประกอบไฮโดรคาร์บอนของนักเรียนในประเทศไทย ตัวอย่างเช่น งานวิจัยของวรรณดี จันทรวงศ์ (2547) ที่พบว่าผู้เรียนมีปัญหาเกี่ยวกับแนวคิดในเรื่องสารประกอบไฮโดรคาร์บอน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในส่วนของการอ่านชื่อสาร การสังเคราะห์สาร และปฏิกิริยาเคมีของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน โดยผู้เรียนส่วนใหญ่จะไม่สามารถนำความรู้ไปเชื่อมโยงกับสารประกอบไฮโดรคาร์บอนตัวอื่นนอกเหนือจากที่ครูสอน การตอบคำถามของผู้เรียนมักจะมาจากการจำ ประกอบกับเนื้อหาวิชาเคมีอินทรีย์มีลักษณะเป็นนามธรรมเข้าใจยาก และในการทดลองบางเรื่องยังสังเกตผลการทดลองได้ยาก จึงได้ศึกษาการใช้รูปแบบวงจรการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรักติวิซึมที่มีต่อแนวคิดเรื่องสารประกอบไฮโดรคาร์บอนของนักศึกษาพยาบาลชั้นปีที่ 1 ผลการวิจัยพบว่าผู้เรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบวงจรการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรักติวิซึม มีแนวคิดเรื่องสารประกอบไฮโดรคาร์บอน ก่อนและหลังเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

ผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ โดยส่วนมากจะศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และมีเพียงงานวิจัยบางส่วนที่ใช้พัฒนาแนวคิด ดังนี้

ไตรรัตน์ รัตนเดช (2551) ได้ศึกษาการพัฒนาแนวคิดของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 เกี่ยวกับการหายใจระดับเซลล์โดยการจัดการเรียนการสอนด้วยวิธีการสืบเสาะหาความรู้และวิเคราะห์เทคนิคการจัดการเรียนการสอนด้วยวิธีสืบเสาะหาความรู้ที่ช่วยพัฒนาแนวคิดเกี่ยวกับการหายใจ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ระดับเซลล์ของนักเรียน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนพัฒนาแนวคิดเกี่ยวกับการหายใจระดับเซลล์ โดยจำนวนนักเรียนมีแนวคิดเกี่ยวกับการให้ใจระดับเซลล์อยู่ในกลุ่มแนวคิดถูกต้องและถูกต้องบางส่วนมากขึ้น แต่มีจำนวนนักเรียนที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อนและไม่มีแนวคิดลดลง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของชื่นจิต แสนสุด (2553) ที่ศึกษาการพัฒนาแนวคิด ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อการเรียนการสอนพันธุกรรมของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ด้วยวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนพัฒนาแนวคิดพันธุกรรมจัดเป็นแนวคิดถูกต้องเพิ่มขึ้นหลังการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของประภัทสร บุญทวีกุลสวัสดิ์ (2553) ได้พัฒนาแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เรื่อง การรับรู้และตอบสนอง โดยใช้วิธีการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์แบบ5Es ผลการวิจัยพบว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการสืบเสาะหาความรู้สามารถพัฒนาให้นักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ และแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์แบบบางส่วนเพิ่มมากขึ้น

ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เพราะเป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ ได้มีกระบวนการคิด มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้กัน มีการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม ทำให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาแนวคิดที่คลาดเคลื่อนให้เป็นแนวคิดที่ถูกต้องได้

3. งานวิจัยที่เกี่ยวกับการใช้แผนผังแนวคิด

ผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้แผนผังแนวคิด ดังนี้

พวงลดา วรสาร (2548) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องสมดุลเคมี และความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนจากการสอนโดยใช้แผนผังแนวคิด สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัยพบว่านักเรียนร้อยละ 82.22 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม และนักเรียนมีความคงทนในการเรียนรู้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของจิราภรณ์ ทัพซ้าย (2547) ที่ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องการเคลื่อนที่ในแนวตรง โดยใช้แผนผังมโนมติ พบว่า การสอนโดยใช้แผนผังมโนมติเป็นรูปแบบการสอนที่ทำให้ผู้เรียนสามารถจำแนกเนื้อหา เกิดความเข้าใจในความสัมพันธ์ของเนื้อหาและเชื่อมโยงเนื้อหาได้เป็นลำดับขั้น เกิดการพัฒนาความคิดและเชื่อมโยงสิ่งที่เรียนกับประสบการณ์และเหตุการณ์ในชีวิตประจำวัน ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้อย่างมีความหมายทำให้เกิดความคงทนในการเรียน และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของคชานน สุวรรณพันธ์ (2543) ที่ศึกษาโครงสร้างความรู้และการเปลี่ยนมโนทัศน์ เรื่อง ระบบนิเวศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้เทคนิคแผนผัง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

มโนทัศน์ พบว่า ทำให้นักเรียนมีมโนทัศน์หรือแนวคิดก่อนเรียนและหลังเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้แล้วมีแนวคิดที่ไม่ถูกต้องลดลงในทุกแนวคิด นักเรียนมีการปรับเปลี่ยนแนวคิดจากที่ไม่ถูกต้องเป็นแนวคิดที่ถูกต้อง

4. งานวิจัยที่เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวคิด

ผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวคิด ดังนี้

งานวิจัยของศรีบุญตาม โจมศรี (2553) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน เรื่อง พันธะเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับแผนผังมโนมติ และศึกษามโนมติ (Concept) เรื่อง พันธะเคมี ของนักเรียนหลังจากใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับแผนผังมโนมติ กลุ่มเป้าหมายในการวิจัยครั้งนี้คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในโรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษแห่งหนึ่ง ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2552 ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไป คิดเป็นร้อยละ 80.95 นักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ คิดเป็นร้อยละ 19.05 และจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับแผนผังมโนมติ ทำให้เกิดมโนมติ เรื่อง พันธะเคมี สอดคล้องกับมโนมติทางวิทยาศาสตร์ ดังปรากฏหลักฐานคือ แผนผังมโนมติที่นักเรียนเขียนขึ้นในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ฮัซลินดา อัลมะอาริฟีย์ (2550) ซึ่งศึกษาผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิชาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนมติ ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนมติสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สรุปผลการศึกษารูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวคิดได้ว่า รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ มีข้อดีคือ เป็นวิธีการสอนที่ทำให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการเรียนการเรียนรู้ที่หลากหลาย โดยครูจะเป็นผู้กระตุ้นนักเรียนให้เกิดคำถาม เกิดความคิด ลงมือเสาะแสวงหาความรู้ รู้จักการใช้เหตุผลประกอบการพิจารณาหาคำตอบหรือข้อสรุปด้วยตนเอง โดยครูเป็นเพียงผู้อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ด้านต่างๆ และการใช้แผนผังแนวคิด ทำให้นักเรียนสามารถจำแนกเนื้อหา ตลอดจนเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของเนื้อหาเชื่อมโยงเนื้อหาได้เป็นระบบเป็นลำดับขั้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากที่ศึกษาพบว่างานวิจัยส่วนใหญ่ที่ใช้รูปแบบของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวคิด โดยส่วนมากจะศึกษาถึงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 หรือมีผลสัมฤทธิ์สูงขึ้นหรือไม่ (ศรีบุญตาม โจมศรี, 2553; ฮัซลินดา อัลมะอาริฟีย์; 2550) ผู้วิจัยจึงเลือกใช้รูปแบบของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวคิด เพราะต้องการทราบว่าเมื่อใช้รูปแบบดังกล่าวข้างต้นในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แล้วจะส่งผลอย่างไรบ้างต่อการพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารประกอบไฮโดรคาร์บอน และควรมีแนวทางในการจัดการเรียนรู้อย่างไร โดยหัวข้อในการวิวิจัยครั้งนี้คือ การพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารประกอบไฮโดรคาร์บอน ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวคิด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

บทที่ 3

วิธีการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารประกอบไฮโดรคาร์บอน ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวคิด และเพื่อศึกษาแนวทางและวิธีการในการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวที่ช่วยให้นักเรียนมีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารประกอบไฮโดรคาร์บอน ซึ่งผู้วิจัยขอนำเสนอตามหัวข้อดังต่อไปนี้

1. กลุ่มที่ศึกษา
2. รูปแบบการวิจัย
3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. การเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การวิเคราะห์ข้อมูล

กลุ่มที่ศึกษา

กลุ่มที่ศึกษาในงานวิจัยนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 37 คน เป็นนักเรียนชาย 11 คน นักเรียนหญิง 26 คน โดยเลือกจากห้องเรียนที่ผู้วิจัยเป็นผู้สอน ที่เรียนในรายวิชาเพิ่มเติมเคมี 5 เรื่อง สารประกอบไฮโดรคาร์บอน และเป็นห้องเรียนที่คละความสามารถ ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 ของโรงเรียนราชพฤกษ์วิทยา (นามสมมติ) เป็นโรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดกลางแห่งหนึ่ง มีจำนวนนักเรียนทั้งหมดประมาณ 1,154 คน ในจังหวัดสมุทรปราการ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 6

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

รูปแบบการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน (Classroom Action Research) เพื่อพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารประกอบไฮโดรคาร์บอน ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวคิด ของโรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดกลางแห่งหนึ่ง ในจังหวัดสมุทรปราการ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 6 ที่เรียนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555

ในการศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวคิด เรื่อง สารประกอบไฮโดรคาร์บอนในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามหลักการและขั้นตอนของการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน ตามแนวคิดของ Kemmis (1988 อ้างใน สุวิมล ว่องวานิช, 2553: 23) โดยมีขั้นตอนการดำเนินการวิจัย 4 ขั้นตอน คือ 1) การวางแผนหลังจากที่วิเคราะห์และกำหนดประเด็นปัญหาที่ต้องการแก้ไข (Plan) 2) การปฏิบัติตามแผนที่กำหนดไว้ (Act) 3) การสังเกตผลที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติงาน (Observe) และ 4) การสะท้อนผลหลังจากการปฏิบัติงานให้ผู้ที่มีส่วนร่วมได้วิพากษ์วิจารณ์ ซึ่งนำไปสู่การปรับปรุงแก้ไขการปฏิบัติงานต่อไป (Reflect) โดยแต่ละขั้นตอนจะดำเนินการต่อเนื่องกันไปเป็นวงจร ที่เรียกว่า วงจรการวิจัยปฏิบัติการ หรือที่เรียกย่อๆว่า วงจร PAOR โดย P ย่อมาจาก Plan A ย่อมาจาก Act O ย่อมาจาก Observe และ R ย่อมาจาก Reflect ซึ่งรายละเอียดของการปฏิบัติในแต่ละขั้นตอน มีดังนี้

ขั้นที่ 1 การวางแผน (Plan)

ผู้วิจัยศึกษาวิเคราะห์สภาพและปัญหาในการจัดการเรียนรู้ในรายวิชาเคมี จากเอกสารและงานวิจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวคิด เพื่อนำไปออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ และศึกษาข้อมูลการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

ขั้นที่ 2 การปฏิบัติ (Act)

ผู้วิจัยดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวคิดที่ได้ออกแบบไว้ จำนวน 6 แผน โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้สัปดาห์ละ 1 แผน แผนละ 3 คาบ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ขั้นที่ 3 การสังเกต (Observe)

ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้โดยการสังเกตการจัดการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิดของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวคิดที่สร้างขึ้น เมื่อสอนจบในแต่ละแผน ผู้วิจัยทำการบันทึกปัญหา แนวทางแก้ไข และสิ่งที่ได้เรียนรู้ตามกรอบแนวความคิดของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวคิด ลงในบันทึกหลังการสอนทันที เพื่อมิให้ลืมประเด็นที่สำคัญและช่วยให้สามารถสะท้อนการปฏิบัติการสอนได้อย่างลึกซึ้งและครอบคลุมในทุกประเด็น โดยใช้เครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ บันทึกหลังสอนของครู และให้นักเรียนเขียนสะท้อนความคิดเกี่ยวกับสิ่งที่ได้เรียนรู้เมื่อสอนจบในแต่ละแผน โดยใช้เครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ บันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน สัปดาห์ละ 1 ครั้ง ทั้งหมด 6 ครั้ง แล้วให้นักเรียนทำแบบวัดแนวคิดเรื่อง สารประกอบไฮโดรคาร์บอน หลังจากการจัดการเรียนรู้ครบทั้ง 6 แผน

ขั้นที่ 4 การสะท้อนผล (Reflect)

ผู้วิจัยเขียนการสะท้อนผลการปฏิบัติการสอนของตนเองลงในบันทึกหลังสอนเพิ่มเติม โดยให้ครอบคลุมประเด็นต่างๆ คือ ปัญหาในการจัดการเรียนการสอน แนวทางแก้ไข และสิ่งที่ได้เรียนรู้ จากนั้นนำข้อมูลสิ่งที่ได้จากการสังเกตการณ์มาวิเคราะห์ เพื่อประเมินผลความเหมาะสมของกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่จัดขึ้น และนำประเด็นปัญหาและข้อเสนอแนะ มาเป็นแนวทางในการไปปรับปรุงและพัฒนาการจัดกิจกรรมในแผนการจัดการเรียนรู้ครั้งต่อไป

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบไปด้วย เครื่องมือที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวคิด เรื่องสารประกอบไฮโดรคาร์บอน และเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบวัดแนวคิด เรื่อง สารประกอบไฮโดรคาร์บอน แบบบันทึกหลังสอนของครู แบบบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน และใบกิจกรรม/ใบงาน ผู้วิจัยขอเสนอรายละเอียดในการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยดังต่อไปนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวคิด

แผนการจัดการเรียนรู้วิชาเคมีด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ความร่วมกับแผนผังแนวคิด ผู้วิจัยสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ในหน่วยการเรียนรู้เรื่องเคมีอินทรีย์ ในเรื่องสารประกอบไฮโดรคาร์บอน ทั้งหมด 6 แผน ไว้ล่วงหน้า เพื่อช่วยให้ครูผู้สอนได้ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้เป็นไปตามจุดมุ่งหมายของหลักสูตรที่วางไว้ ซึ่งแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ จะจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ของ National Science Education Standards ของประเทศสหรัฐอเมริกา (National Research Council: NRC, 2000) โดยให้มีลักษณะของการสืบเสาะที่สำคัญ 5 ประการ คือ 1) ผู้เรียนถูกกระตุ้นความสนใจด้วยคำถามทางวิทยาศาสตร์ 2) ผู้เรียนค้นหาข้อมูลหลักฐานต่างๆ เพื่อพัฒนาและประเมินคำอธิบายในการตอบคำถามทางวิทยาศาสตร์ 3) ผู้เรียนสร้างคำอธิบายจากหลักฐานที่มีอยู่ เพื่อตอบคำถามทางวิทยาศาสตร์ 4) ผู้เรียนประเมินคำอธิบายต่างๆ ที่สร้างขึ้นจากคำอธิบายที่หลากหลายเชื่อมโยงไปสู่ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ได้ 5) ผู้เรียนสื่อสารและให้เหตุผลของคำอธิบาย โดยมีการนำแผนผังแนวคิดมาใช้ร่วมด้วย โดยมีขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ ดังนี้

1.1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 หลักสูตรสถานศึกษา มาตรฐานกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร หนังสือเรียนเคมี เล่ม 5 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เอกสารและงานวิจัยต่างๆ เพื่อทำกรอบแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับ สารประกอบไฮโดรคาร์บอน

1.2 นำกรอบแนวคิดที่สร้างขึ้นให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบความถูกต้องครบถ้วนของเนื้อหา และความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ในการเรียบเรียงเนื้อหา และตรงตามมาตรฐานของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

1.3 ศึกษาตำรา เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้แผนผังแนวคิด เพื่อกำหนดขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1.4 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับแผนผังแนวคิด เรื่อง สารประกอบไฮโดรคาร์บอน จำนวนทั้งสิ้น 6 แผน โดยแผนการจัดการเรียนรู้ละ 3 คาบ ตามความเหมาะสมของเนื้อหาและรูปแบบของกิจกรรมที่จัดขึ้นในแต่ละแผน โดยใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้ เรื่องละ 3 คาบ คาบละ 50 นาที รวมทั้งหมด 18 คาบ ดังตารางที่ 2

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 2 เวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวคิด

แผนการจัดการเรียนรู้ที่	เรื่อง	เวลาเรียน (คาบ)
1	การสร้างพันธะของคาร์บอน	3
2	ลักษณะของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน	3
3	สารประกอบแอลเคน	3
4	สารประกอบแอลคีน	3
5	สารประกอบแอลไคน์	3
6	สารประกอบอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน	3
	รวม	18

1.5 นำแผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 6 แผน ให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ซึ่ง 2 ท่านเป็นนักวิทยาศาสตร์ศึกษา และอีก 1 ท่านเป็นครูที่มีประสบการณ์ในการจัดการเรียนรู้รายวิชาเคมี ตรวจสอบทั้งด้านเนื้อหาและด้านกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ และจากการตรวจสอบของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน ผู้วิจัยได้รับข้อเสนอแนะเพื่อนำมาปรับปรุงกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ คือ 1) ควรปรับกิจกรรมการเรียนรู้ให้มีความสอดคล้องกับลักษณะของการสืบเสาะหาความรู้และให้มีความเหมาะสมกับเนื้อหาที่จัดการเรียนรู้ 2) ควรปรับเวลาที่ใช้ในกิจกรรมการเรียนรู้บางกิจกรรม เพื่อให้นักเรียนในกลุ่มที่ศึกษาสามารถทำกิจกรรมการเรียนรู้ได้บรรลุตามผลการเรียนรู้ 3) ควรปรับคำถามให้มีการกระตุ้นความสนใจของนักเรียนกลุ่มที่ศึกษา

1.6 นำข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และจากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน มาปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ แล้วนำแผนการจัดการเรียนรู้ให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบอีกครั้ง ก่อนนำแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวคิด เรื่อง สารประกอบไฮโดรคาร์บอน ไปใช้จัดการเรียนรู้ให้กับนักเรียนกลุ่มที่ศึกษา

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. แบบวัดแนวคิด เรื่อง สารประกอบไฮโดรคาร์บอน

แบบวัดแนวคิดเป็นแบบวินิจฉัย มีลักษณะเป็นแบบเลือกตอบพร้อมแสดงเหตุผลประกอบ (two-tier diagnostic concept test) จำนวน 12 ข้อ เพื่อวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารประกอบไฮโดรคาร์บอน โดยครอบคลุมแนวคิดหลักทั้งหมด 6 แนวคิด ได้แก่ การสร้างพันธะของสารประกอบคาร์บอน ลักษณะของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน สารประกอบแอลเคน สารประกอบแอลคีน สารประกอบแอลไคน์ และสารประกอบอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน โดยมีวิธีการสร้างและหาคุณภาพ ดังต่อไปนี้

2.1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 มาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้ หนังสือเรียนเคมี เล่ม 5 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อวิเคราะห์ถึงแนวคิดที่สำคัญในเรื่องสารประกอบไฮโดรคาร์บอน และการสร้างเครื่องมือวัดแนวคิดของนักเรียนกลุ่มที่ศึกษา

2.2 สร้างตารางโครงสร้าง วิเคราะห์และรายการแนวคิดที่ต้องการวัดและประเมิน ข้อคำถาม และกรอบของคำตอบ เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบความครอบคลุมของเนื้อหา

2.3 นำตารางโครงสร้างแนวคิดที่ผ่านการตรวจสอบจากอาจารย์ที่ปรึกษาแล้ว จัดทำแบบวัดแนวคิด จำนวน 12 ข้อ โดยแบบวัดแนวคิดเป็นแบบวินิจฉัย มีลักษณะเป็นแบบเลือกตอบพร้อมแสดงเหตุผลประกอบ ให้มีความครอบคลุมทุกแนวคิด ซึ่งแสดงรายละเอียดของแนวคิดกับจำนวนข้อของแบบวัดแนวคิด ดังตารางที่ 3

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 3 แสดงรายละเอียดของแนวคิดกับจำนวนข้อของแบบวัดแนวคิด

แนวคิด	ข้อที่ของแบบวัดแนวคิด
1. การสร้างพันธะของคาร์บอน	
1.1 การเขียนสูตรโครงสร้างของสารประกอบของคาร์บอน	ข้อ 1 (1.1 และ 1.2)
1.2 ไอโซเมอริซึมและไอโซเมอร์	ข้อ 2
2. ลักษณะของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน	
2.1 ความหมายของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน	ข้อ 3
2.2 ประเภทของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน	ข้อ 4 (4. 1 , 4.2 และ 4.3)
3. สารประกอบแอลเคน	
3.1 ลักษณะของสารประกอบแอลเคน	ข้อ 5 (5.1)
3.2 การเรียกชื่อของสารประกอบแอลเคน	ข้อ 7
3.3 สมบัติและปฏิกิริยาของสารประกอบแอลเคน	ข้อ 12
4. สารประกอบแอลคีน	
4.1 ลักษณะของสารประกอบแอลคีน	ข้อ 5 (5.2)
4.2 การเรียกชื่อของสารประกอบแอลคีน	ข้อ 8
4.3 สมบัติและปฏิกิริยาของสารประกอบแอลคีน	ข้อ 11
5. สารประกอบแอลไคน์	
5.1 ลักษณะของสารประกอบแอลไคน์	ข้อ 5 (5.3)
5.2 การเรียกชื่อของสารประกอบแอลไคน์	ข้อ 9
5.3 สมบัติและปฏิกิริยาของสารประกอบแอลไคน์	ข้อ 10 (10.1)
6. สารประกอบอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน	
6.1 ลักษณะของสารประกอบอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน	ข้อ 6
6.2 สมบัติและปฏิกิริยาของสารประกอบอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน	ข้อ 10 (10.1)
รวม	12 ข้อ

2.4 นำแบบวัดแนวคิดที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา ความถูกต้องของภาษา และความสอดคล้องของคำถามและคำตอบ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.5 นำแบบวัดแนวคิดที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจพิจารณาอีกครั้ง แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะให้เรียบร้อย

2.6 นำแบบวัดแนวคิดที่ได้รับความเห็นชอบจากอาจารย์ที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญไปดำเนินการทดสอบเครื่องมือกับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ไม่ใช่กลุ่มที่ศึกษา ที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับกลุ่มที่ศึกษา จำนวน 20 คน เพื่อตรวจสอบความเข้าใจของภาษาที่ใช้และเวลาในการทำแบบวัดแนวคิด จากนั้นนำแบบวัดแนวคิดมาปรับปรุงแก้ไขอีกครั้ง

2.7 นำแบบวัดที่ผ่านการทดลองใช้นำมาปรับปรุงแก้ไขเกี่ยวกับภาษา แนวคำตอบ ให้มีความครอบคลุม และตรวจสอบความชัดเจนของแบบวัดแนวคิด แล้วนำแบบวัดที่ผ่านการแก้ไขเสนอให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบความเหมาะสมของภาษาอีกครั้ง และปรับปรุงจนได้แบบวัดแนวคิดที่สมบูรณ์

2.8 นำแบบวัดแนวคิดไปใช้เก็บรวบรวมข้อมูลกับกลุ่มที่ศึกษา

3. แบบบันทึกหลังสอนของครู

เป็นแบบการบันทึกที่ครูเขียนสะท้อนเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ในรายวิชาเคมี เรื่อง สารประกอบไฮโดรคาร์บอน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวคิด โดยมีขั้นตอนในการสร้างดังนี้

3.1 ศึกษารูปแบบของแบบบันทึกการจัดการเรียนรู้จากเอกสารต่างๆ เพื่อกำหนดกรอบการบันทึกของผู้วิจัย หรือสิ่งที่ต้องการศึกษาระหว่างและหลังจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวคิด เรื่อง สารประกอบไฮโดรคาร์บอนให้กับนักเรียน

3.2 สร้างแบบบันทึกหลังการสอนของครู ที่มีกรอบการบันทึก ดังนี้

3.2.1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เป็นไปตามแผนการจัดการเรียนรู้หรือไม่ อย่างไร

3.2.2 ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เป็นอย่างไรบ้าง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3.2.3 ปัญหาและอุปสรรคต่อการจัดการเรียนรู้

3.2.4 ข้อเสนอแนะหรือแนวทางแก้ไขในการจัดการเรียนรู้ครั้งต่อไป

3.3 นำกรอบหรือประเด็นที่จะบันทึกในแบบบันทึกหลังสอนของครู ปรึกษากับอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เกี่ยวกับความเหมาะสมของสิ่งที่จะบันทึก ว่ามีความสอดคล้องที่จะนำไปใช้ในการตอบปัญหาของการวิจัยหรือไม่ แล้วนำข้อเสนอแนะไปปรับปรุงแก้ไขกรอบการบันทึกให้สามารถบันทึกข้อมูลได้ตรงตามที่ต้องการ ก่อนนำไปใช้เก็บรวบรวมข้อมูลจริง

4. แบบบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน

เป็นแบบบันทึกที่ให้นักเรียนเขียนสะท้อนความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้และเขียนแสดงความรู้สึกและแสดงความคิดเห็นต่อการเรียนการสอนภายหลังจากการจัดการเรียนรู้ในแต่ละแผนสิ้นสุดลง โดยมีขั้นตอนในการสร้างและการหาคุณภาพดังต่อไปนี้

4.1 ศึกษารูปแบบของแบบบันทึกการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนจากเอกสารและงานวิจัยต่างๆ จากนั้นสร้างหัวข้อ เพื่อให้นักเรียนเขียนบันทึกการเรียนรู้ของตนเอง เป็นการสะท้อนความเข้าใจเกี่ยวกับเรื่องที่เรียนของนักเรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวคิด ในประเด็นหัวข้อ ดังนี้

4.1.1 นักเรียนได้เรียนรู้อะไรบ้างจากกิจกรรมการเรียนรู้ และสามารถนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ได้อย่างไร

4.1.2 คำถามหรือเรื่องที่ยังไม่เข้าใจ/สิ่งที่ต้องการเรียนรู้เพิ่มเติม

4.1.3 ข้อคิดเห็น/ข้อเสนอแนะต่อกิจกรรมการเรียนรู้

4.1.4 นักเรียนมีความรู้สึกอย่างไรต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4.2 สร้างแบบบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียนตามประเด็นที่กำหนดไว้ แล้วนำเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบความเหมาะสมของหัวข้อที่กำหนดให้นักเรียนเขียนบันทึกการสื่อความหมายของข้อคำถามและความสอดคล้องของภาษาที่ใช้

4.3 ปรับปรุงแก้ไขแบบบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียนตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อให้มีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้เก็บรวบรวมข้อมูล

5. ใบกิจกรรม/ใบงาน

เป็นใบกิจกรรม/ใบงานที่ให้นักเรียนทำระหว่างที่เรียนหรือทำกิจกรรม ประกอบกับการทำการทดลอง บันทึก และสรุปผล เพื่อวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารประกอบไฮโดรคาร์บอน โดยมีขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพดังต่อไปนี้

5.1 ศึกษาแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวคิด เรื่อง สารประกอบไฮโดรคาร์บอน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่สร้างขึ้น หนังสือคู่มือครูรายวิชาเคมี เล่ม 5 และเอกสารงานวิจัยต่างๆ

5.2 สร้างใบกิจกรรม/ใบงานให้มีความสอดคล้องกับกิจกรรมในแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวคิด เรื่องสารประกอบไฮโดรคาร์บอน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่สร้างขึ้นประกอบกับแผนการจัดการเรียนรู้ทุกแผน

5.3 นำใบกิจกรรม/ใบงานที่เสร็จเรียบร้อยประกอบกับแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวคิด เรื่องสารประกอบไฮโดรคาร์บอน เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา ความถูกต้องของภาษาและความสอดคล้องของคำถามและคำตอบ รวมถึงภาษาที่ใช้ เพื่อนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไข

5.4 นำใบกิจกรรม/ใบงานที่ปรับปรุงแล้วเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญอีกครั้ง จากนั้นจึงนำไปใช้กับกลุ่มที่ศึกษาประกอบกับการใช้แผนการจัดการเรียนรู้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การเก็บและรวมรวมข้อมูล

ในการเก็บและรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยดำเนินการเก็บและรวบรวมข้อมูลในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 ผู้วิจัยมีขั้นตอนการดำเนินการตามคำถามวิจัย ดังต่อไปนี้

1. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวคิด ควรมีแนวทางการจัดการเรียนรู้อย่างไร เพื่อช่วยให้นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารประกอบไฮโดรคาร์บอน มีขั้นตอนดังนี้

ผู้วิจัยเก็บและรวบรวมข้อมูลโดยใช้เครื่องมือและดำเนินตามขั้นตอน ดังนี้

1.1 ผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวคิด เรื่อง สารประกอบไฮโดรคาร์บอนให้กับนักเรียนกลุ่มที่ศึกษา ตามแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวคิด ทั้งหมด 6 แผน โดยใช้ระยะเวลาในการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 18 คาบ คาบละ 50 นาที และผู้วิจัยบันทึกหลังสอนด้วยตนเองหลังจากเสร็จการสอนในทุกแผน

1.2 ให้นักเรียนเขียนบันทึกการเรียนรู้ของตนเอง หลังจากเสร็จสิ้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละสัปดาห์ ซึ่งตลอดระยะเวลาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง สารประกอบไฮโดรคาร์บอน นักเรียนจะต้องส่งบันทึกการเรียนรู้ทั้งหมด 6 ครั้ง

1.3 นำแบบบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน และแบบบันทึกหลังสอนของครูมาวิเคราะห์ข้อมูล

2. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวคิด จะพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ ในเรื่อง สารประกอบไฮโดรคาร์บอน ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ได้หรือไม่ อย่างไร

ผู้วิจัยเก็บและรวบรวมข้อมูลโดยใช้เครื่องมือและดำเนินตามขั้นตอน ดังนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.1 ผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวคิด เรื่อง สารประกอบไฮโดรคาร์บอนให้กับนักเรียนกลุ่มที่ศึกษา ตามแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวคิดทั้งหมด 6 แผน โดยใช้ระยะเวลาในการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 18 คาบ คาบละ 50 นาที และผู้วิจัยบันทึกหลังสอนด้วยตนเองหลังจากเสร็จการสอนในทุกแผน

2.2 ผู้วิจัยให้นักเรียนทำใบกิจกรรม/ใบงานในระหว่างที่เรียน ในทุกแผนการจัดการเรียนรู้

2.3 ให้นักเรียนเขียนบันทึกการเรียนรู้ของตนเอง หลังจากเสร็จสิ้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละสัปดาห์ ซึ่งตลอดระยะเวลาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง สารประกอบไฮโดรคาร์บอน นักเรียนจะต้องส่งบันทึกการเรียนรู้ทั้งหมด 6 ครั้ง

2.4 ให้นักเรียนทำแบบวัดแนวคิด เรื่อง สารประกอบไฮโดรคาร์บอน หลังจากที่จัดกระบวนการเรียนรู้จบในทุกแผน และให้เวลานักเรียนทำแบบวัดแนวคิด 120 นาที

2.5 นำผลจากแบบวัดแนวคิด เรื่อง สารประกอบไฮโดรคาร์บอน ใบกิจกรรม ใบงาน และแบบบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน มาวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล โดยแบ่งเป็น 2 ส่วน ดังนี้

1. การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวคิด

ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบบันทึกหลังสอนของครู และแบบบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน ผู้วิจัยดำเนินขั้นตอนต่อไปนี้

1.1 ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบบันทึกหลังสอนของครู และแบบบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน โดยใช้หลักการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงเนื้อหา (Content analysis) ตีความและสร้างข้อสรุป

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.2 วิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้ที่จัดขึ้นในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ แล้วนำประเด็นปัญหาหรือข้อเสนอแนะต่างๆ มาใช้เป็นแนวทางปรับปรุงแก้ไขในการจัดการเรียนรู้ในแผนต่อๆ ไป ให้มีความสอดคล้องเหมาะสมมากยิ่งขึ้น

1.3 นำข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้มาจัดกลุ่ม เพื่อนำเสนอประเด็นต่างๆ ของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวคิด

2. การวิเคราะห์ข้อมูลด้านการพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารประกอบไฮโดรคาร์บอน

ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับการพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เรื่อง สารประกอบไฮโดรคาร์บอน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ จากแบบวัดแนวคิด เรื่อง สารประกอบไฮโดรคาร์บอน และแบบบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน ผู้วิจัยดำเนินขั้นตอนต่อไปนี้

2.1 ทำการวิเคราะห์แนวคิด เรื่อง สารประกอบไฮโดรคาร์บอนของนักเรียนจากการที่นักเรียนตอบคำถามในแบบวัดแนวคิด โดยการตรวจสอบคำตอบและเหตุผลประกอบคำตอบที่นักเรียนเขียนตอบกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นที่ยอมรับในปัจจุบัน และจัดกลุ่มแนวคิดของนักเรียนออกเป็น 5 กลุ่ม ซึ่งปรับปรุงมาจากเกณฑ์ของ Abraham *et al.* (1994) โดยแบบวัดแนวคิดประกอบด้วย 6 แนวคิดหลัก จำนวน 12 ข้อ ดังนั้นในแต่ละแนวคิดจะมีคำถามมากกว่า 1 ข้อ โดยเกณฑ์ที่ใช้ในการตรวจแบบวัดแนวคิด เป็นดังนี้

2.1.1 แนวคิดถูกต้อง (Sound understanding : SU) หมายถึง คำตอบแสดงให้เห็นถึงความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ทั้งหมด โดยนักเรียนจะต้องเลือกคำตอบที่วัดในแต่ละแนวคิดได้ถูกต้อง และอธิบายเหตุผลได้ถูกต้องครบถ้วนทุกข้อ

2.1.2 แนวคิดถูกต้องบางส่วน (Partial understanding: PU) หมายถึง คำตอบอย่างน้อยหนึ่งองค์ประกอบเป็นไปตามแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ ส่วนองค์ประกอบอื่นไม่กล่าวถึง โดยนักเรียนจะต้องเลือกคำตอบในแต่ละแนวคิดได้ถูกต้องทุกข้อ และอธิบายเหตุผลถูกต้องไม่ครบถ้วน แต่ไม่มีส่วนที่ผิด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.1.3 แนวคิดถูกต้องบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน (Partial understanding with a specific misconception: PU/SM) หมายถึง คำตอบบางองค์ประกอบมีแนวคิดถูกต้องตามแนวคิดทางวิทยาศาสตร์และบางองค์ประกอบมีแนวคิดไม่ถูกต้องตามแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ โดยนักเรียนจะต้องเลือกคำตอบในแต่ละแนวคิดได้ถูกต้องทุกข้อ และอธิบายเหตุผลถูกต้องแต่ยังไม่ครบถ้วนและมีบางส่วนที่ผิด

2.1.4 แนวคิดคลาดเคลื่อน (Specific misconception: SM) หมายถึง คำตอบอธิบายเกี่ยวกับเรื่องที่ถามแต่ไม่ถูกต้องตามแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ โดยนักเรียนจะต้องเลือกคำตอบในแนวคิดได้ถูกต้องแต่ไม่ถูกทุกข้อ และอธิบายเหตุผลถูกต้องแต่ยังไม่ครบถ้วนและมีบางส่วนที่ผิด

2.1.5 ไม่มีแนวคิด (Not understanding: NU) หมายถึง คำตอบอธิบายไม่เกี่ยวข้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ในเรื่องที่ถาม หรือตอบไม่ทราบ หรือไม่ตอบคำถาม โดยนักเรียจะต้องเลือกคำตอบในแนวคิดไม่ถูกต้องทุกข้อ และอธิบายเหตุผลไม่ถูกต้องหรือไม่ตอบ

2.2 หาค่าความถี่และคำนวณค่าร้อยละของนักเรียนที่อยู่ในแต่ละกลุ่มแนวคิด

2.3 ทำการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียนโดยการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงเนื้อหา (Content analysis)

2.4 นำข้อมูลที่ได้จากแบบวัดแนวคิดและบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียนมาตรวจสอบแบบสามเส้า (Triangulation)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

บทที่ 4

ผลการวิจัยและข้อวิจารณ์

การวิจัยครั้งนี้ทำการศึกษาในโรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดกลางแห่งหนึ่งในจังหวัดสมุทรปราการ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 6 ในปีการศึกษา 2555 มีครูผู้สอนทั้งหมด 69 คน เป็นครูวิทยาศาสตร์ จำนวน 10 คน มีนักเรียนทั้งหมด 1,154 คน เป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น 759 คน และระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย 395 คน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีจำนวนทั้งหมด 107 คน ประกอบด้วย 5 ห้องเรียน โดยแบ่งห้องเรียนตามแผนการเรียน ห้องที่ 1 เป็นแผนการเรียนคณิตศาสตร์-วิทยาศาสตร์ ห้องที่ 2 เป็นแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คอมพิวเตอร์ ห้องที่ 3 เป็นแผนการเรียนศิลป์-ภาษาญี่ปุ่น ห้องที่ 4 เป็นแผนการเรียนศิลป์-ภาษาจีน และห้องที่ 5 เป็นแผนการเรียนศิลป์-ทั่วไป ซึ่งตามหลักสูตรของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 นักเรียนในห้องเรียนที่ 1 แผนการเรียนคณิตศาสตร์-วิทยาศาสตร์และในห้องเรียนที่ 2 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คอมพิวเตอร์ ได้กำหนดโครงสร้างของรายวิชาไว้ นักเรียนจำเป็นต้องเรียนวิชาเพิ่มเติมในรายวิชาเคมี 5 จำนวน 1.5 หน่วยกิต สัปดาห์ละ 3 คาบ

กลุ่มที่ศึกษาเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เป็นห้องเรียนที่คละความสามารถ จำนวน 1 ห้องเรียน ซึ่งเป็นนักเรียนกลุ่มที่เรียนในรายวิชาเพิ่มเติมเคมี 5 แผนการการเรียนคณิตศาสตร์-วิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยเป็นผู้ทำการสอนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 มีนักเรียนทั้งหมด 37 คน เป็นนักเรียนชาย 11 คน นักเรียนหญิง 26 คน

ห้องเรียนที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้เดิมทีเป็นห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ภายในมีโต๊ะสำหรับครูผู้สอนและโต๊ะนักเรียนสำหรับทำการทดลองให้นั่งเป็นกลุ่ม จำนวน 6 กลุ่ม กลุ่มละ 6-7 คน มีอุปกรณ์และสารเคมีต่างๆ เพื่อใช้สำหรับการทดลอง แต่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 มีการปรับปรุงและซ่อมแซมอาคารรวมถึงห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ทำให้ไม่สามารถใช้ห้องปฏิบัติการได้ จึงใช้ห้องเรียนของนักเรียนแทน โดยมีการจัดโต๊ะเรียนให้นักเรียนสามารถนั่งได้เป็นกลุ่ม และมีการเตรียมอุปกรณ์ไปให้พร้อมสำหรับการทำกิจกรรมการทดลองแต่ละครั้ง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผลการวิจัย

การวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารประกอบไฮโดรคาร์บอนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวคิด ผู้วิจัยนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลและวิจารณ์เป็น 2 ตอน คือ การศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวคิด และการพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารประกอบไฮโดรคาร์บอน ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. การศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวคิด

ในการศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวคิด เรื่อง สารประกอบไฮโดรคาร์บอนในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำหลักการและขั้นตอนของการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน (Classroom Action Research) ตามแนวคิดของ Kemmis (1988 อ้างใน สุวิมล ว่องวานิช, 2553: 23) โดยมีขั้นตอนการดำเนินการวิจัย 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 การวางแผน (Plan)

ขั้นที่ 2 การปฏิบัติ (Act)

ขั้นที่ 3 การสังเกต (Observe)

ขั้นที่ 4 การสะท้อนผล (Reflect)

แนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวคิด จะเป็นการปฏิบัติเป็นวงจร ซึ่งดำเนินการทั้งหมด 6 วงจร (แผนการจัดการเรียนรู้ละ 1 วงจร) โดยมีรายละเอียดเกี่ยวกับขั้นตอนของการจัดกระบวนการเรียนรู้ ปัญหาหรือสิ่งที่ต้องปรับปรุงแก้ไข และแนวทางการแก้ไขที่ได้จากขั้นการปฏิบัติ (Act) ขั้นการสังเกต (Observe) และขั้นการสะท้อนผล (Reflect) ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ แสดงดังตารางที่ 4-9

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 4 การจัดกระบวนการเรียนรู้ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง การสร้างพันธะของคาร์บอน

ขั้นตอนการจัดกระบวนการเรียนรู้	ข้อค้นพบ	แนวทางแก้ไข
<u>กิจกรรม ตอนที่ 1</u>		
1) ผู้เรียนถูกกระตุ้นความสนใจด้วยคำถามทางวิทยาศาสตร์ - ให้นักเรียนต่อบัตรคำที่มีสัญลักษณ์ของธาตุให้เป็นโครงสร้างที่ถูกต้อง แล้วถามคำถามว่า การเกิดพันธะโคเวเลนต์ของคาร์บอนมีได้ทั้งหมดกี่พันธะ และทำให้เกิดโครงสร้างของสารที่มีความแตกต่างกันได้หรือไม่ อย่างไร	-บัตรคำที่ให้นักเรียนต่อโครงสร้าง สามารถต่อได้เพียงโครงสร้างเดียว ทำให้เห็นตัวอย่างที่ไม่หลากหลาย	- ปรับบัตรคำให้มีสามารถต่อได้หลายโครงสร้างมากขึ้น หรือให้แต่ละกลุ่มออกมานำเสนอหน้าชั้น
2) ผู้เรียนค้นหาข้อมูลหลักฐานต่างๆ เพื่อพัฒนาและประเมินคำอธิบายในการตอบคำถามทางวิทยาศาสตร์ -ให้สังเกตการสร้างพันธะจากแบบจำลองโครงสร้างของ C_2H_4 C_2H_6 C_2H_2 - ให้แต่ละกลุ่มรับบัตรคำที่มีสูตรแบบต่างๆ ได้แก่ สูตรโครงสร้างลิวอิส สูตรแบบย่อ สูตรแบบใช้เส้นและมุม ให้พิจารณาว่าสูตร ทั้ง 4 แบบ เป็นสารชนิดเดียวกันหรือไม่	- นักเรียนบางกลุ่มไม่สามารถอธิบายหรือสรุปจากบัตรคำได้ว่าสูตรโครงสร้างต่างๆ เช่น โครงสร้างลิวอิส สูตรแบบย่อ สูตรแบบใช้เส้นและมุม ทั้งหมดในบัตรคำเป็นสารชนิดเดียวกัน	- ครูควรถามคำถามกระตุ้นความคิดให้นักเรียนหาคำตอบได้ด้วยตนเอง
3) ผู้เรียนสร้างคำอธิบายจากหลักฐานที่มีอยู่เพื่อตอบคำถามทางวิทยาศาสตร์ - ให้นักเรียนดูโครงสร้างจากแบบจำลองโมเดล โดยที่เปรียบเทียบกับโครงสร้างลิวอิสแบบเส้น แล้วให้นักเรียนพิจารณา และเขียนโครงสร้างแบบย่อ แบบใช้เส้นและมุม	- นักเรียนบางคนยังไม่เข้าใจการเขียนสูตรโครงสร้างแบบลิวอิส สูตรแบบย่อ สูตรแบบใช้เส้นและมุม	- ครูควรยกตัวอย่างเพิ่มเติม และให้นักเรียนสรุปหลักการเขียนสูตรโครงสร้างได้ด้วยตนเอง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 4 (ต่อ)

ขั้นตอนการจัดกระบวนการเรียนรู้	ข้อค้นพบ	แนวทางแก้ไข
4) ผู้เรียนประเมินคำอธิบายต่างๆ ที่สร้างขึ้นจากคำอธิบายที่หลากหลายเชื่อมโยงไปสู่ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ได้ - ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มอธิบายการเขียนสูตรโครงสร้างเพื่อเชื่อมโยงไปสู่การเขียนสูตรโครงสร้างลิวอิส สูตรแบบย่อ สูตรแบบใช้เส้นและมุม	- นักเรียนส่วนใหญ่สามารถเข้าใจได้ว่าสูตรโครงสร้างสามารถเขียนได้หลายแบบ	
5) ผู้เรียนสื่อสารและให้เหตุผลของคำอธิบาย - ให้นักเรียนฝึกเขียนสูตรโครงสร้างของสารประกอบอินทรีย์แบบต่างๆ หลังจากนั้นสุ่มนักเรียนทีละกลุ่มช่วยกันเฉลยคำตอบ	-นักเรียนบางคนยังไม่เข้าใจการเขียนสูตรโครงสร้างแบบต่างๆ จึงอธิบายไม่ได้	- ให้นักเรียนมีโอกาสกลับเข้าไปถามเพื่อนได้ 1 คน แล้วออกมาอธิบายอีกครั้ง
<u>กิจกรรม ตอนที่ 2</u>		
6) ผู้เรียนถูกกระตุ้นความสนใจด้วยคำถามทางวิทยาศาสตร์ - ให้นักเรียนพิจารณาแบบจำลองโครงสร้างของลิวอิสของบิวเทน กับ 2- เมทิลโพรเพน ซึ่งมีสูตรโมเลกุลเหมือนกันแต่สูตรโครงสร้างต่างกัน แล้วถามนักเรียนว่า โครงสร้างสารทั้งสองนี้เหมือนกันหรือไม่ และมีสูตรโมเลกุลเหมือนกันหรือไม่	- ครูให้นักเรียนสังเกตจากโครงสร้างที่ครูต่อ บางกลุ่มอาจสังเกตได้ไม่ชัดเจน จึงทำให้ตอบคำถามไม่ถูกต้อง	- ควรปรับให้นักเรียนได้ต่อโครงสร้างด้วยตนเอง
7) ผู้เรียนค้นหาข้อมูลหลักฐานต่างๆ เพื่อพัฒนาและประเมินคำอธิบายในการตอบคำถามทางวิทยาศาสตร์ - ให้นักเรียนร่วมกันคิดว่า สารประกอบอินทรีย์ที่มีสูตรโมเลกุลเป็น C_5H_{12} จะมีการจัดเรียง	- นักเรียนบางกลุ่มทำกิจกรรมการจัดเรียงอะตอมของคาร์บอนได้ถูกต้องแต่บันทึกข้อมูลไม่ครบถ้วน	- ควรอภิปรายก่อนการทำกิจกรรมเกี่ยวกับการบันทึกผลเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ครบถ้วน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 4 (ต่อ)

ขั้นตอนการจัดกระบวนการเรียนรู้	ข้อค้นพบ	แนวทางแก้ไข
อะตอมของคาร์บอนเป็นอย่างไรได้บ้างแล้วให้นักเรียนทำกิจกรรม เรื่อง การจัดเรียงอะตอมของคาร์บอนในสารประกอบอินทรีย์		
8) ผู้เรียนสร้างคำอธิบายจากหลักฐานที่มีอยู่เพื่อตอบคำถามทางวิทยาศาสตร์ - ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอโครงสร้างของสารประกอบอินทรีย์มีสูตรโมเลกุลเป็น C_5H_{12} ที่ได้จากการทำกิจกรรม	- นักเรียนบางกลุ่มยังนำเสนอโครงสร้างที่เป็นไปได้ของ C_5H_{12} ยังไม่ครบ	- ให้แต่ละกลุ่มลองต่อโครงสร้างอีกครั้งว่าสามารถต่อได้อีกหรือไม่
9) ผู้เรียนประเมินคำอธิบายต่างๆ ที่สร้างขึ้นจากคำอธิบายที่หลากหลายเชื่อมโยงไปสู่ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ได้ - ให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย เมื่อต่อคาร์บอน 5 อะตอม และไฮโดรเจน 12 อะตอมด้วยพันธะเดี่ยวทั้งหมดจะได้โครงสร้างที่เป็นไปได้ทั้งหมดกี่แบบ และเมื่อต่อแบบจำลองโดยใช้คาร์บอน 5 อะตอมเช่นเดียวกัน แต่ให้มีพันธะคู่ระหว่างอะตอมของคาร์บอนหนึ่งพันธะ จะได้โครงสร้างกี่แบบ	- นักเรียนสามารถอธิบายถึงความหมายของสารที่เป็นไอโซเมอร์กันได้	
10) ผู้เรียนสื่อสารและให้เหตุผลของคำอธิบาย - ให้นักเรียนเขียนแผนผังแนวคิดเรื่อง พันธะของคาร์บอนหลังจากนั้นให้นักเรียนอภิปรายหน้าชั้นเรียนเป็นรายบุคคล	- นักเรียนบางคนยังไม่เข้าใจการเขียนแผนผังแนวคิด	- ครูควรอธิบายวิธีการเขียนแผนผังอย่างละเอียดพร้อมกับนำตัวอย่างแผนผังให้นักเรียนได้ดู

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 5 การจัดกระบวนการเรียนรู้ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง ลักษณะของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน

ขั้นตอนการจัดกระบวนการเรียนรู้	ข้อค้นพบ	แนวทางแก้ไข
1) ผู้เรียนถูกกระตุ้นความสนใจด้วยคำถามทางวิทยาศาสตร์ - ยกตัวอย่างสูตรโมเลกุลของสารประกอบ เช่น CO_2 CH_3OH CH_3Cl C_3H_6 CH_4O แล้วซักถามนักเรียนถึงสารประกอบที่ครูยกตัวอย่างว่า นักเรียนคิดว่าสารใดเป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนบ้าง เพราะเหตุใดจึงคิดเช่นนั้น - ให้นักเรียนสังเกตสูตรโมเลกุลของสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่มีจำนวนอะตอมของคาร์บอนเท่ากัน เช่น เฮกเซน (C_6H_{14}) เฮกซีน (C_6H_{12}) เบนซีน (C_6H_6) แล้วถามนักเรียนว่าสมบัติของสารประกอบทั้ง 3 ชนิด เหมือนกันหรือไม่	- นักเรียนบางคนไม่ค่อยตอบคำถาม เป็นเพราะไม่กล้าที่จะตอบ หรือไม่เข้าใจในคำถาม -นักเรียนบางกลุ่มสังเกตสูตรโมเลกุลของสารประกอบแล้วยังไม่สามารถบอกความแตกต่างได้	- ต้องฝึกให้นักเรียนมีความกล้าที่จะตอบคำถาม และครูควรจะเสริมแรงทางบวกว่าตอบถูกหรือผิดก็ไม่เป็นไร และควรปรับคำถามให้เข้าใจง่ายขึ้น - ควรปรับให้นักเรียนได้สังเกตแบบจำลองโครงสร้างจะได้เห็นความแตกต่าง
2) ผู้เรียนค้นหาข้อมูลหลักฐานต่างๆ เพื่อพัฒนาและประเมินคำอธิบายในการตอบคำถามทางวิทยาศาสตร์ - ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มลงมือทำกิจกรรมการทดลองที่ 2.1 เรื่อง สมบัติบางประการของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน และบันทึกผลการทดลอง และให้นักเรียนร่วมกันตอบคำถาม โดยพิจารณาจากผลการทดลองและข้อมูลเพิ่มเติมว่าเฮกเซน เฮกซีน และเบนซีน มีสมบัติเหมือนกันหรือแตกต่างกันอย่างไรบ้าง	- นักเรียนบางคนไม่ช่วยเพื่อนในกลุ่มทำกิจกรรมการทดลอง - นักเรียนบางกลุ่มสรุปผลการทดลองของกลุ่มตนเองไม่ได้ มีการเดินและลุกจากกลุ่มไปถามผลจากกลุ่มอื่น	- ให้นักเรียนแบ่งหน้าที่กันในกลุ่มและให้รับผิดชอบในหน้าที่ของตน - ครูควรอภิปรายถึงการเขียนสรุปผลการทดลอง โดยครูอาจจะถามคำถามเพื่อให้สามารถสรุปผลได้ด้วยตนเอง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 5 (ต่อ)

ขั้นตอนการจัดกระบวนการเรียนรู้	ข้อค้นพบ	แนวทางแก้ไข
3) ผู้เรียนสร้างคำอธิบายจากหลักฐานที่มีอยู่เพื่อตอบคำถามทางวิทยาศาสตร์ - ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายภายในกลุ่มเพื่อให้ได้ข้อสรุป และนำเสนอผลการทดลองจากการทำกิจกรรมของแต่ละกลุ่มหน้าชั้นเรียน	- นักเรียนบางคนในกลุ่มไม่ช่วยกันอภิปรายภายในกลุ่ม	- ครูใช้คำถามระบุนักเรียนที่ไม่สนใจตอบคำถาม
4) ผู้เรียนประเมินคำอธิบายต่างๆ ที่สร้างขึ้นจากคำอธิบายที่หลากหลายเชื่อมโยงไปสู่ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ได้ - นักเรียนร่วมกันนำข้อสรุปที่ได้ของแต่ละกลุ่มมาใช้อภิปรายร่วมกันอีกครั้ง เกี่ยวกับสมบัติบางประการของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน - ให้นักเรียนอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับประเภทและสมบัติของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน	-นักเรียนไม่สามารถอธิบายการเกิดปฏิกิริยาระหว่างสารประกอบไฮโดรคาร์บอนกับสารละลายโบรมีนและสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตได้ครบถ้วน	- ครูควรใช้คำถามกระตุ้นความคิดให้นักเรียนสามารถอธิบายได้ถูกต้องครบถ้วน
5) ผู้เรียนสื่อสารและให้เหตุผลของคำอธิบาย - ให้นักเรียนเขียนแผนผังแนวคิด เรื่อง ลักษณะของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน พร้อมทั้งนำเสนอหน้าชั้นเรียน	-การเขียนแผนผังแนวคิดทำไม่ทันเวลาในคาบเรียนและไม่สามารถนำเสนอได้	- ให้นักเรียนทำแผนผังนอกเวลาเรียนแล้วนำมาส่งในคาบต่อไป ส่วนการนำเสนออาจให้นำเสนอเป็นกลุ่ม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 6 การจัดกระบวนการเรียนรู้ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง สารประกอบแอลเคน

ขั้นตอนการจัดกระบวนการเรียนรู้	ข้อค้นพบ	แนวทางแก้ไข
<u>กิจกรรม ตอนที่ 1</u>		
1) ผู้เรียนถูกกระตุ้นความสนใจด้วยคำถามทางวิทยาศาสตร์ - ครูซักถามนักเรียนถึงประเภทของสารประกอบไฮโดรคาร์บอนว่ามีอะไรบ้าง - ครูเขียนสูตรโมเลกุลและเขียนโครงสร้างแบบเส้นของสารประกอบแอลเคน เช่น C_3H_8 C_4H_{10} C_5H_{12} เป็นต้น แล้วให้นักเรียนพิจารณาว่าสารประกอบไฮโดรคาร์บอนประเภทแอลเคนมีลักษณะเป็นอย่างไร - ครูซักถามนักเรียนถึงสูตรทั่วไปของสารประกอบแอลเคนว่าควรจะมีสูตรเป็นอย่างไร แอลเคนที่มีสูตรโครงสร้างต่างกันจะมีการเรียกชื่อสารประกอบแอลเคนแตกต่างกันหรือไม่อย่างไร	- นักเรียนบางคนยังเล่นและคุย ไม่ร่วมกันคิดหาคำตอบจากสิ่งที่ครูถาม - นักเรียนบางส่วนยังไม่สามารถอธิบายลักษณะของสารประกอบแอลเคนได้ เช่น เป็นพันธะเดี่ยวทั้งหมด เป็นสารประกอบอิ่มตัว เป็นต้น	- ควรมีการระบุถามกับนักเรียนที่เล่นและคุยให้ตอบคำถามหรือช่วยเพื่อนอธิบาย - ควรมีการใช้แบบจำลองโครงสร้างประกอบกับการเขียนโครงสร้าง ซึ่งจะทำให้นักเรียนเห็นได้ชัดเจนขึ้น
2) ผู้เรียนค้นหาข้อมูลหลักฐานต่างๆ เพื่อพัฒนาและประเมินคำอธิบายในการตอบคำถามทางวิทยาศาสตร์ -ให้นักเรียนพิจารณาโครงสร้างที่เขียนขึ้นของสารประกอบแอลเคน เช่น C_3H_8 C_4H_{10} C_5H_{12} แล้วให้นักเรียนพิจารณาถึงอัตราส่วนของสูตรทั่วไปได้เป็น C_nH_{2n+2} - ครูยกตัวอย่างสูตรโมเลกุลของสารประกอบแอลเคนพร้อมทั้งเขียนชื่อ เช่น CH_4 (Methane) C_2H_6 (Ethane) C_3H_8 (Propane) C_4H_{10} (Butane) เป็นต้น	- นักเรียนบางกลุ่มยังไม่สามารถสรุปสูตรทั่วไปของสารประกอบแอลเคนได้ -นักเรียนบางคนไม่สนใจในการค้นหาข้อมูลจากตัวอย่างโครง สร้างที่ครูให้พิจารณา	- ควรมีการยกตัวอย่างเพิ่มเติมและใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนสามารถสรุปได้ด้วยตนเอง - ควรปรับกิจกรรมให้มีความหลากหลายมากขึ้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 6 (ต่อ)

ขั้นตอนการจัดกระบวนการเรียนรู้	ข้อค้นพบ	แนวทางแก้ไข
- ให้นักเรียนได้พิจารณาว่ามีหลักในการอ่านชื่อของสารประกอบแอลเคนเหล่านี้ได้อย่างไร - ครูยกตัวอย่างโดยการเขียนโครงสร้างของสารประกอบ แอลเคนที่เป็นโซ่กิ่งพร้อมทั้งระบุชื่อโครงสร้างหลาย ๆ โครงสร้างให้นักเรียนร่วมกันพิจารณาโครงสร้าง		
3) ผู้เรียนสร้างคำอธิบายจากหลักฐานที่มีอยู่เพื่อตอบคำถามทางวิทยาศาสตร์ -ให้นักเรียนอภิปรายและสรุปเกี่ยวกับหลักในการอ่านชื่อโครงสร้างของสารประกอบแอลเคนที่เป็นโซ่กิ่ง ตามการเรียกชื่อ IUPAC	- นักเรียนบางคนไม่เข้าใจถึงการดูโครงสร้างของสารประกอบ เพื่อหาโซ่หลักที่ยาวที่สุดของคาร์บอน	- ควรยกตัวอย่างเพิ่มเติมให้มากขึ้น หรือให้นักเรียนช่วยกันดูภายในกลุ่มอีกครั้ง เพื่อให้ได้ข้อสรุป
4) ผู้เรียนประเมินคำอธิบายต่างๆ ที่สร้างขึ้นจากคำอธิบายที่หลากหลายเชื่อมโยงไปสู่ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ได้ -ให้นักเรียนสืบค้นเกี่ยวกับสารประกอบไซโคลแอลเคน เพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า สารประกอบไซโคลแอลเคน คือ แอลเคนที่ปลายทั้งสองของโซ่หลักสร้างพันธะเคมีเชื่อมต่อกัน ทำให้ไฮโดรเจนอะตอมหายไป 2 อะตอม จึงมีสูตรทั่วไปเป็น C_nH_{2n} และการอ่านชื่ออ่านเหมือนแอลเคนแต่จะมีคำว่า ไซโคล (cyclo) นำหน้าชื่อ	- นักเรียนส่วนใหญ่สามารถอธิบายการอ่านชื่อสารประกอบไซโคลแอลเคนได้ มีเพียงบางส่วนที่ยังไม่เข้าใจถึงการระบุตำแหน่งของหมู่แอลคิลที่มาเกาะ	- ควรมีการยกตัวอย่างเปรียบเทียบการอ่านหมู่แอลคิลหลายๆแบบ เพื่อให้นักเรียนเห็นว่าควรเลือกอ่านที่ทำให้หมู่แอลคิลเป็นตำแหน่งที่น้อยๆ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 6 (ต่อ)

ขั้นตอนการจัดกระบวนการเรียนรู้	ข้อค้นพบ	แนวทางแก้ไข
5) ผู้เรียนสื่อสารและให้เหตุผลของคำอธิบาย - ให้นักเรียนฝึกเขียนชื่อของสารประกอบแอลเคนในใบงาน เรื่อง การเรียกชื่อของสารประกอบแอลเคน หลังจากนั้นให้สุ่มนักเรียนเฉลยคำตอบ พร้อมทั้งอธิบายเหตุผลในการตอบเป็นรายบุคคล	- นักเรียนส่วนใหญ่สามารถอ่านชื่อสารประกอบแอลเคนได้ มีเพียงส่วนน้อยที่ยังอ่านไม่ถูกต้อง	- ครูยกตัวอย่างเพิ่มหรือใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนช่วยกันตอบ จนเกิดความเข้าใจที่ตรงกัน
<u>กิจกรรม ตอนที่ 2</u> **6) ผู้เรียนถูกกระตุ้นความสนใจด้วยคำถามทางวิทยาศาสตร์** - ครูซักถามนักเรียนถึงสมบัติบางประการของสารประกอบแอลเคนและไซโคลแอลเคน ว่ามีลักษณะอย่างไรบ้าง	- นักเรียนบางคนลืมสมบัติของสารประกอบที่ทำกิจกรรมการทดลองที่ทำไปแล้วในแผนที่ 2 เพื่อที่นำข้อมูลมาใช้ขยายความรู้ต่อไป	- ควรทบทวนโดยการใช้คำถามกระตุ้นหรือเตรียมผลการทดลองไว้บนกระดาน
7) ผู้เรียนค้นหาข้อมูลหลักฐานต่างๆ เพื่อพัฒนาและประเมินคำอธิบายในการตอบคำถามทางวิทยาศาสตร์ - ให้นักเรียนทบทวนการเกิดปฏิกิริยาของเฮกเซน ซึ่งเป็นสารประกอบแอลเคน ที่ทำปฏิกิริยากับโบรมีนในที่สว่าง -ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มลองเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจุดหลอมเหลวและจุดเดือดของแอลเคนกับจำนวนอะตอมของคาร์บอนโดยพิจารณาข้อมูลในใบกิจกรรม เรื่อง สมบัติของสารประกอบแอลเคน	-ใบงานที่มีข้อมูลให้นักเรียนเขียนกราฟไม่ชัดเจน ทำให้นักเรียนลงข้อมูลเขียนกราฟได้ยาก	- ควรใช้กระดาษกราฟจริงเพื่อให้สามารถลงข้อมูลได้ชัดเจนขึ้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 6 (ต่อ)

ขั้นตอนการจัดกระบวนการเรียนรู้	ข้อค้นพบ	แนวทางแก้ไข
8) ผู้เรียนสร้างคำอธิบายจากหลักฐานที่มีอยู่เพื่อตอบคำถามทางวิทยาศาสตร์ - ให้นักเรียนตอบคำถามในประเด็น ดังนี้ 1. จุดหลอมเหลวและจุดเดือดของแอลเคนมีความสัมพันธ์กับจำนวนอะตอมของคาร์บอนหรือไม่ อย่างไร 2. ที่อุณหภูมิ 25 °C แอลเคนโซ่ตรง จะมีสถานะเป็นอย่างไร 3. กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจุดหลอมเหลวและจุดเดือดกับจำนวนอะตอมของคาร์บอน สามารถทำนายจุดเดือดสารประกอบแอลเคนโซ่ตรงที่มีจำนวนคาร์บอน 9 อะตอม จะมีประมาณเท่าใด	-นักเรียนส่วนใหญ่ ไม่สามารถพิจาณาได้ว่า แอลเคนโซ่ตรงที่จำนวนอะตอมคาร์บอนและจุดหลอมเหลวจุดเดือดที่ต่างกัน อาจจะมีสถานะเป็นแก๊ส ของเหลว หรือของแข็ง	- ให้นักเรียนลองเปรียบเทียบกับจุดเดือดจุดหลอมของน้ำ
9) ผู้เรียนประเมินคำอธิบายต่างๆ ที่สร้างขึ้นจากคำอธิบายที่หลากหลายเชื่อมโยงไปสู่ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ได้ - ให้นักเรียนส่งตัวแทนของแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายหน้าชั้นเรียน เพื่อให้ได้ข้อสรุปเกี่ยวกับสมบัติบางประการของสารประกอบแอลเคน	-นักเรียนบางคนในกลุ่มไม่ยอมออกมานำเสนอหน้าชั้นเรียน มักจะเป็นคนเดิมๆที่ออกมา	- ควรมีการกำหนดข้อตกลงให้มีการเวียนกันออกมาให้ครบทุกคน และกำลังใจนักเรียนโดยการปรบมือหรือให้รางวัล
10) ผู้เรียนสื่อสารและให้เหตุผลของคำอธิบาย - ให้นักเรียนเขียนแผนผังแนวคิด เรื่องสารประกอบแอลเคน พร้อมทั้งนำเสนอหน้าชั้นเรียน	- นักเรียนไม่ค่อยส่งแผนผังแนวคิด เรื่องสารประกอบแอลเคนตามเวลาที่กำหนด	- ครูต้องเน้นย้ำถึงงานที่ได้รับมอบหมาย และให้จดบันทึกระยะเวลาในการส่งงาน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 7 การจัดกระบวนการเรียนรู้ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง สารประกอบแอลคีน

ขั้นตอนการจัดกระบวนการเรียนรู้	ข้อค้นพบ	แนวทางแก้ไข
<u>กิจกรรม ตอนที่ 1</u>		
1) ผู้เรียนถูกกระตุ้นความสนใจด้วยคำถามทางวิทยาศาสตร์ - ครูยกตัวอย่างสูตรโมเลกุลสารประกอบแอลคีนให้นักเรียนสังเกต เช่น C_3H_6 C_4H_8 C_5H_{10} เป็นต้น พร้อมทั้งให้เขียนโครงสร้างแบบเส้นประกอบบนกระดานไวท์บอร์ดหน้าชั้นเรียน แล้วให้นักเรียนพิจารณาสารประกอบไฮโดรคาร์บอนประเภทแอลคีนว่ามีลักษณะเป็นอย่างไร แล้วซักถามนักเรียนว่าสารประกอบที่ด้วยพันธะคู่นี้ มีสูตรทั่วไปควรจะเป็นอย่างไร การอ่านชื่อและสมบัติแตกต่างจากแอลเคนหรือไม่อย่างไร	- การเขียนโครงสร้างของนักเรียนทำให้ใช้เวลาค่อนข้างนานในการทำกิจกรรม และนักเรียนไม่ค่อยสนใจในการพิจารณาโครงสร้างจากตัวแทนที่ออกมาเขียนบนกระดานหน้าชั้นเรียน	- ครูควรปรับเป็นให้นักเรียนต่อแบบจำลองโครงสร้างเป็นกลุ่มแข่งกัน กลุ่มไหนเสร็จก่อนและอธิบายได้ถูกต้องจะมีเป็นกลุ่มที่ชนะ
2) ผู้เรียนค้นหาข้อมูลหลักฐานต่างๆ เพื่อพัฒนาและประเมินคำอธิบายในการตอบคำถามทางวิทยาศาสตร์ - ให้นักเรียนพิจารณาโครงสร้างของสารประกอบแอลคีน โดยครูซักถามถึงอัตราส่วนของจำนวนอะตอมคาร์บอนและอะตอมของไฮโดรเจนเป็นอย่างไร แล้วแจกบัตรคำที่แสดงถึงชื่อและสูตรโครงสร้างของสารประกอบแอลคีนที่เป็นแบบโซ่กิ่ง และให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันพิจารณาบัตรคำพร้อมทั้งให้ดูแบบจำลองของโครงสร้างประกอบด้วย	- นักเรียนบางคนยังไม่สามารถสรุปหลักการอ่านชื่อของสารประกอบแอลคีนได้ - นักเรียนบางคนยังนับจำนวนอะตอมของคาร์บอนเป็นภาษากรีกยังไม่ได้ จึงเป็นปัญหาในการอ่านชื่อสารประกอบ	- ให้เพื่อนช่วยเพื่อนโดยการช่วยกันอภิปรายภายในกลุ่ม - ควรมีการทบทวนความรู้พื้นฐานของนักเรียนก่อน เช่น จำนวนนับภาษากรีก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 7 (ต่อ)

ขั้นตอนการจัดกระบวนการเรียนรู้	ข้อค้นพบ	แนวทางแก้ไข
3) ผู้เรียนสร้างคำอธิบายจากหลักฐานที่มีอยู่เพื่อตอบคำถามทางวิทยาศาสตร์ - ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสรุปหลักการเรียกชื่อแอลคีนแบบโซ่กิ่งจากบัตรคำ ตามระบบการเรียกชื่อของ IUPAC และนำเสนอหน้าชั้นเรียน ตามประเด็นคำถาม เช่น การเลือกโซ่คาร์บอนอะตอมที่เป็นโซ่หลักมีหลักในการเลือกอย่างไร การระบุตำแหน่งของโซ่หลักจะมีหลักในการเริ่มต้นตำแหน่งแรกอย่างไร การอ่านชื่อโซ่หลักเหมือนกับสารประกอบแอลเคนหรือไม่ การเรียกชื่อหมู่แอลคิลที่ติดกับโซ่หลักมีหลักในการเรียกอย่างไร	- นักเรียนบางคนยังไม่เข้าใจการอ่านชื่อของสารประกอบแอลคีน และยังเขียนชื่อของสารประกอบแอลคีนไม่ถูกต้อง	- ครูควรมีการอธิบายเพิ่มเติมเป็นรายบุคคล แล้วนำมาอภิปรายร่วมกันอีกครั้งหน้าชั้นเรียน เพื่อให้เข้าใจตรงกัน
4) ผู้เรียนประเมินคำอธิบายต่างๆ ที่สร้างขึ้นจากคำอธิบายที่หลากหลายเชื่อมโยงไปสู่ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ได้ - นักเรียนร่วมกันอภิปรายและสรุปอีกครั้งให้ได้แนวคิดทั้งหมดว่า สารประกอบแอลคีนเป็นอย่างไร มีสูตรทั่วไปเป็นอย่างไร มีหลักในการอ่านชื่ออย่างไร แล้วให้นักเรียนสืบค้นเพิ่มเติมจากใบความรู้ เรื่อง การเรียกชื่อสารประกอบแอลคีน เกี่ยวกับสารประกอบไซโคลแอลคีน	-นักเรียนส่วนใหญ่สามารถอภิปรายและช่วยกันสรุปหลักในการอ่านชื่อสารประกอบแอลคีนและไซโคลแอลคีนได้ มีเพียงบางกลุ่มที่ยังไม่เข้าใจว่าถ้าเป็นไซโคลแอลคีนจะต้องเริ่มนับตำแหน่งตรงไหนก่อน	- ครูแนะนำให้นักเรียนลองเขียนโครงสร้างของสารประกอบไซโคลแอลคีน แล้วลองกำหนดตำแหน่งเปรียบเทียบกันว่าการอ่านแบบไหนจะทำให้พันธะคู่และหมู่แอลคิลอยู่ในตำแหน่งที่น้อยที่สุด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 7 (ต่อ)

ขั้นตอนการจัดกระบวนการเรียนรู้	ข้อค้นพบ	แนวทางแก้ไข
5) ผู้เรียนสื่อสารและให้เหตุผลของคำอธิบาย ให้นักเรียนฝึกเขียนชื่อของสารประกอบแอลคีนในใบงาน เรื่อง การเรียกชื่อของสารประกอบแอลคีน หลังจากนั้นให้สุ่มนักเรียนเฉลยคำตอบพร้อมทั้งอธิบายเหตุผลในการตอบเป็นรายบุคคล	- นักเรียนบางกลุ่มที่สุ่มออกมาเฉลยคำตอบหน้าชั้นเรียน ไม่สามารถอธิบายเหตุผลในการตอบได้	- ครูให้นักเรียนภายในกลุ่มออกมาช่วยกันอภิปรายจนได้ข้อสรุป หรือครูอาจจะถามคำถามเพื่อให้นักเรียนตอบได้ด้วยตนเอง
<u>กิจกรรม ตอนที่ 2</u>		
6) ผู้เรียนถูกกระตุ้นความสนใจด้วยคำถามทางวิทยาศาสตร์ ครูซักถามถึงสมบัติบางประการของสารประกอบแอลคีนและไซโคลแอลคีนว่ามีสมบัติอย่างไรบ้าง	- นักเรียนส่วนใหญ่ตอบคำถามไม่ได้ ว่าแอลคีนมีสมบัติเป็นอย่างไร	- ให้นักเรียนลองดูผลการทดลองที่เคยทำไว้ในแผนที่ 2 โดยเฉพาะสารเฮกซีนว่าเป็นอย่างไร
7) ผู้เรียนค้นหาข้อมูลหลักฐานต่างๆ เพื่อพัฒนาและประเมินคำอธิบายในการตอบคำถามทางวิทยาศาสตร์ - ให้นักเรียนทบทวนการเกิดปฏิกิริยาของเฮกซีนกับสารละลายโบรมีน และกับสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตจากการทดลองในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 - ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มลองเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจุดหลอมเหลวและจุดเดือดของแอลคีนกับจำนวนอะตอมของคาร์บอนโดยพิจารณาข้อมูลในใบกิจกรรม เรื่อง สมบัติของสารประกอบแอลคีน	- นักเรียนส่วนใหญ่สามารถอธิบายการเกิดปฏิกิริยาของสารประกอบแอลคีนได้ และสามารถเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจุดเดือด จุดหลอมเหลวกับจำนวนอะตอมของคาร์บอนได้	

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 7 (ต่อ)

ขั้นตอนการจัดกระบวนการเรียนรู้	ข้อค้นพบ	แนวทางแก้ไข
8) **ผู้เรียนสร้างคำอธิบายจากหลักฐานที่มีอยู่เพื่อตอบคำถามทางวิทยาศาสตร์** ให้นักเรียนตอบคำถามในประเด็น ดังนี้ - แนวโน้มจุดหลอมเหลวและจุดเดือดของแอลคีนเหมือนกับแอลเคนหรือไม่ อย่างไร - ที่อุณหภูมิ 25 °C แอลคีนโซ่ตรง จะมีสถานะเป็นอย่างไร จากข้อมูลในตารางและกราฟ - กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจุดหลอมเหลวและจุดเดือดของแอลคีนกับจำนวนอะตอมของคาร์บอนที่เขียนขึ้น สามารถทำนายจุดหลอมเหลวและจุดเดือดสารประกอบแอลคีนที่มีสูตรโมเลกุลเป็น C_9H_{18} ได้อย่างไร พร้อมทั้งบอกสถานะที่อุณหภูมิห้อง	- นักเรียนบางคนยังอธิบายผลข้อมูลจากการเขียนกราฟยังไม่ถูกต้อง หรืออธิบายไม่ได้ว่าแอลคีนที่อุณภูมิต่างๆ หรือจำนวนอะตอมของคาร์บอนต่างกัน ควรจะมีสถานะเป็นอย่างไร	- ให้นักเรียนอภิปรายภายในกลุ่ม แล้วครูควรใช้คำถามกระตุ้นเพื่อให้เกิดความเข้าใจได้ด้วยตนเอง
9) ผู้เรียนประเมินคำอธิบายต่างๆ ที่สร้างขึ้นจากคำอธิบายที่หลากหลายเชื่อมโยงไปสู่ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ได้ - นักเรียนร่วมกันอภิปรายหน้าชั้นเรียน เพื่อให้ได้ข้อสรุปเกี่ยวกับสมบัติบางประการของแอลคีน	- นักเรียนอภิปรายหน้าชั้นเรียนได้ดี แต่อาจจะยังไม่ครบถ้วนในบางประเด็น	-ครูในการซักถามเพิ่มเติมจนได้คำตอบครบถ้วน
10) ผู้เรียนสื่อสารและให้เหตุผลของคำอธิบาย - ให้นักเรียนเขียนแผนผังแนวคิด เรื่อง สารประกอบแอลคีน พร้อมทั้งนำเสนอหน้าชั้นเรียน	- เวลาในการนำเสนอแผนผังแนวคิด เรื่อง สารประกอบแอลคีน ทีละคนไม่เพียงพอในการนำเสนอ	-จึงควรปรับกิจกรรมเป็นการนำเสนอแผนผังแนวคิดเป็นกลุ่มนอกเวลาเรียน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 8 การจัดกระบวนการเรียนรู้ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง สารประกอบแอลไคน์

ขั้นตอนการจัดกระบวนการเรียนรู้	ข้อค้นพบ	แนวทางแก้ไข
<u>กิจกรรม ตอนที่ 1</u>		
1) ผู้เรียนถูกกระตุ้นความสนใจด้วยคำถามทางวิทยาศาสตร์ ครูเขียนสูตรโมเลกุลของสารประกอบแอลไคน์ โดยยังไม่ต้องอ่านชื่อ เช่น โพรไพน์ (C_3H_4) บิวไทน์ (C_4H_6) เพนไทน์ (C_5H_8) เป็นต้น แล้วสุ่มให้นักเรียนออกมาต่อโครงสร้างของสารประกอบหน้าชั้นเรียน แล้วให้นักเรียนร่วมกันพิจารณาโดยใช้คำถามดังนี้ - สารประกอบนี้มีพันธะเหมือนหรือแตกต่างจากสารประกอบแอลเคนและแอลคีนอย่างไร - สารประกอบชนิดนี้ มีสูตรทั่วไปเป็นอย่างไร มีสมบัติและการอ่านชื่อเหมือนกับสารประกอบแอลเคนและแอลคีนหรือไม่	- ในการสุ่มให้นักเรียนออกมาต่อโครงสร้างใช้เวลาค่อนข้างนาน	- ครูควรปรับกิจกรรมให้นักเรียนสังเกตแบบจำลองโครงสร้างแทน
2) ผู้เรียนค้นหาข้อมูลหลักฐานต่างๆ เพื่อพัฒนาและประเมินคำอธิบายในการตอบคำถามทางวิทยาศาสตร์ ครูแจกบัตรคำที่แสดงถึงชื่อและสูตรโครงสร้างของสารประกอบแอลไคน์ที่เป็นแบบโซ่กิ่ง และให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันพิจารณาบัตรคำพร้อมทั้งให้ดูแบบจำลองของโครงสร้างประกอบด้วย โดยใช้เวลา 5 นาที แล้วให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสรุปหลักการเรียกชื่อแอลไคน์แบบโซ่กิ่งจากบัตรคำ ตามระบบการเรียกชื่อของ IUPAC และนำเสนอหน้าชั้นเรียน	-ในการใช้บัตรคำเพียงอย่างเดียวนักเรียนอาจจะไม่ค่อยให้ความสนใจจึงให้ดูโครงสร้างจากแบบจำลองด้วย - นักเรียนบางคนยังไม่ค่อยกล้าที่จะตอบคำถามระหว่างที่มีการทำกิจกรรม	- ควรปรับบัตรคำและใช้ร่วมกับแบบจำลองโครงสร้าง แล้วให้แต่ละกลุ่มสรุปหลักในการอ่านชื่อ - ครูควรให้กำลังใจหรือบอกว่าตอบผิดไม่เป็นไร เปิดโอกาสให้แสดงความคิดได้เต็มที่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 8 (ต่อ)

ขั้นตอนการจัดกระบวนการเรียนรู้	ข้อค้นพบ	แนวทางแก้ไข
3) ผู้เรียนสร้างคำอธิบายจากหลักฐานที่มีอยู่เพื่อตอบคำถามทางวิทยาศาสตร์ ครูซักถามนักเรียน ตามประเด็นคำถามต่อไปนี้ - การเลือกโซ่คาร์บอนอะตอมที่เป็นโซ่หลักมีหลักในการเลือกอย่างไร - การระบุตำแหน่งของโซ่หลักจะมีหลักในการเริ่มต้นตำแหน่งแรกอย่างไร - การอ่านชื่อโซ่หลักเหมือนกับสารประกอบแอลคีนหรือไม่ - การเรียกชื่อหมู่แอลคิลที่ติดกับโซ่หลักมีหลักในการเรียกอย่างไร	- นักเรียนบางคนยังตอบคำถามเกี่ยวกับการอ่านชื่อสารประกอบแอลไคน์ไม่ได้ ครูจึงใช้คำถามหลายข้อเพื่อให้สรุปหลัก จึงใช้เวลาค่อนข้างนาน	-การอภิปรายควรใช้คำถามลำดับความยากง่ายของเนื้อหา ไม่ควรถามข้ามประเด็นไปมา
4) ผู้เรียนประเมินคำอธิบายต่างๆ ที่สร้างขึ้นจากคำอธิบายที่หลากหลายเชื่อมโยงไปสู่ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ได้ ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปอีกครั้งให้ได้แนวคิดทั้งหมดว่า สารประกอบแอลไคน์เป็นอย่างไร มีสูตรทั่วไปเป็นอย่างไร มีหลักในการอ่านชื่ออย่างไร	-นักเรียนสามารถอธิบายได้ เข้าใจถึงสูตรทั่วไปของสารประกอบแอลไคน์ อธิบายหลักการอ่านชื่อเป็นลำดับขั้นตอนได้	
5) ผู้เรียนสื่อสารและให้เหตุผลของคำอธิบาย - ให้นักเรียนฝึกเขียนชื่อสารประกอบแอลไคน์ในใบงาน เรื่อง การเรียกชื่อของสารประกอบแอลไคน์ โดยใช้เวลาประมาณ 20 นาที หลังจากนั้นให้สุ่มนักเรียนเฉลยคำตอบ พร้อมทั้งอธิบายเหตุผลในการตอบเป็นรายบุคคล	- นักเรียนส่วนใหญ่สามารถเขียนชื่อสารประกอบแอลไคน์ มีเพียงส่วนน้อยที่อ่านชื่อไม่ได้ ซึ่งเป็นเพราะไม่สามารถอ่านจำนวนคาร์บอนได้	- ให้นักเรียนที่ยังเขียนไม่ได้ทบทวนความรู้พื้นฐานที่สำคัญในการอ่านชื่อสาร ประกอบแอลไคน์ หรือร่วมกันอภิปรายภายในกลุ่ม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 8 (ต่อ)

ขั้นตอนการจัดกระบวนการเรียนรู้	ข้อค้นพบ	แนวทางแก้ไข
<u>กิจกรรม ตอนที่ 2</u>		
6) ผู้เรียนถูกกระตุ้นความสนใจด้วยคำถามทางวิทยาศาสตร์ - ให้นักเรียนทบทวนถึงสมบัติของสารประกอบแอลเคนและแอลคีน เช่น จุดเดือด จุดหลอมเหลว การเกิดปฏิกิริยา แล้วซักถามนักเรียนว่า “สมบัติของแอลไคน์เหมือนหรือแตกต่างจากแอลเคนและแอลคีนหรือไม่อย่างไร”	-นักเรียนบางคนไม่ร่วมอภิปรายภายในกลุ่มหรือคิดหาคำตอบจากคำถามที่ครูซักถาม	-ควรถามคำถามระบุให้นักเรียนที่ไม่สนใจนั้นตอบและให้ช่วยเพื่อนอธิบาย หรือให้เป็นตัวแทนกลุ่มออกมาอภิปรายหน้าชั้น
7) ผู้เรียนค้นหาข้อมูลหลักฐานต่างๆ เพื่อพัฒนาและประเมินคำอธิบายในการตอบคำถามทางวิทยาศาสตร์ ครูยกตัวอย่างสูตรสารประกอบแอลไคน์ ดังนี้ C_4H_6 C_5H_8 C_6H_{10} แล้วในนักเรียนลองเรียงลำดับจุดเดือดจากมากไปน้อยพร้อมทั้งอธิบายเหตุผล	- นักเรียนสามารถเปรียบเทียบได้ว่า จุดเดือดของสารประกอบแอลไคน์จะเพิ่มขึ้นตามมวลโมเลกุลของสาร	
8) ผู้เรียนสร้างคำอธิบายจากหลักฐานที่มีอยู่เพื่อตอบคำถามทางวิทยาศาสตร์ - ให้นักเรียนส่งตัวแทนของแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายหน้าชั้นเรียน เพื่อให้ได้ข้อสรุปเกี่ยวกับสมบัติบางประการของแอลไคน์	- นักเรียนส่วนใหญ่สามารถสรุปได้ว่าแอลไคน์เป็นสารประกอบโคเวเลนต์ที่ไม่มีขั้ว จึงมีจุดหลอมเหลวต่ำ และแนวโน้มของจุดหลอมเหลวและจุดเดือดจะเพิ่มขึ้นตามจำนวนอะตอมของคาร์บอน	

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 8 (ต่อ)

ขั้นตอนการจัดกระบวนการเรียนรู้	ข้อค้นพบ	แนวทางแก้ไข
9) ผู้เรียนค้นหาข้อมูลหลักฐานต่างๆ เพื่อพัฒนาและประเมินคำอธิบายในการตอบคำถามทางวิทยาศาสตร์ - ครูซักถามนักเรียนว่าสารประกอบแอลไคน์จะเกิดปฏิกิริยาเหมือนกับแอลเคนและแอลคีนหรือไม่อย่างไร ให้ลองพิจารณาจากบัตรคำปฏิกิริยาที่ครูเตรียมไว้ 5 แบบ คือ ปฏิกิริยาการเติมไฮโดรเจน ปฏิกิริยาการเติมแฮโลเจน ปฏิกิริยาการเติมกรด และปฏิกิริยาการเติมน้ำ	-นักเรียนบางคนไม่ร่วมอภิปรายภายในกลุ่มหรือคิดหาคำตอบจากคำถามที่ครูซักถาม	-ควรถามคำถามระบุให้นักเรียนที่ไม่สนใจนั้นตอบและให้ช่วยเพื่อนอธิบาย หรือให้เป็นตัวแทนกลุ่มออกมาอภิปรายหน้าชั้น
10) ผู้เรียนสร้างคำอธิบายจากหลักฐานที่มีอยู่เพื่อตอบคำถามทางวิทยาศาสตร์ ให้นักเรียนส่งตัวแทนของแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายหน้าชั้นเรียน เพื่อให้ได้ข้อสรุปเกี่ยวกับปฏิกิริยา	- นักเรียนส่วนใหญ่ยังไม่เข้าใจการเกิดปฏิกิริยาของสารประกอบแอลไคน์ได้ละเอียดเท่าที่ควร	- ควรถามคำถามให้นักเรียนสามารถสรุปความรู้ได้ด้วยตนเอง
11) ผู้เรียนประเมินคำอธิบายต่างๆ ที่สร้างขึ้นจากคำอธิบายที่หลากหลายเชื่อมโยงไปสู่ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ได้ - ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย เพื่อให้ได้ข้อสรุปเกี่ยวกับสมบัติบางประการของแอลไคน์	- นักเรียนอภิปรายเกี่ยวกับสมบัติของสารประกอบแอลไคน์ได้แต่ยังไม่ครบถ้วน	- ควรใช้คำถามให้นักเรียนแลกเปลี่ยนความคิดกัน อธิบายในสิ่งที่ยังไม่เข้าใจ
12) ผู้เรียนสื่อสารและให้เหตุผลของคำอธิบาย - ให้นักเรียนเขียนแผนผังแนวคิด เรื่อง สารประกอบแอลไคน์ พร้อมทั้งนำเสนอหน้าชั้นเรียน	- การเขียนแผนผังแนวคิดเรื่อง สารประกอบแอลไคน์ไม่ทันในเวลาเรียนทุกคน	- ให้เขียนแผนผังนอกเวลาเรียนแล้วนำมาส่งทีหลัง พร้อมทั้งนำเสนอ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 9 การจัดกระบวนการเรียนรู้ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง สารประกอบอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน

ขั้นตอนการจัดกระบวนการเรียนรู้	ข้อค้นพบ	แนวทางแก้ไข
1) ผู้เรียนถูกกระตุ้นความสนใจด้วยคำถามทางวิทยาศาสตร์ - ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มต่อโครงสร้างแบบจำลองที่ครูเตรียมไว้ โดยจะต้องต่อให้ครบพันธะของคาร์บอนให้เป็นไปตามกฎออกเตต โดยให้เวลา 5 นาที แล้วให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอและอภิปรายให้เหตุผล - ครูซักถามนักเรียนถึงโครงสร้างที่แต่ละกลุ่มนำเสนอว่าจัดเป็นสารประเภทใดบ้าง และสารที่มีลักษณะพันธะเดี่ยวสลับพันธะคู่น่าจะเป็นสารประเภทใด เพื่อสรุปถึงสารประเภทอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน - ครูซักถามถึงสารประกอบไฮโดรคาร์บอนชนิดนี้ว่าที่สมบัติและปฏิกิริยาแตกต่างจากแอลเคน แอลคีน และแอลไคน์หรือไม่ อย่างไร	- นักเรียนส่วนใหญ่สามารถต่อโครงสร้างได้และรู้ว่าโครงสร้างใดเป็นอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน แต่มีบางกลุ่มได้รับอุปกรณ์เกิน ทำให้ได้โครงสร้างแบบอื่นมา - นักเรียนบางกลุ่มไม่สามารถอธิบายสมบัติบางประการของอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอนได้	- ครูควรตรวจสอบอุปกรณ์ให้เรียบร้อยก่อนดำเนินการสอนทุกครั้ง เพื่อให้เกิดความผิดพลาดน้อยที่สุด -ให้ร่วมกันทบทวนผลการทดลองที่เคยทำไปแล้วหรือครูนำผลการทดลองให้นักเรียนสรุปอีกครั้ง
2) ผู้เรียนค้นหาข้อมูลหลักฐานต่างๆ เพื่อพัฒนาและประเมินคำอธิบายในการตอบคำถามทางวิทยาศาสตร์ - ครูยกตัวอย่างโมเดลโครงสร้างของสารอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน เช่น เบนซีน แล้วถามนักเรียนว่ามีลักษณะเป็นอย่างไร - ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทบทวนถึงสมบัติการเผาไหม้ของเบนซีน จากการทดลอง เรื่อง สมบัติบางประการของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน (ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2) ว่ามีผลคล้ายกับเฮกเซนและเฮกซีนหรือไม่อย่างไร	- นักเรียนสามารถอธิบายสมบัติของสารอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอนได้ จากผลการทดลองที่นักเรียนเคยทำมาแล้ว ที่ทดสอบกับสารเบนซีน	

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 9 (ต่อ)

ขั้นตอนการจัดกระบวนการเรียนรู้	ข้อค้นพบ	แนวทางแก้ไข
3) ผู้เรียนสร้างคำอธิบายจากหลักฐานที่มีอยู่เพื่อตอบคำถามทางวิทยาศาสตร์ ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการทดลองเกี่ยวกับเบนซีน จากกิจกรรมการทดลอง เรื่อง สมบัติบางประการของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน โดยครูใช้ประเด็นคำถามดังนี้ - เบนซีนละลายน้ำหรือไม่ เพราะเหตุใด - การเผาไหม้ของเบนซีนเป็นอย่างไร - เบนซีนสามารถเกิดปฏิกิริยาหรือไม่ อย่างไร	- นักเรียนสามารถตอบประเด็นคำถามได้ถูกต้องครบถ้วน	
4) ผู้เรียนประเมินคำอธิบายต่างๆ ที่สร้างขึ้นจากคำอธิบายที่หลากหลายเชื่อมโยงไปสู่ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ได้ - นักเรียนและครูร่วมกันสรุปเกี่ยวกับสมบัติของเบนซีนและสมบัติของอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอนบางชนิด - ให้นักเรียนสืบค้นเพิ่มเติมและอภิปรายหน้าชั้นเรียนเกี่ยวกับประโยชน์และอันตรายของสารประกอบอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน	- นักเรียนสามารถสรุปถึงสมบัติของสารประกอบอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอนและอภิปรายเกี่ยวกับประโยชน์และอันตรายได้ถูกต้องครบถ้วน	
5) ผู้เรียนสื่อสารและให้เหตุผลของคำอธิบาย ให้นักเรียนเขียนแผนผังแนวคิด เรื่อง สารประกอบอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน พร้อมทั้งนำเสนอหน้าชั้นเรียน	- เวลาในการนำเสนอแผนผังแนวคิด เรื่อง สารประกอบอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอนทีละคนไม่เพียงพอในการนำเสนอ	-จึงปรับกิจกรรมเป็นการนำเสนอแผนผังแนวคิดเป็นกลุ่ม นอกเวลาเรียน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

หลังจากผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้ออกแบบไว้ ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตในระหว่างที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้และการจดบันทึกหลังสอนของผู้วิจัยและข้อมูลจากการบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียนในแต่ละแผน เพื่อนำข้อมูลมาปรับปรุงแก้ไขในแผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 6 แผน พบว่าแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับแผนผังแนวคิด มีการพัฒนาและปรับปรุงในส่วนของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยแบ่งออกเป็น 5 ประเด็นตามลักษณะของการสืบเสาะหาความรู้ ดังมีรายละเอียดต่อนี้

1. ผู้เรียนถูกกระตุ้นความสนใจด้วยคำถามทางวิทยาศาสตร์

1.1 การกระตุ้นความสนใจของนักเรียนโดยการใช้สื่อ เช่น การใช้บัตรคำที่แสดงสัญลักษณ์ของธาตุและการใช้แบบจำลองโครงสร้าง ควรเป็นสื่อที่สามารถต่อได้หลายโครงสร้าง และควรให้นักเรียนต่อโครงสร้างด้วยตนเองจะได้เห็นความแตกต่างชัดเจน แล้วกระตุ้นด้วยคำถาม โดยคำถามนั้นต้องนำไปสู่การสืบเสาะค้นหาคำตอบ

จากข้อมูลที่ได้จากการสังเกตการจัดการเรียนรู้ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ในกิจกรรมตอนที่ 1 ที่ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันต่อโครงสร้างเกี่ยวกับพันธะเคมีของธาตุคาร์บอนจากบัตรคำ แล้วใช้คำถามกระตุ้นว่า “นักเรียนทราบหรือไม่ว่า การเกิดพันธะโคเวเลนต์ของคาร์บอนมีได้ทั้งหมดกี่พันธะ” หลังจากนั้นนักเรียนพิจารณาจากโครงสร้างที่นักเรียนต่อจากบัตรคำ เพื่อให้เกิดความเข้าใจเกี่ยวกับการสร้างพันธะของคาร์บอน ซึ่งทำให้นักเรียนได้ค้นหาข้อมูลเพื่อที่จะตอบคำถามสอดคล้องกับข้อมูลที่ได้จากแบบบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน ดังตัวอย่างต่อไปนี้

“กิจกรรมการต่อโครงสร้างจากบัตรคำทำให้รู้ว่า การเกิดพันธะของคาร์บอนเกิดได้กี่พันธะ และยังเป็นการใช้ความคิดร่วมกันในการหาคำตอบ” (นักเรียน: บันทึกการเรียนรู้, 28 พฤศจิกายน 2555)

จากข้อมูลดังกล่าว พบว่า กิจกรรมที่มีการต่อบัตรคำเป็นโครงสร้างนักเรียนสามารถต่อได้เพียงโครงสร้างเดียวใน 1 กลุ่ม ทำให้นักเรียนเห็นตัวอย่างที่ไม่หลากหลาย จึงควรมีการปรับบัตรคำให้สามารถต่อเป็นโครงสร้างได้หลากหลาย จะทำให้ได้เห็นความแตกต่างของโครงสร้างที่ชัดเจน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

และในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง การสร้างพันธะของคาร์บอนในกิจกรรมตอนที่ 2 ให้นักเรียนพิจารณาแบบจำลองโครงสร้างของลิวอิสของบิวเทนกับ 2- เมทิลโพรเพน ซึ่งมีสูตรโมเลกุลเหมือนกันแต่สูตรโครงสร้างต่างกัน แล้วถามนักเรียนว่า โครงสร้างสารทั้งสองนี้เหมือนกันหรือไม่ และมีสูตรโมเลกุลเหมือนกันหรือไม่ พบว่านักเรียนสังเกตจากโครงสร้างที่ครูต่อบางกลุ่มอาจสังเกตได้ไม่ชัดเจนจึงทำให้ตอบคำถามไม่ถูกต้อง จึงควรมีการปรับกิจกรรมให้นักเรียนต่อโครงสร้างด้วยตนเองจะทำให้เข้าได้ดีขึ้น

1.2 การกระตุ้นความสนใจของนักเรียนโดยครูเขียนแสดงสูตรโมเลกุล สูตรโครงสร้างบนกระดานทำให้นักเรียนไม่สนใจ ควรมีเทคนิคกระตุ้นให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการคิด และควรใช้สื่อที่เป็นรูปธรรม เช่น แบบจำลอง

ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง ลักษณะของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน ครูให้นักเรียนสังเกตสูตรโมเลกุลสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่มีจำนวนคาร์บอนเท่ากัน เช่น เฮกเซน เฮกซีน และเบนซีน แล้วถามนักเรียนว่าสมบัติของสารประกอบทั้ง 3 ชนิด เหมือนกันหรือไม่ อย่างไร ให้นักเรียนสังเกตและอธิบายถึงความแตกต่าง พบว่านักเรียนส่วนใหญ่ตอบได้ว่ามีสมบัติที่แตกต่างกันเพราะประกอบด้วยสัดส่วนของธาตุไฮโดรเจนที่ต่างกัน แต่นักเรียนไม่สามารถตอบได้ถึงพันธะที่แตกต่างกันได้ จึงควรมีการปรับเปลี่ยนกิจกรรมโดยให้นักเรียนได้ต่อโครงสร้างจากแบบจำลองเอง

ส่วนในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่องสารประกอบแอลเคน ในกิจกรรมตอนที่ 1 ครูเขียนสูตรโมเลกุลและเขียนโครงสร้างแบบเส้นของสารประกอบแอลเคน แล้วให้นักเรียนพิจารณาว่า สารประกอบแอลเคนมีลักษณะเป็นอย่างไร พบว่า นักเรียนบางส่วนยังเล่นและคุยไม่สนใจที่จะค้นหาคำตอบจากสิ่งที่ครูถาม จึงควรปรับเปลี่ยนกิจกรรมให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมมากขึ้นโดยการให้นักเรียนเขียนโครงสร้างหรือต่อแบบจำลองโครงสร้างด้วยตนเอง

จากข้อมูลดังกล่าว ผู้วิจัยจึงใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่องสารประกอบแอลคีน โดยครูยกตัวอย่างสูตรโมเลกุลแล้วให้นักเรียนลองเขียนสูตรโครงสร้างแบบเส้นบนกระดานหลังจากนั้นให้นักเรียนร่วมกันพิจาณา แล้วจึงใช้คำถามกระตุ้นความสนใจ พบว่า นักเรียนบางส่วนยังไม่สามารถอธิบายลักษณะของสารประกอบแอลเคนและแอลคีนได้ และนักเรียนบางคนเล่นและคุยกัน ไม่ร่วมกันคิดหาคำตอบจากที่ครูถามหรือไม่ให้ความสนใจกับเพื่อนที่ออกมาเขียนโครงสร้าง ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลที่ได้จากแบบบันทึกหลังสอนของครู ดังตัวอย่างต่อไปนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

“นักเรียนบางคนไม่สนใจเวลาที่ตัวแทนกลุ่มออกมาเขียนโครงสร้างบนกระดานหน้าชั้นเรียน และเมื่อซักถามหรือให้อธิบายก็ไม่สามารถตอบหรืออธิบายได้ ” (ครู: บันทึกหลังสอนของครู, 26 ธันวาคม 2555)

จากข้อมูลที่ได้จากการสังเกตในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 ที่การกระตุ้นความสนใจโดยให้นักเรียนออกไปเขียนสูตรโครงสร้างแบบเส้นบนกระดาน ยังมีนักเรียนที่ไม่สนใจในการพิจารณาโครงสร้างที่เพื่อนออกไปเขียน และกิจกรรมนี้ใช้เวลาค่อนข้างนาน จึงควรมีการปรับกิจกรรมโดยการใช้สื่อที่เห็นเป็นรูปธรรม เช่น แบบจำลองโครงสร้าง ซึ่งสามารถปรับแนวทางการจัดการเรียนรู้ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง สารประกอบแอลไคน์ และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง อะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน โดยการให้นักเรียนได้ต่อแบบจำลองโครงสร้างของสารประกอบด้วยตนเอง หรือให้ทำเป็นกลุ่ม ทำให้นักเรียนสนใจเรียนมากขึ้นและสามารถอธิบายสมบัติของสารประกอบได้ ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลที่ได้จากแบบบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน ดังตัวอย่างต่อไปนี้

“สนุกกับการต่อแบบจำลองโครงสร้าง เพราะทุกคนในกลุ่มได้มีส่วนร่วมในการทำ และช่วยกันนำเสนอผลงาน ทำให้เข้าใจเรื่องที่เรียนได้ดีขึ้น” (นักเรียน: บันทึกการเรียนรู้, 17 มกราคม 2556)

2. ผู้เรียนค้นหาข้อมูลหลักฐานต่างๆ เพื่อพัฒนาและประเมินคำอธิบายในการตอบคำถามทางวิทยาศาสตร์

2.1 ให้นักเรียนสังเกตจากบัตรคำที่แสดงสูตรแบบต่างๆ หรือแบบจำลองโครงสร้าง จากนั้นให้หาลักษณะร่วม

จากการสังเกตกิจกรรมในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องการสร้างพันธะของคาร์บอน ในกิจกรรมตอนที่ 1 ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มรับบัตรคำที่มีสูตรแบบต่างๆ แล้วพิจารณาจากบัตรคำว่าสูตรต่างๆเป็นสารชนิดเดียวกันหรือไม่ พบว่านักเรียนบางกลุ่มไม่สามารถอธิบายหรือสรุปจากบัตรคำได้ ดังนั้นครูควรใช้คำถามกระตุ้นความคิดนักเรียนให้นักเรียนหาคำตอบได้ด้วยตนเอง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ส่วนในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง สารประกอบแอลเคน ในกิจกรรมตอนที่ 1 โดยครูยกตัวอย่างสูตรโมเลกุลของสารประกอบแอลเคนพร้อมทั้งเขียนชื่อ เช่น CH_4 (Methane) C_2H_6 (Ethane) C_3H_8 (Propane) C_4H_{10} (Butane) เป็นต้น และยกตัวอย่างโดยการเขียนโครงสร้างของสารประกอบแอลเคนที่เป็นโซ่กิ่งพร้อมทั้งระบุชื่อโครงสร้างหลาย ๆ โครงสร้าง ให้นักเรียนได้พิจารณาว่ามีหลักในการอ่านชื่อของสารประกอบแอลเคนเหล่านี้ได้อย่างไร พบว่านักเรียนบางกลุ่มไม่ค่อยสนใจในการค้นหาข้อมูลกับโครงสร้างที่ครูยกตัวอย่าง จึงควรปรับให้มีกิจกรรมที่หลากหลายมากขึ้นให้นักเรียนในกลุ่มทุกคนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรม ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลจากการบันทึกหลังสอนของครู ดังตัวอย่างต่อไปนี้

"นักเรียนบางคนไม่สนใจในการค้นหาข้อมูลจากตัวอย่างโครงสร้างของสารประกอบที่ครูให้พิจารณา" (ครู: บันทึกหลังสอนของครู, 17 ธันวาคม 2555)

จากข้อมูลดังกล่าวจึงเป็นแนวทางในการปรับปรุงในแผนต่อๆไป โดยผู้วิจัยได้มีการปรับเปลี่ยนในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง สารประกอบแอลคีน และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง สารประกอบแอลไคน์ จากที่ครูยกตัวอย่างสูตรโมเลกุล ชื่อและสูตรโครงสร้างบนกระดาน ได้ปรับเปลี่ยนมาใช้บัตรคำที่แสดงถึงชื่อและสูตรโครงสร้างของสารประกอบที่เป็นแบบโซ่กิ่ง พร้อมทั้งให้ดูแบบจำลองของโครงสร้างประกอบด้วย และให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันพิจารณาลักษณะร่วมเพื่อสรุปหลักในการอ่านชื่อของสารประกอบ พบว่านักเรียนส่วนใหญ่สามารถสรุปหลักในการอ่านชื่อสารประกอบได้ และมีเพียงบางคนที่ไม่สามารถสรุปได้และไม่สามารถนับจำนวนอะตอมเป็นภาษากรีกได้ ทำให้เป็นปัญหาในการอ่านชื่อ ครูจึงควรให้เพื่อนในกลุ่มช่วยกันอธิบายกันภายในกลุ่มอีกครั้ง และควรมีการทบทวนความรู้พื้นฐานของนักเรียนก่อนเรียน

2.2 ควรมีการอภิปรายถึงวิธีการทำกิจกรรม การสังเกต การบันทึกผล และการเขียนสรุปผล โดยครูควรใช้ประเด็นคำถาม เพื่อให้นักเรียนสามารถสรุปผลได้ด้วยตนเอง

จากการสังเกตกิจกรรมในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องการสร้างพันธะของคาร์บอน ในกิจกรรมตอนที่ 2 ให้นักเรียนทำกิจกรรม เรื่องการจัดเรียงอะตอมของคาร์บอนในสารประกอบอินทรีย์ ซึ่งมีการต่อแบบจำลองโครงสร้างของสูตรโมเลกุล C_5H_{12} จะมีการจัดเรียงอะตอมของคาร์บอนเป็นอย่างไรได้บ้าง พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่สนใจในกิจกรรมดีและทำกิจกรรมการทดลองได้ถูกต้อง แต่มีนักเรียนบางกลุ่มที่ยังบันทึกผลไม่ครบถ้วน ครูมีการอภิปรายก่อนการทำกิจกรรมเกี่ยวกับการบันทึกผลเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ครบถ้วน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากข้อมูลดังกล่าวที่พบว่านักเรียนบันทึกข้อมูลไม่ครบถ้วน จึงมีการปรับในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 ที่มีกิจกรรมการทดลอง เรื่อง สมบัติบางประการของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน โดยครูควรมีการอภิปรายวิธีการทำและการบันทึกผลก่อนการทำกิจกรรมการทดลองให้ชัดเจน เพื่อให้นักเรียนบันทึกข้อมูลได้ครบถ้วน และจากการทำกิจกรรมทดสอบสมบัติและปฏิกิริยาของสารว่า เฮกเซน เฮกซีน และเบนซีน มีสมบัติเหมือนกันหรือแตกต่างกันอย่างไรบ้าง พบว่านักเรียนมีความสนใจที่ทำกิจกรรมและค้นหาข้อมูลหลักฐานเพื่อที่จะตอบคำถามได้ สอดคล้องกับข้อมูลที่ได้จากแบบบันทึกของนักเรียน ดังตัวอย่างต่อไปนี้

“ครูให้ทำการทดลองสมบัติบางประการของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน มีการใช้อุปกรณ์และได้สังเกตผลการทดลองจริงทำให้เข้าใจได้ดีขึ้น” (นักเรียน: บันทึกการเรียนรู้, 12 ธันวาคม 2555)

“ชอบในการทำกิจกรรมการทดลองสมบัติของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน ครูอธิบายวิธีทำการทดลองให้เข้าใจ ได้ลงมือปฏิบัติโดยใช้อุปกรณ์จริง และยังได้เห็นผลการทดลองจริง (นักเรียน: บันทึกการเรียนรู้, 12 ธันวาคม 2555)

2.3 ให้นักเรียนแบ่งหน้าที่กันทำกิจกรรมภายในกลุ่มและกระตุ้นให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายและสรุปผลการทดลองด้วยตนเอง

จากข้อมูลที่ได้จากการทำกิจกรรมการทดลองในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง สมบัติบางประการของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน ในลักษณะของการสืบเสาะที่ผู้เรียนค้นหาข้อมูลหลักฐานต่างๆ เพื่อพัฒนาและประเมินคำอธิบายในการตอบคำถามทางวิทยาศาสตร์ พบว่ามีนักเรียนบางคนในกลุ่มไม่ช่วยเพื่อนในกลุ่มทำการทดลอง และมีนักเรียนบางกลุ่มยังสรุปผลไม่ได้ จึงมีการเดินและลุกจากกลุ่มไปถามผลจากกลุ่มอื่น ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลที่ได้จากการบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน ดังตัวอย่างต่อไปนี้

“เพื่อนในกลุ่มบางคนไม่ช่วยทำการทดลอง มั่วแต่เล่นและคุยกัน” (นักเรียน: บันทึกการเรียนรู้, 12 ธันวาคม 2555)

ซึ่งสอดคล้องกับกับแบบบันทึกหลังสอนของครู ดังตัวอย่างต่อไปนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

“นักเรียนบางกลุ่มเล่นกันระหว่างทำการทดลอง ไม่สนใจเวลาที่ครูอธิบาย และเมื่อทำการทดลองเสร็จแล้ว เอาสารที่เหลือมาผสมกันเล่น” (ครู: บันทึกหลังสอนของครู, 10 ธันวาคม 2555)

ข้อมูลนี้ใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงกิจกรรมการเรียนรู้ในแผนต่อๆไป โดยครูควรให้นักเรียนได้มีการแบ่งหน้าที่กันภายในกลุ่มและให้รับผิดชอบในหน้าที่ของตน รวมถึงมีส่วนร่วมในการอภิปรายภายในกลุ่ม

3. ผู้เรียนสร้างคำอธิบายจากหลักฐานที่มีอยู่ เพื่อตอบคำถามทางวิทยาศาสตร์

3.1 ครูควรใช้เทคนิคการถามคำถาม เพื่อให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นและสามารถอธิบายเหตุผลประกอบได้

ตัวอย่างเช่น ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง ลักษณะของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน ครูได้นำสารตัวอย่างจริงมาให้นักเรียนทดสอบสมบัติและปฏิกิริยา แล้วให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายและการให้เหตุผลสรุป โดยครูได้ให้นักเรียนตอบคำถามท้ายกิจกรรมการทดลอง พบว่า นักเรียนบางคนในกลุ่มไม่ช่วยกันอภิปราย ครูจึงควรใช้คำถามระบุนักเรียนที่ไม่สนใจตอบคำถาม

นอกจากนี้แผนการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง สารประกอบแอลเคน ในกิจกรรมตอนที่ 1 โดยครูให้โครงสร้างของสารพร้อมกับชื่อสารประกอบแล้วให้นักเรียนอภิปรายและสรุปหลักการอ่านชื่อ พบว่านักเรียนส่วนใหญ่สามารถสรุปหลักการอ่านชื่อได้ว่า ต้องเลือกโซ่หลักที่ยาวที่สุด แต่นักเรียนบางคนไม่สามารถตอบได้ว่า โซ่หลักที่ยาวที่สุดจากโครงสร้างคือตรงไหน หรือไม่สามารถระบุตำแหน่งของหมู่แอลคิลที่มาเกาะ โดยยังไม่เข้าใจถึงลักษณะของโครงสร้างที่สามารถหักไปมาได้ ซึ่งสอดคล้องกับแบบบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียนดังตัวอย่างต่อไปนี้

“ยังไม่เข้าใจว่า เราจะดูโครงสร้างจากทางไหนว่ามันเป็นโซ่หลัก และเราจะรู้ได้อย่างไรว่าโซ่หลักที่เราเลือกเป็นโซ่ที่ยาวที่สุด” (นักเรียน: บันทึกการเรียนรู้, 19 ธันวาคม 2555)

อีกทั้งยังสอดคล้องกับแบบบันทึกหลังสอนของครู ดังต่อไปนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

“นักเรียนไม่เข้าใจถึงโครงสร้างสารว่าสามารถบิดไปมาได้ จึงทำให้เข้าใจว่าโครงสร้างเส้นตรงเพียงอย่างเดียวที่เป็นโซ่หลักที่ยาวที่สุด” (ครู: บันทึกหลังสอนของครู, 17 ธันวาคม 2555)

จากข้อมูลดังกล่าว ครูควรยกตัวอย่างเพิ่มเติมให้มากขึ้นหรือให้นักเรียนภายในกลุ่มช่วยกันอธิบายให้สมาชิกในกลุ่มเข้าใจ หรือครูอาจจะใช้คำถามกระตุ้นเป็นรายบุคคล เพื่อให้ได้ข้อสรุปจากความเข้าใจของนักเรียน ซึ่งแสดงให้เห็นได้จากการตอบคำถามของนักเรียนกับครู ดังนี้

ครู: นักเรียนคิดว่าจุดหลอมเหลวและจุดเดือดของแอลเคนมีความสัมพันธ์กับจำนวนอะตอมของคาร์บอนหรือไม่ อย่างไร

นักเรียน: มีความสัมพันธ์กัน เพราะเมื่อพิจารณาจำนวนของคาร์บอนที่เพิ่มขึ้น จะพบว่าจุดเดือดและจุดหลอมเหลวของแอลเคนจะมีค่าสูงขึ้นตามด้วย

ครู: แล้วนักเรียนคิดว่าที่อุณหภูมิ 25 °C แอลเคนโซ่ตรง จะมีสถานะเป็นอย่างไร

นักเรียน: อาจจะมีสถานะเป็นแก๊ส ของเหลว หรือของแข็งก็ได้ ขึ้นอยู่กับจำนวนอะตอมของคาร์บอน (บทสนทนาระหว่างการเรียน เรื่อง สารประกอบแอลเคน)

3.2 ครูควรให้นักเรียนครูควรใช้เทคนิคการถามคำถาม เพื่อให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นและสามารถอธิบายเหตุผลประกอบได้คำอธิบายผลการทำกิจกรรมเพื่อให้เพื่อนในห้องร่วมกันแสดงความคิด

ตัวอย่างเช่น ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง สารประกอบแอลคีน ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสรุปหลักการเรียกชื่อสารประกอบแอลคีนแบบโซ่กิ่งจากบัตรคำตามระบบการเรียกชื่อของ IUPAC และนำเสนอหน้าชั้นเรียน โดยมีการสุ่มออกมาหรือให้ออกมานำเสนอทุกกลุ่มตามประเด็นคำถามของครู ดังแสดงให้เห็นได้จากการตอบคำถามของนักเรียนกับครู ดังนี้

ครู: การเลือกโซ่คาร์บอนอะตอมที่เป็นโซ่หลักมีหลักในการเลือกอย่างไร

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

นักเรียน: ให้เลือกโซ่ของคาร์บอนอะตอมที่ยาวที่สุดเป็นโซ่หลัก แล้วในโซ่หลักจะต้องมีพันธะคู่อยู่ด้วย

ครู: การระบุตำแหน่งของโซ่หลักจะมีหลักในการเริ่มต้นตำแหน่งแรกอย่างไร

นักเรียน: ให้เริ่มต้นนับจากทางด้านที่ทำให้พันธะคู่เป็นตำแหน่งที่น้อยที่สุด

ครู: การอ่านชื่อโซ่หลักของสารประกอบแอลคีนเหมือนกับสารประกอบแอลเคนหรือไม่ อย่างไร

นักเรียน: ไม่เหมือนกัน เพราะสารประกอบแอลเคนจะลงท้ายด้วย –ane แต่สารประกอบแอลคีนจะลงท้ายด้วย –ene (บทสนทนาระหว่างการเรียน เรื่อง สารประกอบแอลคีน)

ซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่ที่ออกมานำเสนอตามประเด็นคำถามของครูในแต่ละกลุ่ม สามารถสรุปหลักในการอ่านชื่อสารประกอบแอลคีนได้เป็นลำดับขั้นตอน สามารถตอบคำถามต่างๆได้ดี ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลที่ได้จากแบบบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน ดังตัวอย่างต่อไปนี้

“เข้าใจในเรื่องที่เรียนมากขึ้น เพราะครูให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นในการตอบคำถาม ซึ่งจะทำให้เรารู้ว่าสิ่งที่เราเข้าใจนั้นถูกต้องหรือไม่” (นักเรียน: บันทึกการเรียนรู้, 19 ธันวาคม 2555)

“วันนี้มีความสุขที่ได้ออกไปนำเสนอหน้าชั้นเรียน ได้อธิบายให้เพื่อนๆ ฟัง แม้ว่าอาจจะมีบางเรื่องที่อธิบายให้เพื่อนฟังไม่เข้าใจ แต่ครูก็จะใช้คำถามถามต่อเพื่อให้เราและเพื่อนๆ เข้าใจมากขึ้น” (นักเรียน: บันทึกการเรียนรู้, 29 ธันวาคม 2555)

แต่มีนักเรียนบางส่วนที่ยังไม่เข้าใจการอ่านชื่อสารประกอบแอลคีนได้ ครูควรตรวจสอบคำอธิบายของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นและสามารถอธิบายเหตุผลในการตอบคำถาม เมื่อมีการนำเสนอหน้าชั้นเรียนเพื่อเปรียบเทียบข้อมูลของแต่ละกลุ่มว่ามีข้อค้นพบอย่างไร มีข้อผิดพลาดหรือปัญหาหรือไม่ ครูควรใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนอภิปรายร่วมกันในห้องเพื่อตรวจสอบว่าคำอธิบายของนักเรียนเพื่อให้ได้ข้อสรุปที่เป็นความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้อง ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลที่ได้จากบันทึกหลังสอนของครู ดังตัวอย่างต่อไปนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

“ครูควรใช้คำถามกระตุ้นความคิดนักเรียน เพื่อให้นักเรียนตรวจสอบคำอธิบายของตนเองให้เป็นคำอธิบายที่ถูกต้อง” (ครู: บันทึกหลังสอนของครู, 24 ธันวาคม 2555)

4. ผู้เรียนประเมินคำอธิบายต่างๆ ที่สร้างขึ้นจากคำอธิบายที่หลากหลายเชื่อมโยงไปสู่ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ได้

ครูควรให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอหน้าชั้นเรียนและร่วมกันตอบคำถามและอภิปรายร่วมกันเพื่อให้ได้ข้อสรุปที่เป็นความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้อง

ตัวอย่างในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง การสร้างพันธะของคาร์บอน โดยให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับสารที่เป็นไอโซเมอร์กัน โดยครูอาจจะใช้คำถามเพื่อเชื่อมโยงไปในประเด็นต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น “เมื่อต่อคาร์บอน 5 อะตอม และไฮโดรเจน 12 อะตอมด้วยพันธะเดี่ยวทั้งหมดจะได้โครงสร้างที่เป็นไปได้ทั้งหมดกี่แบบ และเมื่อต่อแบบจำลองโดยใช้คาร์บอน 5 อะตอม เช่นเดียวกัน แต่ให้มีพันธะคู่ระหว่างอะตอมของคาร์บอนหนึ่งพันธะ จะได้โครงสร้างกี่แบบ” เพื่อเชื่อมโยงไปสู่ลักษณะของสารที่เป็นไอโซเมอร์กัน

ตัวอย่างในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง สารประกอบแอลไคน์ โดยให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายหน้าชั้นเรียนและเปรียบเทียบข้อมูลที่ได้จากครู เพื่อให้ได้ข้อสรุปเกี่ยวกับสมบัติบางประการของแอลไคน์ที่ว่า “แนวโน้มของจุดหลอมเหลวและจุดเดือดของแอลไคนจะเพิ่มขึ้นตามจำนวนอะตอมของคาร์บอน และจุดเดือดของแอลไคน์จะสูงจุดเดือดของแอลเคนและแอลคีนที่มีจำนวนอะตอมของคาร์บอนเท่ากัน แอลไคน์ติดไฟง่าย ให้เปลวไฟสว่าง และมีเขม่า และสามารถเกิดปฏิกิริยาการเติมกับธาตุแฮโลเจน การเติมกรด HX การเติมน้ำ รวมทั้งสามารถฟอกจางสีสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตได้ ซึ่งสอดคล้องกับบันทึกหลังสอนของครู ดังต่อไปนี้

“การให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย และครูใช้คำถาม ทำให้นักเรียนสามารถประเมินคำอธิบายที่หลากหลายได้ มีความถูกต้องและสอดคล้องกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการยอมรับแล้ว” (ครู: บันทึกหลังสอนของครู, 28 พฤศจิกายน 2555)

5. ผู้เรียนสื่อสารและให้เหตุผลของคำอธิบาย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

5.1 ให้นักเรียนมีการสื่อสารและอธิบายโดยใช้แผนผังแนวคิดในการสรุปความเข้าใจที่ได้จากการเรียนรู้ พร้อมทั้งมีการนำเสนอ

ตัวอย่างในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ครูให้นักเรียนเขียนแผนผังแนวคิด เรื่อง พันธะของคาร์บอน โดยวิธีการเขียนแผนผังแนวคิด ครูได้วางโครงสร้างของแผนผังแนวคิดให้นักเรียนไว้โดยมีกล่องข้อความและคำเชื่อมความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิดไว้ พร้อมทั้งกำหนดแนวคิดต่างๆ มาให้และให้นักเรียนเลือกแนวคิดที่เหมาะสมเติมลงไปในกล่องข้อความที่กำหนดให้ เมื่อเติมจนครบก็ร่วมกันอภิปรายว่าแนวคิดที่นักเรียนเลือกมานั้นถูกต้องหรือไม่ แล้วมีความสัมพันธ์กันอย่างไร ซึ่งพบว่านักเรียนสามารถเติมแนวคิดได้ถูกต้อง และสามารถนำเสนอ ให้เหตุผล และได้แนวคิดหรือมุมมองในการปรับปรุงคำอธิบาย ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลที่ได้จากแบบบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียนดังตัวอย่างต่อไปนี้

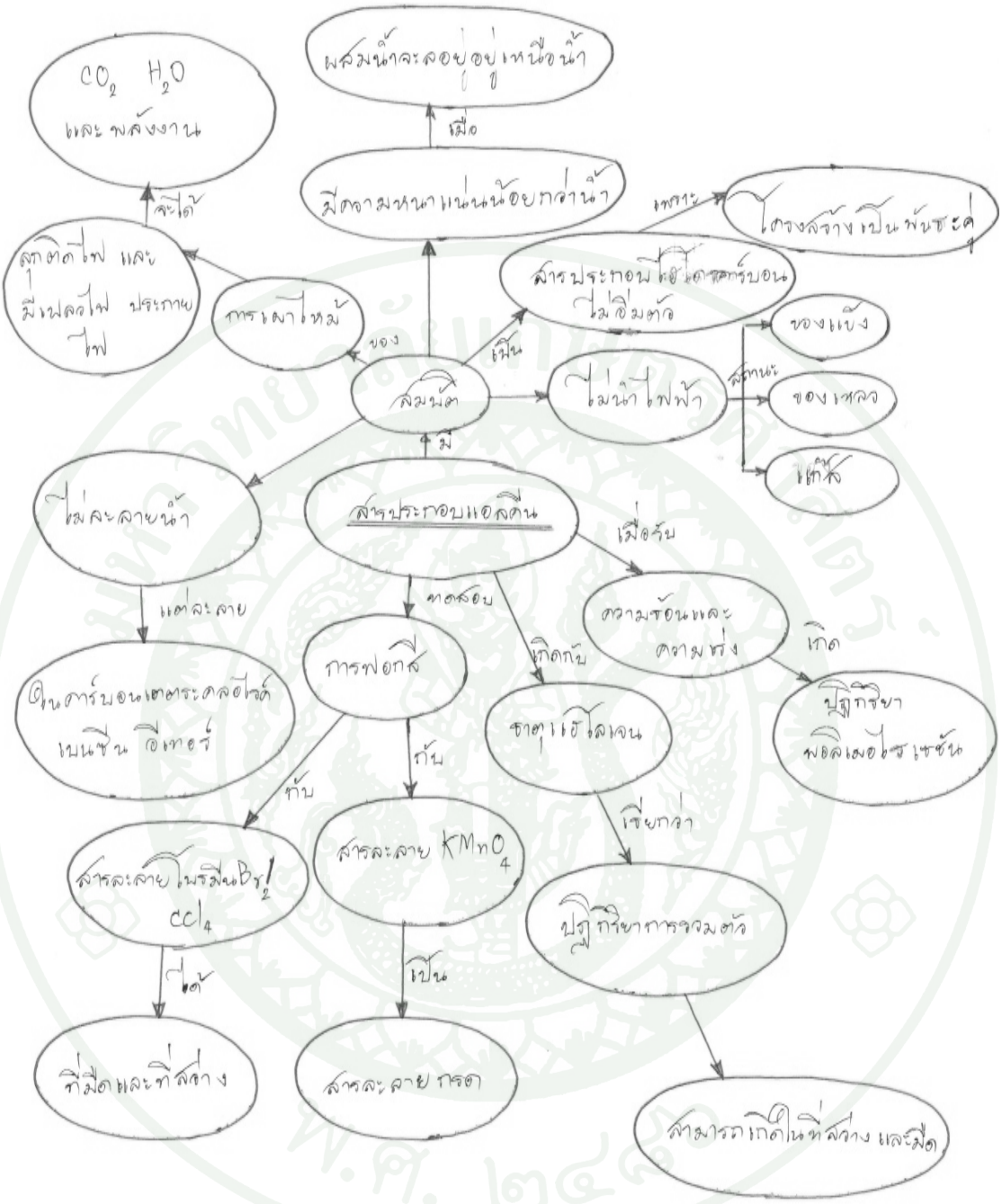
“ชอบการเขียนแผนผังความคิด เพราะเป็นการสรุปความรู้ ทำให้เข้าใจเรื่องที่เรียนได้มากขึ้น” (นักเรียน: บันทึกการเรียนรู้, 21 พฤศจิกายน 2555)

สอดคล้องกับข้อมูลที่ได้จากการบันทึกหลังสอนของครู ดังตัวอย่างต่อไปนี้

“การใช้แผนผังแนวคิดจะช่วยให้นักเรียนสามารถสื่อสารและให้เหตุผลของคำอธิบาย และสามารถที่จะพัฒนาแนวคิดได้ อีกทั้งยังช่วยให้นักเรียนเข้าใจเรื่องพันธะของคาร์บอนได้ดีขึ้น สังเกตได้จากการอภิปรายความเชื่อมโยงของแต่ละแนวคิด” (ครู: บันทึกหลังสอนของครู, 21 พฤศจิกายน 2555)

จากข้อมูลดังกล่าว การเขียนแผนผังแนวคิดในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ซึ่งเป็นการเติมคำทำให้นักเรียนสามารถทำแผนผังได้ง่ายและรวดเร็ว แต่ไม่สามารถรู้ได้ว่านักเรียนแต่ละคนมีความเข้าใจในเรื่องที่เรียนได้ระดับใด จึงปรับการเขียนแผนผังแนวคิดเป็นแบบมีเฉพาะหัวข้อให้นักเรียนเท่านั้นและให้นักเรียนเขียนเชื่อมโยงแต่ละแนวคิดเอง โดยใช้ในแผนการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง ลักษณะของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่สามารถเขียนแผนผังได้ถูกต้อง แต่เวลาที่ใช้ในการเขียนและในการนำเสนอในคาบเรียนไม่เพียงพอ ผู้วิจัยจึงปรับให้เขียนแผนผังแนวคิดในแผนที่ 3- 6 โดยการให้เขียนแผนผังนอกเวลาเรียนหลังที่เรียนจบในแต่ละแผนและส่งเป็นรายบุคคล เมื่อเรียนจบครบทั้งหมด 6 แผน หลังจากนั้นให้นักเรียนเขียนแผนผังร่วมกันอีกครั้ง โดยให้นำเสนอแผนผังแนวคิดเป็นกลุ่มๆ กลุ่มละ 1 เรื่อง (ดังภาพที่ 4 และ 5)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 4 แสดงแผนผังแนวคิดของนักเรียน เรื่อง สารประกอบแอลคีน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพที่ 5 แสดงแผนผังแนวคิดของนักเรียน เรื่อง สารประกอบแอลไคน์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

5.2 ให้นักเรียนร่วมกันเฉลยคำตอบจากการทำใบกิจกรรมใบงาน พร้อมทั้งอธิบายเหตุผลของคำตอบเป็นการเปิดโอกาสนักเรียนได้นำเสนอความรู้ที่ตนได้เรียนรู้และศึกษาค้นคว้ามา

ตัวอย่างในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 ครูให้นักเรียนฝึกเขียนชื่อของสารประกอบแอลเคนในใบงาน เรื่อง การเรียกชื่อของสารประกอบแอลเคน หลังจากนั้นสุ่มนักเรียนออกมาเฉลยคำตอบ พร้อมทั้งอธิบายเหตุผลในการตอบ พบว่านักเรียนนักเรียนสามารถสื่อสารและให้เหตุผลของคำตอบได้ และเป็นการเปิดโอกาสให้มีการซักถามกันระหว่างนักเรียน และมีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลที่ได้จากแบบบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียนดังตัวอย่างต่อไปนี้

“มีความสนุกที่ได้เรียน มีแบบฝึกหัดให้ทำ และได้แข่งขันออกไปเขียนชื่อสารหน้าชั้นเรียน ได้อธิบายคำตอบและฟังคำอธิบายจากเพื่อน ทำให้เข้าใจมากขึ้น” (นักเรียน: บันทึกการเรียนรู้, 19 ธันวาคม 2555)

สอดคล้องกับข้อมูลที่ได้จากการบันทึกหลังสอนของครู ดังตัวอย่างต่อไปนี้

“ครูใช้วิธีการให้นักเรียนออกมาเฉลยแบบฝึกหัดหรือใบงานที่นักเรียนทำนั้น ทำให้นักเรียนได้นำเสนอคำอธิบายของตนเองให้ผู้อื่นเข้าใจ สามารถซักถามกันได้ เพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ตรงกัน” (ครู: บันทึกหลังสอนของครู, 19 ธันวาคม 2555)

2. การพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารประกอบไฮโดรคาร์บอน

ผู้วิจัยได้พัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารประกอบไฮโดรคาร์บอน ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวคิด เก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบวัดแนวคิด เรื่อง สารประกอบไฮโดรคาร์บอน แบบบันทึกหลังสอนของครู และบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน ผู้วิจัยนำเสนอผลการศึกษาดังรายละเอียดต่อไปนี้

จากการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการวัดแนวคิด เรื่อง สารประกอบไฮโดรคาร์บอนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 37 คน พบว่า จากการเฉลี่ยคะแนนโดยภาพรวม พบว่านักเรียนส่วนใหญ่ มีแนวคิดถูกต้อง (SU) ร้อยละ 49.18 รองลงมามีแนวคิดถูกต้องบางส่วน (PU) ร้อยละ 21.92 มีแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) ร้อยละ 17.87 มีแนวคิดถูกต้องบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน (PU/SM) ร้อยละ 9.38 และไม่มีแนวคิด (NU) ร้อยละ 1.65 (ดังตารางที่ 10)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 10 แนวคิดของนักเรียนเกี่ยวกับสารประกอบไฮโดรคาร์บอน

(n = 37)

แนวคิด	กลุ่มคำตอบตามแนวคิด				
	SU	**PU**	**PU&SM**	**SM**	**NU**
	%	**%**	**%**	**%**	**%**
1. การสร้างพันธะของคาร์บอน	56.76	6.75	8.11	28.38	-
2. ลักษณะของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน	64.87	13.51	13.51	8.11	-
3. สารประกอบแอลเคน	36.04	37.84	5.40	14.41	6.31
4. สารประกอบแอลคีน	46.85	24.33	11.71	14.41	2.70
5. สารประกอบแอลไคน์	40.55	28.83	10.81	18.91	0.90
6. สารประกอบอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน	50.00	20.27	6.76	22.97	-
เฉลี่ย	**49.18**	**21.92**	**9.38**	**17.87**	**1.65**

หมายเหตุ: SU หมายถึง แนวคิดถูกต้อง PU หมายถึง แนวคิดถูกต้องบางส่วน PU/SM หมายถึง แนวคิดถูกต้องบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน SM หมายถึง แนวคิดคลาดเคลื่อน และ NU หมายถึงไม่มีแนวคิด

เมื่อแยกพิจารณาในแต่ละแนวคิดพบว่า นักเรียนมีองค์ประกอบของแต่ละแนวคิดหลัก แต่ละแนวคิดแตกต่างกัน ดังรายละเอียดแนวคิดของนักเรียน ต่อไปนี้

2.1 แนวคิดเรื่องการสร้างพันธะของคาร์บอน

จากการวิเคราะห์แนวคิดของนักเรียนเกี่ยวกับพันธะของคาร์บอนหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวคิด นักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดเกี่ยวกับการเขียนสูตรโครงสร้างของสารประกอบของคาร์บอน ไอโซเมอริซึมและไอโซเมอร์อยู่ในกลุ่มที่มีแนวคิดถูกต้อง (ดังตารางที่ 11) ซึ่งมีรายละเอียดของแนวคิดนักเรียนดังนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 11 แสดงความถี่และร้อยละของนักเรียนที่มีแนวคิด เรื่อง การสร้างพันธะของคาร์บอน

(n = 37)

แนวคิด	กลุ่มคำตอบตามแนวคิด									
	SU		PU		PU&SM		SM		NU	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
การเขียนสูตรโครงสร้างของสารประกอบของคาร์บอน	19	51.35	4	10.81	4	10.81	10	27.03	-	-
ไอโซเมอริซึมและไอโซเมอร์	23	62.16	1	2.70	2	5.41	11	29.73	-	-

หมายเหตุ: SU หมายถึง แนวคิดถูกต้อง PU หมายถึง แนวคิดถูกต้องบางส่วน PU/SM หมายถึง แนวคิดถูกต้องบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน SM หมายถึง แนวคิดคลาดเคลื่อน และ NU หมายถึงไม่มีแนวคิด

2.1.1 แนวคิดเกี่ยวกับการเขียนสูตรโครงสร้างของสารประกอบของคาร์บอน

ผู้วิจัยจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้คำถามกระตุ้นความคิดของนักเรียนเกี่ยวกับพันธะของคาร์บอน แล้วให้นักเรียนใช้บัตรคำที่มีสัญลักษณ์ของธาตุต่างๆ ร่วมกันต่อให้เป็นโครงสร้างที่ถูกต้อง แล้วให้นำเสนอโครงสร้างที่ต่อจากบัตรคำ หลังจากนั้นให้นักเรียนสังเกตโครงสร้างจากแบบจำลองโดยเปรียบเทียบกับโครงสร้างลิวอิสแบบเส้น โดยให้เขียนโครงสร้างแบบย่อ โครงสร้างแบบใช้เส้นและมุม และอภิปรายการเขียนสูตรโครงสร้างร่วมกัน

ผู้วิจัยพบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดเกี่ยวกับการเขียนสูตรโครงสร้างของสารประกอบของคาร์บอนร้อยละ 51.35 มีแนวคิดถูกต้อง (SU) โดยนักเรียนสามารถอธิบายได้สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ว่า “การเขียนสูตรโครงสร้างแบบย่อให้เขียนคาร์บอนติดกับธาตุที่สร้างพันธะโดยไม่ต้องเขียนพันธะ พร้อมทั้งระบุจำนวนอะตอมเป็นตัวห้อย หากมีกิ่งต่อขึ้นไปหรือมีกลุ่มอะตอมที่ซ้ำกันให้ใส่วงเล็บเอาไว้ ถ้ามีพันธะคู่หรือพันธะสามให้คงไว้เหมือนเดิม” ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลที่ได้จากแบบบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียนดังตัวอย่างต่อไปนี้

“ให้เขียนคาร์บอนและไฮโดรเจนมารวมกันแล้วเรียงตามสูตรโครงสร้างเดิม ถ้ามีกิ่งต่ออยู่ให้ใส่เป็นวงเล็บไว้ และถ้ามีพันธะคู่หรือสามให้ใส่คงไว้ด้วย” (นักเรียน: บันทึกการเรียนรู้, 28 พฤศจิกายน 2555)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สำหรับแนวคิดเรื่องการเขียนสูตรโครงสร้างแบบใช้เส้นและมุม นักเรียนสามารถอธิบายได้สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ว่า “เส้นแทนด้วยพันธะของคาร์บอนและเมื่อมีคาร์บอนตั้งแต่ 2 อะตอมขึ้นไป ให้เขียนเส้นเป็นแบบซิกแซก ถ้ามีกิ่งให้เขียนเส้นตรงต่อขึ้นไป ถ้ามีธาตุอื่นนอกจากคาร์บอนและไฮโดรเจนให้เขียนธาตุนั้นคงไว้” ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลที่ได้จากแบบบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียนดังตัวอย่างต่อไปนี้

“อะตอมของคาร์บอนจะเขียนเป็นมุม และเส้นแทนพันธะระหว่างคาร์บอนและถ้ามีธาตุอื่นที่ไม่ใช่คาร์บอนและไฮโดรเจนให้เขียนคงไว้” (นักเรียน: บันทึกการเรียนรู้, 28 พฤศจิกายน 2555)

นอกจากนี้ยังพบว่านักเรียนร้อยละ 27.03 มีแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) โดยนักเรียนมีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อนในเรื่องการเขียนสูตรโครงสร้างแบบเส้นและมุมว่า “ธาตุที่นอกเหนือจากคาร์บอน และไฮโดรเจน จะเขียนต่อท้ายไว้ด้านหลังโครงสร้าง และสามารถยุบได้เฉพาะธาตุไฮโดรเจนเท่านั้น”

2.1.2 แนวคิดเกี่ยวกับไอโซเมอริซึมและไอโซเมอร์

ผู้วิจัยจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยให้นักเรียนพิจารณาสูตรโครงสร้างจากแบบจำลองของบิวเทน กับ 2- เมทิลโพรเพน ซึ่งมีสูตรโมเลกุลเหมือนกันแต่สูตรโครงสร้างต่างกัน หลังจากนั้นให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายความหมายของไอโซเมอริซึมและไอโซเมอร์ แล้วให้นักเรียนทำกิจกรรมการจัดเรียงอะตอมของคาร์บอนในสารประกอบอินทรีย์ โดยการต่อโครงสร้างแบบจำลองจากคาร์บอนจำนวน 5 อะตอม และไฮโดรเจนจำนวน 12 อะตอม

ผู้วิจัยพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 62.16 มีแนวคิดถูกต้อง (SU) โดยนักเรียนอธิบายได้สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ว่า “สารที่จะเป็นไอโซเมอร์กันได้ จะมีสูตรโมเลกุลที่เหมือนกัน แต่จะมีสูตรโครงสร้างที่ต่างกัน” ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลที่ได้จากแบบบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียนดังตัวอย่างต่อไปนี้

“สารที่มีสูตรโมเลกุลเหมือนกันแต่มีโครงสร้างที่ต่างกัน จะเป็นไอโซเมอร์กัน” (นักเรียน: บันทึกการเรียนรู้, 28 พฤศจิกายน 2555)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

"สารที่จะเป็นไอโซเมอร์กัน จะต้องมีโครงสร้างที่แตกต่างกัน และมีสูตรโมเลกุลเหมือนกัน" (นักเรียน: บันทึกการเรียนรู้, 28 พฤศจิกายน 2555)

ส่วนนักเรียนร้อยละ 29.73 มีแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) โดยนักเรียนมีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อนว่า โครงสร้างเหมือนกันแต่มีสูตรโมเลกุลต่างกัน หรือสารที่มีสูตรโมเลกุลเหมือนกันสูตรโครงสร้างก็เหมือนกัน

2.2 แนวคิดเรื่องลักษณะของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน

จากการวิเคราะห์แนวคิดของนักเรียนเกี่ยวกับลักษณะของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน หลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวคิด นักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดเกี่ยวกับความหมายของสารประกอบของคาร์บอน และประเภทของสารประกอบไฮโดรคาร์บอนอยู่ในกลุ่มที่มีแนวคิดถูกต้อง (ดังตารางที่ 12) ซึ่งมีรายละเอียดของแนวคิดนักเรียนดังนี้

ตารางที่ 12 แสดงความถี่และร้อยละของนักเรียนที่มีแนวคิด เรื่อง ลักษณะของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน

(n = 37)

แนวคิด	**กลุ่มคำตอบตามแนวคิด**									
	SU		**PU**		**PU&SM**		**SM**		**NU**	
	f	**%**	**f**	**%**	**f**	**%**	**f**	**%**	**f**	**%**
ความหมายของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน	34	91.89	-	-	3	8.11	-	-	-	-
ประเภทของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน	14	37.84	10	27.03	7	18.92	6	16.21	-	-

หมายเหตุ: SU หมายถึง แนวคิดถูกต้อง PU หมายถึง แนวคิดถูกต้องบางส่วน PU/SM หมายถึง แนวคิดถูกต้องบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน SM หมายถึง แนวคิดคลาดเคลื่อน และ NU หมายถึงไม่มีแนวคิด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.2.1 แนวคิดเกี่ยวกับความหมายของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน

ผู้วิจัยจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยยกตัวอย่างสูตรโมเลกุลของสารประกอบของคาร์บอนแบบต่างๆ จากนั้นให้นักเรียนสังเกตว่าสารประกอบใดน่าจะเป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอน และให้อธิบายเหตุผลประกอบ หลังจากนั้นร่วมกันอภิปรายความหมายของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน ผู้วิจัยพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 91.89 มีแนวคิดถูกต้อง (SU) โดยนักเรียนอธิบายได้สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ว่า “สารประกอบไฮโดรคาร์บอน คือ สารประกอบที่ประกอบด้วยธาตุเพียง 2 ชนิด คือ คาร์บอน และไฮโดรเจนเท่านั้น” ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลที่ได้จากแบบบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียนดังตัวอย่างต่อไปนี้

“สารประกอบไฮโดรคาร์บอน จะเป็นสารประกอบที่ประกอบด้วยธาตุคาร์บอนและไฮโดรเจนเท่านั้น” (นักเรียน: บันทึกการเรียนรู้, 12 ธันวาคม 2555)

นอกจากนี้ยังพบว่า นักเรียนร้อยละ 8.11 มีแนวคิดถูกต้องบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน (PU/SM) โดยนักเรียนมีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนว่า “สารประกอบไฮโดรคาร์บอน คือ สารประกอบที่ประกอบด้วยธาตุคาร์บอน และไฮโดรเจน ที่มีสารอื่นมาเกาะอยู่ด้วย”

2.2.2 แนวคิดเกี่ยวกับประเภทของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน

ผู้วิจัยจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยสร้างสถานการณ์ ให้นักเรียนเป็นพิธีกรแข่งขันเกมโชว์ แล้วให้แต่ละกลุ่มส่งตัวแทนมาเป็นผู้เข้าร่วมแข่งขัน โดยพิธีกรเขียนโครงสร้างของสารทีละสารที่ครูเตรียมไว้ให้ แล้วให้เพื่อนที่เป็นผู้เข้าร่วมแข่งขันตอบว่าเป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนประเภทใด หลังจากนั้นอภิปรายผลการทำกิจกรรมร่วมกัน

ผู้วิจัยพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ ร้อยละ 37.84 มีแนวคิดถูกต้อง (SU) โดยนักเรียนอธิบายได้สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ว่า “อะลิฟาติกไฮโดรคาร์บอน เป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่ภายในโมเลกุลมีอะตอมของคาร์บอนต่อกันแบบโซ่เปิด ซึ่งอาจเป็นโซ่ตรงหรือโซ่ที่มีกิ่งและพันธะระหว่างคาร์บอนอะตอมอาจเป็นพันธะเดี่ยว พันธะคู่ พันธะสาม หรือมีพันธะมากกว่าหนึ่งชนิดผสมกัน อะลิไซคลิกไฮโดรคาร์บอน เป็นแบบวง พันธะระหว่างคาร์บอนอะตอมอาจเป็นพันธะเดี่ยว พันธะคู่ พันธะสาม หรือมีพันธะมากกว่าหนึ่งชนิดผสมกัน ส่วนอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอนเป็นสารประกอบที่คาร์บอนอะตอมต่อกันเป็นวง มีพันธะระหว่างคาร์บอนภายในวงเป็นพันธะเดี่ยว

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สลับกับพันธะคู่” ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลที่ได้จากแบบบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียนดังตัวอย่างต่อไปนี้

“ประเภทของสารประกอบไฮโดรคาร์บอนแบ่งตามโครงสร้างได้ 3 ประเภท คือ อะลิฟาติกไฮโดรคาร์บอน จะมีลักษณะเป็นโซ่เปิดแบบมีกิ่งหรือไม่มีก็ได้ อะลิไซคลิกไฮโดรคาร์บอน มีลักษณะเป็นแบบโซ่ปิดหรือแบบวง ส่วนอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน มีลักษณะเป็นวงมีพันธะเดี่ยวสลับกับพันธะคู่” (นักเรียน: บันทึกการเรียนรู้, 12 ธันวาคม 2555)

ส่วนนักเรียนร้อยละ 27.03 มีแนวคิดถูกต้องบางส่วน (PU) โดยนักเรียนมีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ว่า อะลิฟาติกไฮโดรคาร์บอน มีพันธะระหว่างคาร์บอนอะตอมอาจเป็นพันธะเดี่ยวซึ่งขาดการระบุถึงพันธะคู่ และพันธะสาม หรือไม่กล่าวถึงพันธะในโครงสร้าง

นอกจากนี้ยังพบว่านักเรียนร้อยละ 18.92 มีแนวคิดถูกต้องบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน (PU/SM) โดยนักเรียนมีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนว่า อะลิฟาติกไฮโดรคาร์บอน มีพันธะระหว่างคาร์บอนอะตอมเป็นพันธะเดี่ยวตลอดทั้งโมเลกุล”

2.3 แนวคิดเรื่องสารประกอบแอลเคน

จากการวิเคราะห์แนวคิดของนักเรียนเกี่ยวกับสารประกอบแอลเคน หลังจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวคิด นักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดเกี่ยวกับลักษณะของสารประกอบแอลเคนอยู่ในกลุ่มแนวคิดถูกต้อง ส่วนแนวคิดเกี่ยวกับการเรียกชื่อสารประกอบแอลเคนอยู่ในกลุ่มที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อนมากที่สุด และนักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดเกี่ยวกับสมบัติและปฏิกิริยาของสารประกอบแอลเคนอยู่ในกลุ่มที่มีแนวคิดถูกต้องบางส่วน (ดังตารางที่ 13) ซึ่งมีรายละเอียดของแนวคิดนักเรียนดังนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 13 แสดงความถี่และร้อยละของนักเรียนที่มีแนวคิดเรื่องสารประกอบแอลเคน

(n = 37)

แนวคิด	กลุ่มคำตอบตามแนวคิด									
	SU		PU		PU&SM		SM		NU	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
ลักษณะของสารประกอบแอลเคน	22	59.46	14	37.84	1	2.70	-	-	-	-
การเรียกชื่อของสารประกอบแอลเคน	7	18.92	10	27.03	4	10.81	13	35.13	3	8.11
สมบัติและปฏิกิริยาของสารประกอบแอลเคน	11	29.73	18	48.64	1	2.70	3	8.11	4	10.81

หมายเหตุ: SU หมายถึง แนวคิดถูกต้อง PU หมายถึง แนวคิดถูกต้องบางส่วน PU/SM หมายถึง แนวคิดถูกต้องบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน SM หมายถึง แนวคิดคลาดเคลื่อน และ NU หมายถึงไม่มีแนวคิด

2.3.1 แนวคิดเกี่ยวกับลักษณะของสารประกอบแอลเคน

ผู้วิจัยจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยยกตัวอย่างสูตรโมเลกุลของสารประกอบแอลเคน เช่น C_3H_8 C_4H_{10} C_5H_{12} เป็นต้น แล้วให้นักเรียนลองเขียนโครงสร้างแบบเส้นจากสูตรโมเลกุล จากนั้นใช้คำถามกระตุ้นความคิดนักเรียนว่า สารประกอบเหล่านี้มีลักษณะเป็นอย่างไร ให้พิจารณาพันธะในโครงสร้างและอภิปรายผลร่วมกัน

ผู้วิจัยพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ ร้อยละ 91.89 มีแนวคิดถูกต้อง (SU) โดยนักเรียนอธิบายได้สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ได้ว่า “สารประกอบแอลเคนเป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่มีพันธะเดี่ยวตลอดทั้งโมเลกุล เป็นสารประกอบอิ่มตัว แอลเคนมีสูตรทั่วไปเป็น C_nH_{2n+2} ส่วนไซโคลแอลเคนมีลักษณะเป็นแบบวงที่เป็นพันธะเดี่ยวทั้งหมด มีสูตรทั่วไปเป็น C_nH_{2n}” ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลที่ได้จากแบบบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียนดังตัวอย่างต่อไปนี้

“แอลเคนเป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่ยึดเหนี่ยวกันด้วยพันธะเดี่ยวทั้งหมด มีสูตรทั่วไปเป็น C_nH_{2n+2} เป็นสารประกอบอิ่มตัว ส่วนไซโคลแอลเคน โครงสร้างจะเป็น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แบบวงโดยปลายทั้งสองข้างของโซ่ตรงเชื่อมต่อกัน ทำให้ไฮโดรเจนหายไป 2 อะตอม จึงมีสูตรทั่วไปเป็น C_nH_{2n}" (นักเรียน: บันทึกการเรียนรู้, 19 ธันวาคม 2555)

ส่วนนักเรียนร้อยละ 37.84 มีแนวคิดถูกต้องบางส่วน (PU) โดยนักเรียนจะขาดในแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ว่า "สารประกอบแอลเคนเป็นสารประกอบอิ่มตัว"

2.3.2 แนวคิดเกี่ยวกับการเรียกชื่อของสารประกอบแอลเคน

ผู้วิจัยจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการแจกบัตรคำการเรียกจำนวนอะตอมของคาร์บอนใน 1 โมเลกุล แล้วยกตัวอย่างโดยการเขียนโครงสร้างของสารประกอบแอลเคนที่เป็นโซ่กิ่งพร้อมทั้งระบุชื่อโครงสร้างหลาย ๆ โครงสร้าง ให้นักเรียนร่วมกันพิจารณาโครงสร้าง หลังจากนั้นให้สรุปและอภิปรายเกี่ยวกับหลักในการอ่านชื่อโครงสร้างของสารประกอบแอลเคนที่เป็นโซ่กิ่งตามการเรียกชื่อ IUPAC โดยครูใช้คำถามกระตุ้นความคิด

ผู้วิจัยพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ ร้อยละ 35.13 มีแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) โดยนักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อนในการดูโครงสร้างเพื่อหาโซ่หลักที่ยาวที่สุดผิด และเลือกนับตำแหน่งในด้านที่หมู่แอลคิลมาเกาะไม่ใช่ตำแหน่งที่น้อยที่สุด และนักเรียนร้อยละ 18.92 มีแนวคิดถูกต้อง (SU) สามารถอธิบายแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ในการอ่านชื่อโครงสร้างของสารประกอบแอลเคนที่เป็นโซ่กิ่งได้ว่า "ให้เลือกโซ่หลักที่ยาวที่สุดและเลือกด้านที่ทำให้หมู่แอลคิลเป็นตำแหน่งที่น้อยที่สุดนับจำนวนคาร์บอนของโซ่หลักและลงท้ายด้วย –ane ระบุตำแหน่งหมู่แอลคิลที่มาเกาะแล้ว ดูจำนวนหมู่แอลคิลแล้วระบุจำนวนด้วยภาษากรีก ส่วนไซโคลแอลเคน จะอ่านเหมือนกับแอลเคนโดยจะเติมคำว่าไซโคลไว้หน้าโซ่หลัก" ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลที่ได้จากแบบบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียนดังตัวอย่างต่อไปนี้

"เลือกโซ่หลักของคาร์บอนที่ยาวที่สุด กำหนดตัวเลขแสดงตำแหน่งของคาร์บอน โดยเลือกทางด้านที่ทำให้หมู่แอลคิลเป็นตำแหน่งที่น้อยที่สุด แล้วระบุจำนวนหมู่แอลคิลโดยใช้คำนำหน้าเป็นภาษากรีก หลังจากนั้นตามด้วยชื่อหมู่ แล้วลงท้ายด้วยชื่อโซหลัก ส่วนไซโคลแอลเคน จะอ่านเหมือนกับสารประกอบแอลเคนเพียงแต่ใส่คำว่า ไซโคล (cyclo) นำหน้าชื่อ" (นักเรียน: บันทึกการเรียนรู้, 19 ธันวาคม 2555)

ส่วนนักเรียนร้อยละ 27.03 มีแนวคิดถูกต้องบางส่วน (PU) โดยนักเรียนไม่ได้ระบุถึงการลงท้ายชื่อหลักของสารประกอบแอลเคนด้วย –ane หรือไม่ได้ระบุถึงการอ่านชื่อ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ไซโคลแอลเคน และพบว่านักเรียนร้อยละ 8.11 ไม่มีแนวคิด (NU) โดยนักเรียนจะระบุเขียนคำตอบโดยนำตัวเลือกมาเขียนตอบ

2.3.3 แนวคิดเกี่ยวกับสมบัติและปฏิกิริยาของสารประกอบแอลเคน

ผู้วิจัยจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยกระตุ้นด้วยคำถามถึงสมบัติบางประการของสารประกอบแอลเคนและไซโคลแอลเคน ว่ามีลักษณะอย่างไรบ้าง และทำการทดลองทดสอบสมบัติและปฏิกิริยาของสารประกอบแอลเคน แล้วให้เขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจุดหลอมเหลวและจุดเดือดของแอลเคนกับจำนวนอะตอมของคาร์บอน หลังจากนั้นร่วมกันอภิปรายและเขียนแผนผังความคิด

ผู้วิจัยพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ ร้อยละ 48.64 มีแนวคิดถูกต้องบางส่วน (PU) โดยนักเรียนอธิบายได้สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ได้ว่า “สารประกอบแอลเคนและไซโคลแอลเคนจะเกิดปฏิกิริยาการแทนที่ด้วยธาตุแฮโลเจน ผลิตภัณฑ์ที่ได้จะมีกรดเกิดขึ้น” ซึ่งขาดการระบุถึงว่า “สารประกอบแอลเคนจะเกิดปฏิกิริยาการแทนที่และจะเกิดในที่มีแสงสว่างเท่านั้น”

ส่วนนักเรียนร้อยละ 29.73 มีแนวคิดถูกต้อง (SU) โดยนักเรียนสามารถอธิบายได้เพิ่มเติมจากกลุ่ม PU ได้ว่า “สารประกอบแอลเคนและไซโคลแอลเคน จะเกิดปฏิกิริยาการแทนที่และจะทำปฏิกิริยาในที่มีแสงสว่างเท่านั้น และทำปฏิกิริยาผลิตภัณฑ์ที่ได้จะมีกรดเกิดขึ้น” ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลที่ได้จากแบบบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียนดังตัวอย่างต่อไปนี้

“สารประกอบแอลเคนจะเกิดปฏิกิริยาการแทนที่ เช่น ปฏิกิริยาของเฮกเซนกับโบรมีนจะเกิดปฏิกิริยาในที่สว่างเท่านั้น และมีกรดเกิดขึ้นด้วย” (นักเรียน: บันทึกการเรียนรู้, 19 ธันวาคม 2555)

2.4 แนวคิดเรื่องสารประกอบแอลคีน

จากการวิเคราะห์แนวคิดของนักเรียนเกี่ยวกับสารประกอบแอลคีน นักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดเกี่ยวกับลักษณะของสารประกอบแอลคีน สมบัติและปฏิกิริยาของสารประกอบแอลคีนอยู่ในกลุ่มแนวคิดถูกต้อง และนักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดเกี่ยวกับการเรียกชื่อของสารประกอบแอลคีนอยู่ในกลุ่มที่มีแนวคิดถูกต้องบางส่วน (ดังตารางที่ 14) ซึ่งมีรายละเอียดของแนวคิดนักเรียนดังนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 14 แสดงความถี่และร้อยละของนักเรียนที่มีแนวคิดเรื่องสารประกอบแอลคีน

(n = 37)

แนวคิด	กลุ่มคำตอบตามแนวคิด									
	SU		PU		PU&SM		SM		NU	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
ลักษณะของสารประกอบแอลคีน	23	62.16	11	29.73	3	8.11	-	-	-	-
การเรียกชื่อของสารประกอบแอลคีน	4	10.81	16	43.25	9	24.32	7	18.92	1	2.70
สมบัติและปฏิกิริยาของสารประกอบแอลคีน	25	67.57	-	-	1	2.70	9	24.32	2	5.41

หมายเหตุ: SU หมายถึง แนวคิดถูกต้อง PU หมายถึง แนวคิดถูกต้องบางส่วน PU/SM หมายถึง แนวคิดถูกต้องบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน SM หมายถึง แนวคิดคลาดเคลื่อน และ NU หมายถึงไม่มีแนวคิด

2.4.1 แนวคิดเกี่ยวกับลักษณะของสารประกอบแอลคีน

ผู้วิจัยจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยยกตัวอย่างสูตรโมเลกุลสารประกอบแอลคีน เช่น C_3H_6 C_4H_8 C_5H_{10} เป็นต้น ให้นักเรียนลองเขียนโครงสร้างแบบเส้นบนกระดานหน้าชั้นเรียน แล้วให้นักเรียนพิจารณาสารประกอบไฮโดรคาร์บอนประเภทแอลคีนว่ามีลักษณะเป็นอย่างไร หลังจากนั้นยกตัวอย่างสารประกอบแอลคีนที่มีจำนวนคาร์บอนเท่ากับสารประกอบแอลเคนแล้วกระตุ้นความคิดนักเรียนว่าสารประกอบแอลคีนแตกต่างจากสารประกอบแอลเคนหรือไม่อย่างไร และทำการอภิปรายร่วมกัน

ผู้วิจัยพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 62.16 มีแนวคิดถูกต้อง (SU) โดยนักเรียนอธิบายได้สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ว่า “สารประกอบแอลคีน เป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่มีพันธะคู่ 1 พันธะ นอกนั้นจะเป็นพันธะเดี่ยวทั้งหมด เป็นสารประกอบไม่อิ่มตัว แอลคีนมีสูตรทั่วไปเป็น C_nH_{2n} ส่วนไซโคลแอลคีน มีลักษณะเป็นแบบวงที่มีพันธะคู่ 1 พันธะในโครงสร้าง มีสูตรทั่วไปเป็น C_nH_{2n-2}” ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลที่ได้จากแบบบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียนดังตัวอย่างต่อไปนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

“สารประกอบแอลคีนเป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนไม่อิ่มตัว เพราะมีพันธะคู่ในโครงสร้าง 1 พันธะ มีสูตรทั่วไป คือ C_nH_{2n} ส่วนไซโคลแอลคีนมีลักษณะเป็นวงที่มีพันธะคู่อยู่ 1 พันธะ มีสูตรทั่วไป คือ C_nH_{2n-2}” (นักเรียน: บันทึกการเรียนรู้, 26 ธันวาคม 2555)

ส่วนนักเรียนร้อยละ 37.84 มีแนวคิดถูกต้องบางส่วน (PU) โดยนักเรียนขาดการระบุถึงลักษณะของไซโคลแอลคีน นอกจากนี้ยังพบว่าร้อยละ 8.11 มีแนวคิดถูกต้องบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน (PU/SM) โดยนักเรียนมีแนวคิดที่คลาดเคลื่อนว่า “สารประกอบแอลคีนและไซโคลแอลคีนจะมีแต่พันธะคู่เท่านั้นในโครงสร้าง”

2.4.2 แนวคิดเกี่ยวกับการเรียกชื่อของสารประกอบแอลคีน

ผู้วิจัยจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการแจกบัตรคำที่แสดงถึงชื่อและสูตรโครงสร้างของสารประกอบแอลคีนที่เป็นแบบโซ่กิ่ง และให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันพิจารณาจากบัตรคำให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสรุปหลักการเรียกชื่อแอลคีนแบบโซ่กิ่งจากบัตรคำ ตามระบบการเรียกชื่อของ IUPAC และนำเสนอหน้า และร่วมกันอภิปรายตามประเด็นคำถาม

ผู้วิจัยพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 43.25 มีแนวคิดถูกต้องบางส่วน (PU) โดยนักเรียนอธิบายได้สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ว่า “การเรียกชื่อของสารประกอบแอลคีนให้เลือกโซ่หลักยาวที่สุดที่มีพันธะคู่อยู่ด้วย ระบุตำแหน่งโดยดูจากทางด้านที่ทำให้ตำแหน่งของพันธะคู่เป็นตำแหน่งที่น้อยที่สุด เปลี่ยนคำลงท้ายโซ่หลักเป็น –ene ส่วนการอ่านชื่อไซโคลแอลคีนจะเหมือนกับแอลคีน แต่จะมีคำว่า ไซโคล (Cyclo) นำหน้าชื่อโซ่หลัก” ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลที่ได้จากแบบบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียนดังตัวอย่างต่อไปนี้

“หลักในการอ่านชื่อสารประกอบแอลคีน จะต้องเลือกโซ่หลักที่ยาวที่สุด โดยในโซ่หลักจะต้องมีพันธะคู่อยู่ด้วย กำหนดตำแหน่งทางด้านที่ทำให้พันธะคู่เป็นตำแหน่งที่น้อยที่สุด การอ่านชื่อโซ่หลักจะเปลี่ยนคำลงท้ายจาก –ane เป็น –ene” (นักเรียน: บันทึกการเรียนรู้, 26 ธันวาคม 2555)

ส่วนนักเรียนร้อยละ 10.81 มีแนวคิดถูกต้อง (SU) โดยนักเรียนสามารถอธิบายได้เพิ่มเติมจากกลุ่ม PU ได้ว่า “จะต้องระบุตำแหน่งหมู่แอลคิลที่มาเกาะ ดูจำนวนหมู่แอลคิลที่มาเกาะแล้วใส่เป็นภาษากรีก และเรียงลำดับตามตัวอักษร แล้วให้ใส่ตำแหน่งของพันธะคู่ หน้าชื่อ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

โซ่หลัก” โดยนักเรียนอธิบายได้สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ว่า “การเรียกชื่อของสารประกอบแอลคีน ให้ดูโซ่หลัก คือ โซ่ที่ยาวที่สุดและมีพันธะคู่อยู่ในนั้นด้วย โดยระบุตำแหน่งจะนับจากด้านที่พันธะคู่อยู่ในตำแหน่งที่น้อยที่สุด ระบุตำแหน่งของหมู่แอลคิลที่มาเกาะ ดูจำนวนหมู่แอลคิลที่มาเกาะแล้วใส่เป็นภาษากรีก และเรียงลำดับตามตัวอักษร ให้ใส่ตำแหน่งของพันธะคู่ แล้วนับจำนวนคาร์บอนของโซ่หลักแล้วลงท้ายด้วย –ene ส่วนไซโคลแอลคีนจะอ่านเหมือนแอลคีน แต่ต้องเติมคำว่า Cyclo ลงไปข้างหน้าของโซ่หลัก”

ส่วนนักเรียนร้อยละ 24.32 มีแนวคิดถูกต้องบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน (PU/SM) โดยนักเรียนมีแนวคิดที่คลาดเคลื่อนว่า “การนับตำแหน่งของโซ่หลักให้เลือกตำแหน่งของหมู่แอลคิลที่มาเกาะเป็นตำแหน่งที่น้อยที่สุด หรือการนับตำแหน่งของโซ่หลักให้เริ่มนับตำแหน่งแรกตรงพันธะคู่ก่อน”

2.4.3 แนวคิดเกี่ยวกับสมบัติและปฏิกิริยาของสารประกอบแอลคีน

ผู้วิจัยจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยให้ทำการทดลองทดสอบสมบัติและปฏิกิริยาของสารประกอบแอลคีน และกระตุ้นด้วยคำถามว่า สมบัติบางประการของสารประกอบแอลคีนและไซโคลแอลคีน ว่ามีลักษณะอย่างไรบ้าง แล้วให้นักเรียนอธิบายและเขียนสมการเกี่ยวกับปฏิกิริยาการเติมและการฟอกสีของสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตของเฮกซีน และเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจุดหลอมเหลวและจุดเดือดของแอลคีนกับจำนวนอะตอมของคาร์บอน หลังจากนั้นร่วมกันอภิปรายและเขียนแผนผังแนวคิด

ผู้วิจัยพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ ร้อยละ 67.57 มีแนวคิดถูกต้อง (SU) โดยนักเรียนอธิบายได้สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ว่า “สารประกอบแอลคีนและไซโคลแอลคีนจะเกิดปฏิกิริยาการรวมตัวหรือการเติมทั้งในที่มืดและในที่สว่างได้” ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลที่ได้จากแบบบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียนดังตัวอย่างต่อไปนี้

“ปฏิกิริยาของสารประกอบแอลคีน แอลคีนมีความว่องไวในการเกิดปฏิกิริยาได้มากว่าแอลเคน เพราะแอลคีนสามารถเกิดปฏิกิริยาการเติม หรือ การรวมตัวกับธาตุแฮโลเจนทั้งในที่มืดและในที่สว่างได้” (นักเรียน: บันทึกการเรียนรู้, 26 ธันวาคม 2555)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ส่วนนักเรียนร้อยละ 24.32 มีแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) โดยนักเรียนมีแนวคิดที่คลาดเคลื่อนว่า “สารประกอบแอลคีนจะเกิดปฏิกิริยาการแทนที่”

2.5 แนวคิดเรื่องสารประกอบแอลไคน์

จากการวิเคราะห์แนวคิดของนักเรียนเกี่ยวกับสารประกอบแอลไคน์ นักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดเกี่ยวกับลักษณะของสารประกอบแอลไคน์ สมบัติและปฏิกิริยาของสารประกอบแอลไคน์อยู่ในกลุ่มแนวคิดถูกต้อง และนักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดเกี่ยวกับการเรียกชื่อของสารประกอบแอลไคน์อยู่ในกลุ่มที่มีแนวคิดถูกต้องบางส่วน (ดังตารางที่ 15) ซึ่งมีรายละเอียดของแนวคิดนักเรียนดังนี้

ตารางที่ 15 แสดงความถี่และร้อยละของนักเรียนที่มีแนวคิดเรื่องสารประกอบแอลไคน์

(n = 37)

แนวคิด	**กลุ่มคำตอบตามแนวคิด**									
	SU		**PU**		**PU&SM**		**SM**		**NU**	
	f	**%**	**f**	**%**	**f**	**%**	**f**	**%**	**f**	**%**
ลักษณะของสารประกอบแอลไคน์	24	64.86	9	24.32	4	10.81	-	-	-	-
การเรียกชื่อของสารประกอบแอลไคน์	5	13.51	15	40.54	5	13.51	11	29.73	1	2.70
สมบัติและปฏิกิริยาของสารประกอบแอลไคน์	16	43.24	8	21.62	3	8.11	10	27.03	-	-

หมายเหตุ: SU หมายถึง แนวคิดถูกต้อง PU หมายถึง แนวคิดถูกต้องบางส่วน PU/SM หมายถึง แนวคิดถูกต้องบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน SM หมายถึง แนวคิดคลาดเคลื่อน และ NU หมายถึงไม่มีแนวคิด

2.5.1 แนวคิดเกี่ยวกับลักษณะของสารประกอบแอลไคน์

ผู้วิจัยจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยสุ่มนักเรียนออกมาเขียนโครงสร้างหน้าชั้นเรียนของสารประกอบจากสูตรโมเลกุล เช่น C_3H_4 C_4H_6 C_5H_8 เป็นต้น แล้วให้นักเรียนร่วมกัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พิจารณา โดยใช้คำถามกระตุ้นความคิดนักเรียนว่า สารประกอบเหล่านี้ มีพันธะเหมือนหรือแตกต่างจากสารประกอบแอลเคนและแอลคีนอย่างไร และทำการอภิปรายร่วมกัน

ผู้วิจัยพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 64.86 มีแนวคิดถูกต้อง (SU) โดยนักเรียนอธิบายได้สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ว่า “แอลไคน์เป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนแบบไม่อิ่มตัวที่มีพันธะสาม 1 พันธะอยู่ในโมเลกุล นอกนั้นเป็นพันธะเดี่ยวทั้งหมด มีสูตรทั่วไปเป็น C_nH_{2n-2} ส่วนไซโคลแอลไคน์ มีลักษณะโครงสร้างแบบวงที่มีพันธะสาม 1พันธะในโครงสร้าง มีสูตรทั่วไปเป็น C_nH_{2n-4}” ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลที่ได้จากแบบบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียนดังตัวอย่าง ต่อไปนี้

“สารประกอบแอลไคน์ จะมีพันธะสามอยู่ในโครงสร้าง 1 พันธะและที่เหลือเป็นพันธะเดี่ยว เป็นสารประกอบที่ไม่อิ่มตัมเพราะมีพันธะสามอยู่ในโครงสร้าง มีสูตรทั่วไปคือ C_nH_{2n-2} ส่วนไซโคลแอลไคน์จะมีสูตรทั่วไป คือ C_nH_{2n-4}” (นักเรียน: บันทึกการเรียนรู้, 17 มกราคม 2556)

ส่วนนักเรียนร้อยละ 24.32 มีแนวคิดถูกต้องบางส่วน (PU) โดยนักเรียนไม่ได้ระบุถึงสูตรทั่วไปและความไม่อิ่มตัวของสารประกอบแอลไคน์ และร้อยละ 10.81 มีแนวคิดถูกต้องบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน (PU/SM) โดยนักเรียนมีแนวคิดที่คลาดเคลื่อนว่า “แอลไคน์จะมีพันธะสามเท่านั้นในโครงสร้าง ส่วนไซโคลแอลไคน์ โครงสร้างจะเป็นแบบวงจะเป็นพันธะคู่หรือพันธะสามหรือจะผสมกันก็ได้”

2.5.2 แนวคิดเกี่ยวกับการเรียกชื่อของสารประกอบแอลไคน์

ผู้วิจัยจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยแจกบัตรคำที่แสดงถึงชื่อและสูตรโครงสร้างของสารประกอบแอลไคน์ที่เป็นแบบโซ่กิ่ง และให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันพิจารณาบัตรคำ และร่วมกันสรุปหลักการเรียกชื่อแอลไคน์แบบโซ่กิ่งจากบัตรคำ

ผู้วิจัยพบว่านักเรียนส่วนใหญ่ ร้อยละ 43.25 มีแนวคิดถูกต้องบางส่วน (PU) โดยนักเรียนอธิบายได้สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ว่า “หลักการเรียกชื่อสารประกอบแอลไคน์ให้เลือกโซ่หลักที่ยาวที่สุดและมีพันธะสามอยู่ด้วย ระบุตำแหน่งโซ่หลักจากทางด้านที่ทำให้ตำแหน่งพันธะสามเป็นตำแหน่งที่น้อยที่สุด แล้วลงท้ายโซ่หลักด้วยเสียง –yne การอ่านชื่อไซโคลแอลไคน์จะมีคำว่า ไซโคล (Cyclo) นำหน้าชื่อโซ่หลัก” ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลที่ได้จากแบบบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียนดังตัวอย่างต่อไปนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

“ให้เลือกโซ่หลักที่มีพันธะสามอยู่ในโครงสร้างของสายคาร์บอนที่ยาวที่สุด และเริ่มระบุตำแหน่งจากทางด้านที่ทำให้พันธะสามเป็นตำแหน่งที่น้อยที่สุด ส่วนหลักการอื่นๆ จะเหมือนกับการอ่านชื่อสารประกอบแอลคีน เพียงแต่เปลี่ยนคำลงท้ายโซ่หลักจาก –ene เป็น –yne” (นักเรียน: บันทึกการเรียนรู้, 17 มกราคม 2556)

ส่วนนักเรียนร้อยละ 29.73 มีแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) โดยนักเรียนมีแนวคิดที่คลาดเคลื่อนว่า “ให้เลือกโซ่ที่ยาวที่สุดและดูจากหมู่แอลคิลที่มาเกาะเป็นตำแหน่งที่น้อยที่สุด และการอ่านชื่อไซโคลแอลไคน์ให้เลือกโซ่ที่ยาวที่สุด”

2.5.3 แนวคิดเกี่ยวกับสมบัติและปฏิกิริยาของสารประกอบแอลไคน์

ผู้วิจัยจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยกระตุ้นความคิดด้วยคำถามว่า สมบัติของสารประกอบแอลไคน์เหมือนหรือแตกต่างจากสารประกอบแอลเคนและแอลคีนหรือไม่อย่างไร โดยยกตัวอย่างสูตรโมเลกุลของสารประกอบแอลไคน์ เช่น C_4H_6 C_5H_8 C_6H_{10} แล้วให้นักเรียนเรียงลำดับจุดเดือดจากมากไปน้อยพร้อมทั้งอธิบายเหตุผล หลังจากนั้นซักถามถึงปฏิกิริยาของสารประกอบแอลไคน์ นักเรียนคิดว่าสารประกอบแอลไคน์ จะเกิดปฏิกิริยาเหมือนกับสารประกอบแอลเคนและแอลคีนหรือไม่อย่างไร ให้นักเรียนลองพิจารณาจากบัตรคำของปฏิกิริยา แล้วจึงอภิปรายร่วมกันและเขียนแผนผังความคิด

ผู้วิจัยพบว่านักเรียนส่วนใหญ่ ร้อยละ 43.24 มีแนวคิดถูกต้อง (SU) โดยนักเรียนอธิบายได้สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ว่า “สารประกอบแอลไคน์ เมื่อทำปฏิกิริยากับสารละลายโบรมีน (Br_2) จะฟอกสีทั้งในที่มืดและในที่สว่าง และทำปฏิกิริยาฟอกสีกับสารละลายด่างทับทิม ($KMnO_4$) ในการเผาไหม้จะติดไฟและมีเขม่ามาก สามารถเกิดปฏิกิริยาการรวมตัว” ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลที่ได้จากแบบบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียนดังตัวอย่างต่อไปนี้

“สารประกอบแอลไคน์จะเกิดปฏิกิริยาการรวมตัวหรือการเติม สามารฟอกสีโบรมีนและโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตทั้งในที่มืดและที่สว่างได้” (นักเรียน: บันทึกการเรียนรู้, 17 มกราคม 2556)

ส่วนนักเรียนร้อยละ 27.03 มีแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) โดยนักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อนว่า “สารประกอบแอลไคน์ ไม่ฟอกสีกับสารละลายด่างทับทิม และไม่ทำปฏิกิริยากับ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารละลายโบรมีนทั้งในที่มืดและในที่สว่าง การเผาไหม้จะไม่มีเขม่า สามารถเกิดปฏิกิริยาการแทนที่ได้"

2.6 แนวคิดเรื่องสารประกอบอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน

จากการวิเคราะห์แนวคิดของนักเรียนเกี่ยวกับสารประกอบอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน นักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดเกี่ยวกับลักษณะของสารประกอบอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน สมบัติและปฏิกิริยาของสารประกอบอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน อยู่ในกลุ่มแนวคิดถูกต้อง (ดังตารางที่ 16) ซึ่งมีรายละเอียดของแนวคิดนักเรียนดังนี้

ตารางที่ 16 แสดงความถี่และร้อยละของนักเรียนที่มีแนวคิดเรื่องสารประกอบอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน

(n = 37)

แนวคิด	กลุ่มคำตอบตามแนวคิด									
	SU		PU		PU&SM		SM		NU	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
ลักษณะของสารประกอบอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน	20	54.05	5	13.51	4	10.81	8	21.62	-	-
สมบัติและปฏิกิริยาของสารประกอบอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน	17	45.95	10	27.03	1	2.70	9	24.32	-	-

หมายเหตุ: SU หมายถึง แนวคิดถูกต้อง PU หมายถึง แนวคิดถูกต้องบางส่วน PU/SM หมายถึง แนวคิดถูกต้องบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน SM หมายถึง แนวคิดคลาดเคลื่อน และ NU หมายถึงไม่มีแนวคิด

2.6.1 แนวคิดเกี่ยวกับลักษณะของสารประกอบอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน

ผู้วิจัยจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มต่อโครงสร้างของแบบจำลองโมเลกุล ซึ่งจะสามารถต่อได้เป็นไซโคลแอลเคน หรือ ไซโคลแอลคีน หรืออะโรมาติก โดยหนึ่งกลุ่มจะต่อได้เพียงโครงสร้างเดียวเท่านั้น จากนั้นถามคำถามกระตุ้นความคิดว่า โครงสร้างที่แต่ละกลุ่มต่อได้จัดเป็นสารประเภทใดบ้าง และสารที่มีลักษณะพันธะเดี่ยวสลับพันธะคู่น่าจะเป็นสารประเภทใด และทำการอภิปรายร่วมกัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผู้วิจัยพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ ร้อยละ 54.05 มีแนวคิดถูกต้อง (SU) โดยนักเรียนอธิบายได้สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ว่า “อะโรมาติกไฮโดรคาร์บอนเป็นสารประกอบที่มีโครงสร้างเป็นแบบวง โดยมีพันธะเดี่ยวสลับพันธะคู่ ความยาวของแต่ละพันธะจะเท่ากันจะเกิดการเรโซแนนซ์เรียกว่าเป็นแบบกึ่งคู่กึ่งเดียว” ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลที่ได้จากแบบบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียนดังตัวอย่างต่อไปนี้

“สารประกอบอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน มีลักษณะต่อกันเป็นวง เป็นพันธะเดี่ยวสลับกับพันธะคู่ สารประกอบตัวแรกของอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน คือ เบนซีน (C_6H_6)” (นักเรียน: บันทึกการเรียนรู้, 23 มกราคม 2556)

ส่วนนักเรียนร้อยละ 21.62 มีแนวคิดคลาดเคลื่อน (SM) โดยนักเรียนมีแนวคิดที่คลาดเคลื่อนว่า “อะโรมาติกไฮโดรคาร์บอนมีลักษณะเป็นวงและเป็นพันธะเดี่ยวทั้งหมดหรือภายในวงจะประกอบด้วยพันธะคู่หรือพันธะสามอยู่ในโครงสร้าง”

2.6.2 แนวคิดเกี่ยวกับสมบัติและปฏิกิริยาของสารประกอบอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน

ผู้วิจัยจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยให้ทำการทดลองทดสอบสมบัติการเผาไหม้ของเบนซีนและการทำปฏิกิริยากับสารละลายโพแทสเปอร์แมงกาเนต และสารละลายโบรมีน แล้วกระตุ้นความคิดด้วยคำถามว่า เบนซีนจะมีผลคล้ายกับเฮกเซนและเฮกซีนหรือไม่อย่างไร หลังจากนั้นให้ร่วมกันอภิปรายผลของการทำกิจกรรมแล้วเขียนแผนผังความคิด

ผู้วิจัยพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ ร้อยละ 45.95 มีแนวคิดถูกต้อง (SU) โดยนักเรียนอธิบายได้สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ว่า “สารประกอบอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอนจะไม่ทำปฏิกิริยากับสารละลายโบรมีน (Br_2) และสารละลายด่างทับทิม ($KMnO_4$) ในการเผาไหม้จะติดไฟมีเขม่ามากที่สุด สามารถเกิดปฏิกิริยาการรวมตัวและปฏิกิริยาการแทนที่” ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลที่ได้จากแบบบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียนดังตัวอย่างต่อไปนี้

“อะโรมาติกไฮโดรคาร์บอนจะไม่ทำปฏิกิริยากับโบรมีนและสารละลาย ด่างทับทิมสามารถเกิดปฏิกิริยาแทนที่ได้ ถ้ามีตัวเร่งปฏิกิริยาที่เหมาะสม และเกิดปฏิกิริยารวมตัวกับไฮโดรเจนได้ที่อุณหภูมิสูง ความดันสูงและมีตัวเร่งปฏิกิริยา” (นักเรียน: บันทึกการเรียนรู้, 23 มกราคม 2556)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ส่วนนักเรียนร้อยละ 27.03 มีแนวคิดถูกต้องบางส่วน (PU) โดยนักเรียนขาดระบุว่า “สารประกอบอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอนไม่ทำปฏิกิริยากับสารละลายโบรมีนและสารละลายด่างทับทิม การเกิดปฏิกิริยาจะเกิดปฏิกิริยาการรวมตัวหรือปฏิกิริยาการแทนที่”

ข้อวิจารณ์

จากผลการวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารประกอบไฮโดรคาร์บอนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวคิด และการศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวคิด และการพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารประกอบไฮโดรคาร์บอน สามารถวิจารณ์ผลการวิจัยได้ดังต่อไปนี้

1. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวคิด เรื่อง สารประกอบไฮโดรคาร์บอน การจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ตามลักษณะสำคัญ 5 ประการของ National Research Council : NRC (2000) ได้แก่ 1) ผู้เรียนถูกกระตุ้นความสนใจด้วยคำถามทางวิทยาศาสตร์ 2) ผู้เรียนค้นหาข้อมูลหลักฐานต่างๆ เพื่อพัฒนาและประเมินคำอธิบายในการตอบคำถามทางวิทยาศาสตร์ 3) ผู้เรียนสร้างคำอธิบายจากหลักฐานที่มีอยู่เพื่อตอบคำถามทางวิทยาศาสตร์ 4) ผู้เรียนประเมินคำอธิบายต่างๆ ที่สร้างขึ้นจากคำอธิบายที่หลากหลายเชื่อมโยงไปสู่ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ได้ 5) ผู้เรียนสื่อสารและให้เหตุผลของคำอธิบาย ซึ่งในลักษณะของการสืบเสาะหาความรู้ที่มีการปรับปรุงและพัฒนามากที่สุด คือ ผู้เรียนถูกกระตุ้นความสนใจด้วยคำถามทางวิทยาศาสตร์ และผู้เรียนค้นหาข้อมูลหลักฐานต่างๆ เพื่อพัฒนาและประเมินคำอธิบายในการตอบคำถามทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

ผู้เรียนถูกกระตุ้นความสนใจด้วยคำถามทางวิทยาศาสตร์ เป็นลักษณะของการสืบเสาะหาความรู้ โดยการที่ครูได้ตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นความสนใจของนักเรียน ซึ่งอาจจะมีการใช้สื่อต่างๆ ประกอบกับการถามคำถาม ซึ่งการจัดการเรียนเรียนรู้ด้วยวิธีการสืบเสาะหาความรู้ คำถามจึงเป็นสิ่งที่สำคัญที่จะทำให้นักเรียนสนใจในการเรียนรู้ทั้งการถามคำถามจากครูและการให้อิสระในการถามคำถามของนักเรียนและการใช้คำถามจะเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจในการเรียนรู้ตั้งแต่ต้นจนจบ (Hand and Keys, 1999 อ้างใน ไตรรัตน์ รัตนเดช, 2551)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผู้เรียนค้นหาข้อมูลหลักฐานต่างๆ เพื่อพัฒนาและประเมินคำอธิบายในการตอบคำถามทางวิทยาศาสตร์เป็นลักษณะของการสืบเสาะหาความรู้ โดยครูต้องเปิดโอกาสให้นักเรียนค้นคว้าหาคำตอบจากการลงมือปฏิบัติกิจกรรมหรือการทดลอง และต้องให้นักเรียนมีอิสระในการค้นคว้า (Schifter, 1996 อ้างใน ไตรรัตน์ รัตนเดช, 2551) หรือครูเตรียมกิจกรรมที่มีความหลากหลายให้กับนักเรียน และก่อนการทำกิจกรรมครูควรมีการอภิปรายถึงวิธีการทำการทดลอง การบันทึกผล และการเขียนสรุปผลให้ชัดเจน และครูควรใช้ประเด็นคำถาม เพื่อให้นักเรียนสามารถค้นคว้าหรือลงมือปฏิบัติเพื่อตอบคำถามหรือข้อสงสัยนั้น จนสามารถสรุปผลได้ด้วยตนเอง และในการลงมือปฏิบัติอะไรก็ตามมักจะต้องร่วมกันเป็นกลุ่มจึงต้องมีการแบ่งหน้าที่กันภายในกลุ่ม การทำงานเป็นกลุ่มจึงเป็นสิ่งสำคัญเนื่องจากนักเรียนจะมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้อย่างทั่วถึงมีโอกาสแสดง ความคิดเห็นและแลกเปลี่ยนประสบการณ์ อันจะช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ในเรื่องที่เรียนกว้างขึ้น (ทิศนา แขมมณี, 2552: 347) และเป็นการตรวจคำตอบหรือคำอธิบายให้เกิดความเข้าใจที่ถูกต้องและตรงกันภายในกลุ่ม

2. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวคิด เรื่อง สารประกอบไฮโดรคาร์บอนช่วยพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่องสารประกอบไฮโดรคาร์บอน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของจันทร์จิรา ภมรศิลปธรรม (2551); ไตรรัตน์ รัตนเดช (2551) พบว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์สามารถพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ ผู้เรียนในกลุ่มแนวคิดถูกต้องและแนวคิดถูกต้องบางส่วนเพิ่มมากขึ้น แต่ผู้เรียนในกลุ่มแนวคิดคลาดเคลื่อนหรือไม่มีแนวคิดลดลงและ Guzzetti et al. (1993 อ้างใน สุรจิตา เศรษฐภักดี, 2547) พบว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ช่วยให้ผู้เรียนปรับเปลี่ยนแนวคิดคลาดเคลื่อนเป็นแนวคิดที่ถูกต้องได้ และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของวาสนา วินิจกุล (2546) ที่พบว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้เรียนรู้ร่วมกันเป็นกลุ่ม มีการอภิปรายโต้แย้ง แสดงความคิดเห็น และแลกเปลี่ยนความคิดกันระหว่างเพื่อน ซึ่งเป็นการตรวจสอบตนเองทำให้สามารถแก้ไขแนวคิดที่คลาดเคลื่อนให้เป็นแนวคิดที่ถูกต้อง

จากการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบวัดแนวคิด เรื่อง สารประกอบไฮโดรคาร์บอนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 37 คน หลังจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวคิด นักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดถูกต้องเรื่องลักษณะของสารประกอบไฮโดรคาร์บอนมากที่สุด ซึ่งอาจเป็นเพราะการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวคิดเป็นกิจกรรมที่ได้มีการใช้สื่อประกอบ เช่น บัตรคำ แบบจำลองโครงสร้าง เป็นต้น พร้อมทั้งมีการ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กระตุ้นด้วยคำถาม จนทำให้นักเรียนเกิดข้อสงสัยนำไปสู่ความสนใจที่จะลงมือปฏิบัติเพื่อแสวงหาความรู้ในการตอบคำถามทางวิทยาศาสตร์ รวมถึงได้มีการอภิปรายร่วมกันแลกเปลี่ยนความคิดและทำงานเป็นกลุ่ม ได้ตรวจสอบแนวคิดว่าเป็นแนวคิดที่ถูกต้องไม่มีความคลาดเคลื่อน นักเรียนส่วนใหญ่จึงมีแนวคิดเกี่ยวกับการเขียนสูตรโครงสร้างของสารประกอบของคาร์บอน ไอโซเมอริซึมและไอโซเมอร์อยู่ในกลุ่มที่มีแนวคิดถูกต้อง

ส่วนแนวคิดเรื่อง สารประกอบแอลเคนเป็นแนวคิดที่มีจำนวนนักเรียนมีแนวคิดถูกต้องน้อยที่สุด ทั้งนี้เนื่องจากนักเรียนมีแนวคิดเกี่ยวกับลักษณะของสารประกอบแอลเคนซึ่งเป็นแนวคิดย่อยในเรื่องนี้อยู่ในกลุ่มแนวคิดถูกต้อง แต่นักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับการเรียกชื่อสารประกอบแอลเคน และนักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดย่อยเกี่ยวกับสมบัติและปฏิกิริยาของสารประกอบแอลเคนอยู่ในกลุ่มที่มีแนวคิดถูกต้องบางส่วน ถึงแม้ว่าจะจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่สามารถให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติทำการทดลองสมบัติและปฏิกิริยา และให้พิจารณาบัตรคำที่แสดงถึงโครงสร้างและระบุชื่อของสารประกอบที่มีความหลากหลาย หลังจากนั้นให้นักเรียนร่วมกันสรุปหลักในการอ่านชื่อของสารประกอบ อาจเป็นเพราะแนวคิดนี้ เป็นแนวคิดที่มีเนื้อหาค่อนข้างมากและต้องอาศัยแนวคิดพื้นฐานหลายเรื่อง เช่น การดูโครงสร้างของคาร์บอนอะตอมที่ต่อกันยาวที่สุด การอ่านจำนวนคาร์บอนอะตอมเป็นภาษากรีก การระบุจำนวนหมู่แอลคิล การอ่านชื่อหมู่แอลคิล เป็นต้น ซึ่งทำให้นักเรียนไม่สามารถเข้าใจได้ทั้งหมดหรือไม่มีแนวคิดพื้นฐานที่ถูกต้องขาดความรู้ในเรื่องที่จำเป็นต้องนำมาใช้ในการเรียนรู้ต่อไป ก็ทำให้ไม่สามารถที่จะวิเคราะห์หรืออธิบายแนวคิดในเรื่องอื่นๆ ได้ (วรรณดี จันทร์วงศ์, 2547) และจากงานวิจัยยังพบว่า แนวคิดเรื่องการเรียกชื่อของสารประกอบแอลคีนและสารประกอบแอลไคน์ นักเรียนมีแนวคิดถูกต้องค่อนข้างน้อย ซึ่งอาจเป็นเพราะนักเรียนยังไม่เข้าใจในการเรียกชื่อของสารประกอบแอลเคนซึ่งเป็นแนวคิดพื้นฐานที่สำคัญทำให้ไม่สามารถเชื่อมโยงกับแนวคิดใหม่ได้ทั้งหมดหรือยังมีแนวคิดถูกต้องบางส่วนเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งจะเห็นได้จากคำตอบในแบบวัดแนวคิดพบว่า นักเรียนมีแนวคิดการเรียกชื่อของสารประกอบแอลคีนและแอลไคน์โดยยังขาดในเรื่องการระบุตำแหน่งของพันธะในโซ่หลักและการอ่านหมู่แอลคิลที่มาเกาะเป็นต้น ซึ่งแนวคิดทางวิทยาศาสตร์นั้นจะเป็นแนวคิดที่มีความเชื่อมโยงกันต่อเนื่องกัน ซึ่งในแนวคิดหนึ่งๆ อาจจะเกิดมาจากการเอาแนวคิดหลายๆ แนวคิดมาสัมพันธ์กันอย่างมีเหตุผล (ภพ เลาหไพบูลย์, 2540: 3) ดังนั้น จะเห็นได้ว่าแนวคิดพื้นฐานจึงเป็นสิ่งที่สำคัญมาก ถ้ามีแนวคิดที่ถูกต้องจะสามารถพัฒนาและเชื่อมโยงไปสู่แนวคิดอื่นๆได้

นอกจากนี้การนำแผนผังแนวคิดมาใช้ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้นั้น ผู้วิจัยได้นำไปใช้ในลักษณะของการสืบเสาะหาความรู้ที่ให้ผู้เรียนสื่อสารและให้เหตุผลของ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

คำอธิบาย เพราะการใช้แผนผังแนวคิดสามารถทำให้นักเรียนเขียนแสดงความเข้าใจของตนเองเรื่องสารประกอบไฮโดรคาร์บอนได้และสามารถที่จะสื่อสารให้ผู้อื่นเข้าใจ รวมถึงได้ตรวจสอบความเข้าใจของตนเองว่ามีความเข้าใจในแนวคิดนั้นอย่างไร แต่ละแนวคิดมีความเชื่อมโยงกันอย่างไร มีส่วนใดที่ยังเข้าใจคลาดเคลื่อน นักเรียนสามารถปรับแนวคิดที่คลาดเคลื่อนให้เป็นแนวคิดที่ถูกต้องได้จากการแลกเปลี่ยนเรียนรู้กัน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของคชานน สุวรรณพันธ์ (2543) และพวงลดา วรสาร (2548) ที่จัดกิจกรรมการสอนโดยใช้แผนผังแนวคิด ได้กล่าวว่าการใช้แผนผังแนวคิดนั้น เป็นวิธีการที่สามารถทำให้ผู้เรียนสามารถที่จะพัฒนาแนวคิดได้ เนื่องจากแผนผังแนวคิดเป็นเทคนิคที่แสดงให้เห็นว่าผู้เรียนสามารถแสดงถึงโครงสร้างความรู้ ในการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิดหลายๆ แนวคิด และจากงานวิจัยที่มีการใช้แผนผังแนวคิดทำให้ผู้เรียนมีการเปลี่ยนแปลงแนวคิดเป็นแนวคิดที่ถูกต้องได้ ซึ่งข้อมูลจากงานวิจัยนี้ยังสะท้อนให้เห็นว่า แนวคิดเป็นสิ่งที่สำคัญมากในการเรียนรู้ ถ้านักเรียนมีแนวคิดที่คลาดเคลื่อนในแนวคิดพื้นฐานก็จะส่งผลทำให้เข้าใจแนวคิดอื่นๆ ที่เชื่อมโยงกันคลาดเคลื่อนไปด้วย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาเกี่ยวกับแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวคิด และการพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารประกอบไฮโดรคาร์บอน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวคิด

กลุ่มที่ศึกษาเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ของโรงเรียนแห่งหนึ่งในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 6

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ 1) เครื่องมือที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวคิด เรื่องสารประกอบไฮโดรคาร์บอน 2) เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบวัดแนวคิด เรื่อง สารประกอบไฮโดรคาร์บอน แบบบันทึกหลังสอนของครู แบบบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน และใบกิจกรรม/ใบงาน

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลโดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

1. การศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวคิด

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวคิด เรื่อง สารประกอบไฮโดรคาร์บอนให้กับนักเรียนกลุ่มที่ศึกษา ตามแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวคิด โดยสังเกตเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นขณะจัดกิจกรรมการเรียนรู้และบันทึกหลังสอนด้วยตนเองหลังจากเสร็จสิ้นการสอนในทุกแผนและให้นักเรียนเขียนบันทึกการเรียนรู้ของตนเองเกี่ยวกับกิจกรรมการจัดการเรียนรู้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิเคราะห์ข้อมูลโดยนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกตจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบบันทึกหลังสอนของครูและการเขียนแบบบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียนเกี่ยวกับกิจกรรมการเรียนรู้ มาทำทำการประมวลผลข้อมูลโดยเริ่มจากการวิเคราะห์เกี่ยวกับความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้ที่จัดขึ้นในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ แล้วนำประเด็นปัญหาหรือข้อเสนอแนะต่างๆ มาใช้เป็นแนวทางปรับปรุงแก้ไขในการจัดการเรียนรู้ในแผนต่อๆ ไป ให้มีความสอดคล้องเหมาะสมมากยิ่งขึ้น จากนั้นนำข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้มาจัดกลุ่ม เพื่อนำประเด็นต่างๆ ของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวคิด

2. การพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารประกอบไฮโดรคาร์บอน

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวคิด เรื่อง สารประกอบไฮโดรคาร์บอนให้กับนักเรียนกลุ่มที่ศึกษา ตามแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวคิดทั้งหมด 6 แผน ให้นักเรียนทำใบกิจกรรมและใบงานในระหว่างที่เรียนและเขียนบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียนหลังจากเสร็จสิ้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละสัปดาห์ ผู้วิจัยบันทึกหลังสอนด้วยตนเองหลังจากเสร็จการสอนในแต่ละแผน และหลังจากสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้ทั้ง 6 แผน หลังจากนั้นทำการวัดแนวคิดของนักเรียน โดยใช้แบบวัดแนวคิดเรื่อง สารประกอบไฮโดรคาร์บอน

วิเคราะห์ข้อมูลโดยการตรวจคำตอบและเหตุผลประกอบคำตอบที่นักเรียนตอบในแบบวัดแนวคิด แล้วทำการจัดกลุ่มแนวคิดเป็น 5 กลุ่มแนวคิด คือ 1) แนวคิดถูกต้อง 2) แนวคิดถูกต้องบางส่วน 3) แนวคิดถูกต้องบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน 4) แนวคิดคลาดเคลื่อน 5) ไม่มีแนวคิด แล้วหาค่าความถี่และคำนวณค่าร้อยละของนักเรียนที่อยู่ในแต่ละกลุ่มแนวคิด ส่วนข้อมูลในแบบบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน วิเคราะห์แบบจำแนกข้อมูลและจัดกลุ่มคำตอบในประเด็นต่างๆ ที่นักเรียนได้เรียนรู้ ส่วนข้อมูลจากแบบบันทึกหลังสอนของครูเป็น การนำเอาข้อมูลที่เป็นรูปธรรมหรือปรากฏการณ์ที่มองเห็นได้มาตีความและสร้างข้อสรุปเชิงนามธรรม

จากผลการวิจัยและข้อวิจารณ์เกี่ยวกับการศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแบบวัดแนวคิด เรื่อง สารประกอบไฮโดรคาร์บอน และศึกษาการพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารประกอบไฮโดรคาร์บอน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวคิด สามารถสรุปผลการวิจัยได้ ดังนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1. แนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวคิดประกอบด้วย 2 ส่วน คือ

1.1 การจัดการเรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการใช้แผนผังแนวคิด มีการปรับปรุงและพัฒนาในส่วนของกระบวนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งประกอบด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ตามลักษณะสำคัญ 5 ประการของ National Research Council: NRC (2000) ซึ่งลักษณะที่มีการพัฒนามากที่สุด คือ ผู้เรียนถูกกระตุ้นความสนใจด้วยคำถามทางวิทยาศาสตร์ และผู้เรียนค้นหาข้อมูลหลักฐานต่างๆ เพื่อพัฒนาและประเมินคำอธิบายในการตอบคำถามทางวิทยาศาสตร์ โดยการจัดการเรียนรู้ที่มีความเหมาะสมในแต่ละลักษณะดังนี้

1.1.1 ผู้เรียนถูกกระตุ้นความสนใจด้วยคำถามทางวิทยาศาสตร์ ครูควรใช้คำถามที่กระตุ้นความสนใจของผู้เรียนให้เกิดความสงสัย ความอยากรู้ ต้องการที่จะสืบเสาะแสวงหาความรู้ โดยคำถามที่ถามจะต้องนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบข้อมูลจากหลักฐานและจะต้องมีลักษณะที่ชวนให้งุนงงสงสัย เพื่อท้าทายความคิดและความใฝ่รู้ของผู้เรียน อีกทั้งคำถามนั้นต้องเป็นคำถามที่ผู้เรียนสามารถที่จะหาค้นหาข้อมูลหรือหลักฐานเพื่อตอบคำถามนั้นๆ ได้ และในบางครั้งอาจจะมีกิจกรรมที่ให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ สงสัย อยากรู้ ซึ่งอาจจะต้องมีการใช้สื่อต่างๆ เช่น บัตรคำ แบบจำลอง เป็นต้น ประกอบกับการถามคำถามที่กระตุ้นให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติในกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อจะค้นหาคำตอบตั้งแต่ต้นจนจบ

1.1.2 ผู้เรียนค้นหาข้อมูลหลักฐานต่างๆ เพื่อพัฒนาและประเมินคำอธิบายในการตอบคำถามทางวิทยาศาสตร์ ครูควรมีกิจกรรมให้ผู้เรียนได้ค้นคว้าหาคำตอบจากการลงมือปฏิบัติกิจกรรมหรือการทดลอง เพื่อสำรวจตรวจสอบ ตอบข้อสงสัยหรือตรวจสอบความคิด อีกทั้งควรมีการจัดเตรียมแหล่งค้นคว้าและให้นักเรียนมีอิสระในการค้นคว้าหรือมีกิจกรรมที่หลากหลายน่าตื่นเต้นน่าสนุก เช่น กิจกรรมการต่อโครงสร้างแบบจำลอง กิจกรรมการทดลอง เป็นต้น จะทำให้นักเรียนสนใจในกิจกรรม และต้องการที่จะแสวงหาข้อมูลมาใช้ในอธิบายเพื่อตอบคำถามหรือข้อสงสัยนั้น และก่อนการทำกิจกรรมครูควรจะชี้แจงหรืออภิปรายให้นักเรียนเข้าใจถึงวิธีการ การบันทึกผล และการสรุป รวมถึงการแบ่งหน้าที่กันภายในกลุ่ม

1.1.3 ผู้เรียนสร้างคำอธิบายจากหลักฐานที่มีอยู่เพื่อตอบคำถามทางวิทยาศาสตร์ ครูควรจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนสามารถสร้างคำอธิบายของนักเรียนที่เป็นความรู้ใหม่ซึ่งต่อยอดมาจากความรู้เดิม และควรมีการตรวจสอบว่าคำอธิบายของนักเรียนว่ามีความสอดคล้องกับ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ความรู้ทางวิทยาศาสตร์หรือไม่ โดยครูใช้ประเด็นคำถามให้นักเรียนอธิบายผลจากการทำกิจกรรมและสรุปผลการทดลองภายในกลุ่ม และควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ร่วมกันตอบคำถามและอภิปรายร่วมกันภายในกลุ่ม

1.1.4 ผู้เรียนประเมินคำอธิบายต่างๆ ที่สร้างขึ้นจากคำอธิบายที่หลากหลายเชื่อมโยงไปสู่ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ได้ ครูควรให้ผู้เรียนได้ประเมินคำอธิบายต่างๆ ที่หลากหลายสามารถใช้คำถามเพื่อขยายความรู้ความคิดกับนักเรียน โดยครูจะให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอหน้าชั้นเรียนและร่วมตอบคำถามและอภิปรายร่วมกัน เพื่อให้นักเรียนนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือคำอธิบายของนักเรียนกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพื่อให้ได้ข้อสรุปที่เป็นความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้อง

1.1.5 ผู้เรียนสื่อสารและให้เหตุผลของคำอธิบาย โดยให้นักเรียนมีการสื่อสารและให้เหตุผลของคำอธิบายโดยเขียนแผนผังแนวคิดในการสรุปความเข้าใจที่ได้จากการเรียนรู้พร้อมทั้งมีการนำเสนอ และให้นักเรียนร่วมกันเฉลยคำตอบจากการทำใบกิจกรรม/ใบงานพร้อมทั้งอธิบายเหตุผลของคำตอบเป็นการเปิดโอกาสนักเรียนได้นำเสนอความรู้ที่ตนเองได้เรียนรู้และค้นคว้ามาในชั้นเรียนสามารถสื่อสารให้ผู้อื่นเข้าใจได้

1.2 แนวทางการนำแผนผังแนวคิดมาใช้ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบนั้นผู้วิจัยได้นำไปใช้ในลักษณะของการสืบเสาะหาความรู้ที่ให้ผู้เรียนสื่อสารและให้เหตุผลของคำอธิบาย ซึ่งควรมีการจัดการเรียนรู้ดังนี้

ครูสามารถให้นักเรียนใช้แผนผังแนวคิด ในลักษณะของการสืบเสาะหาความรู้ที่ให้ผู้เรียนสื่อสารและให้เหตุผลของคำอธิบาย เนื่องจากการแผนผังแนวคิดเป็นเครื่องมือที่ช่วยให้นักเรียนแสดงความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียนได้เป็นอย่างดี ทำให้ผู้เรียนได้มีการสื่อสารและให้เหตุผลของคำอธิบาย แต่ครูควรให้นักเรียนได้ประเมินแผนผังของตนเองและให้เพื่อนในห้องได้มีส่วนร่วมในการประเมิน ซึ่งเป็นแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันทำให้นักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงแนวคิดเป็นแนวคิดที่ถูกต้องได้

2. การพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารประกอบไฮโดรคาร์บอน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

หลังจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวคิด และทำการศึกษาการพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับสารประกอบไฮโดรคาร์บอนครอบคลุมแนวคิดทั้ง 6 แนวคิด ได้แก่ การสร้างพันธะของคาร์บอน ลักษณะของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน สารประกอบ แอลเคน สารประกอบแอลคีน สารประกอบแอลไคน์ และอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน จากผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวคิดสามารถพัฒนานักเรียนให้มีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการสร้างพันธะของคาร์บอน ลักษณะของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน สารประกอบแอลคีน สารประกอบแอลไคน์ และอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน โดยนักเรียนส่วนใหญ่ มีแนวคิดถูกต้องเกี่ยวกับลักษณะของสารประกอบไฮโดรคาร์บอนมากที่สุด ซึ่งนักเรียนมีแนวคิดถูกต้องเกี่ยวกับความหมายของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน ร้อยละ 91.89 และมีแนวคิดถูกต้องเกี่ยวกับประเภทของสารประกอบไฮโดรคาร์บอนถูกต้อง 37.84 ซึ่งการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้มีการใช้สื่อประกอบ เช่น บัตรคำ แบบจำลองโครงสร้าง เป็นต้น พร้อมทั้งมีการกระตุ้นด้วยคำถาม จะเห็นได้ว่ากิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้จะมีการกระตุ้นความสนใจของนักเรียนให้เกิดข้อสงสัย เกิดความอยากรู้ และคิดที่จะหาคำตอบด้วยการลงมือปฏิบัติเพื่อค้นหาหลักฐานมาใช้ในการอธิบาย อภิปราย รวมทั้งมีการสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้ร่วมกัน นอกจากการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แล้ว ยังมีการใช้แผนผังแนวคิดในการที่ให้นักเรียนได้สรุป มีการสื่อสารและให้เหตุผลของคำอธิบายทำให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน ช่วยให้นักเรียนลดแนวคิดที่คลาดเคลื่อนสามารถเกิดแนวคิดที่ถูกต้องนำไปใช้ในการสร้างแนวคิดใหม่ ส่งผลทำให้นักเรียนสามารถปรับเปลี่ยนเป็นแนวคิดถูกต้องที่สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น

อย่างไรก็ตาม หลังจากจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวคิด นักเรียนมีแนวคิดถูกต้องเกี่ยวกับสารประกอบแอลเคนน้อยที่สุด โดยนักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดย่อยเกี่ยวกับลักษณะของสารประกอบแอลเคนอยู่ในกลุ่มแนวคิดถูกต้องร้อยละ 59.46 มีแนวคิดย่อยเกี่ยวกับสมบัติและปฏิกิริยาของสารประกอบแอลเคนอยู่ในกลุ่มที่มีแนวคิดถูกต้องบางส่วนร้อยละ 48.64 และแนวคิดย่อยเกี่ยวกับการเรียกชื่อสารประกอบแอลเคนอยู่ในกลุ่มที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อนมากที่สุด ร้อยละ 35.13 อาจเป็นเพราะแนวคิดนี้จำเป็นต้องใช้แนวคิดพื้นฐานหลายแนวคิด แนวคิดพื้นฐานจึงเป็นสิ่งที่สำคัญ ถ้าขาดความรู้ในแนวคิดใดแนวคิดหนึ่งที่จำเป็นที่ต้องนำมาใช้ในการเรียนรู้ในเรื่องต่อไป ก็จะทำให้ไม่สามารถที่จะวิเคราะห์หรืออธิบายแนวคิดในเรื่องอื่นๆ ได้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะที่ได้จากงานวิจัย

1.1 ควรออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง ได้มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น โดยครูอาจจะเป็นผู้คอยกระตุ้นด้วยคำถาม หรือคำถามอาจจะมาจากนักเรียนเป็นคนสงสัยแล้วตั้งคำถามขึ้นมา

1.2 ควรจัดกิจกรรมการเรียนที่หลากหลาย เช่น กิจกรรมการทดลอง เกม เพลง บัตรคำ สื่อมัลติมิเดีย เป็นต้น และจัดให้มีความสอดคล้องกับเนื้อหา โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลของนักเรียน

1.3 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เช่น กิจกรรมการทดลอง กิจกรรมเกมต่างๆ ครูควรทำการทดลองและตรวจสอบก่อนเพื่อจะได้ทราบถึงปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้น เพื่อจะได้นำไปปรับปรุงแก้ไขและปรับเปลี่ยนให้มีความสอดคล้องเหมาะสมยิ่งขึ้น

1.4 การวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียนครั้งนี้ ขั้นตอนของการสะท้อนผลการปฏิบัตินั้น ครูยังสะท้อนการปฏิบัติวงจรยังไม่ครบถ้วนในหลายๆ ประเด็น และจากงานวิจัยพบว่าขั้นการสะท้อนผลการปฏิบัติเป็นขั้นที่มีความสำคัญมาก ครูควรจะสะท้อนปัญหาที่เกิดขึ้นหรือข้อเสนอแนะอย่างละเอียด เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาใช้เป็นแนวทางในวางแผนวาง พัฒนา และปรับปรุงแก้ไขในแผนการจัดการเรียนรู้ครั้งต่อไป

1.5 ควรมีการวางแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้อย่างเป็นลำดับขั้นตอนให้ชัดเจน ควรมีการอธิบายขั้นตอนการทำกิจกรรม หรือนำเข้าสู่บทเรียนให้มีความกระชับและชัดเจน และเตรียมอุปกรณ์ต่างๆ ให้พร้อม เพื่อที่จะช่วยให้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ต่างๆ ได้ทันและตรงตามเวลาที่กำหนดหรือครูอาจมีการปรับกิจกรรมบางกิจกรรมให้มีความสอดคล้องเหมาะสมกับเวลา

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยครั้งต่อไป

2.1 การศึกษาแนวทางในการจัดการเรียนรู้ที่ใช้วิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน ควรมีผู้ร่วมวิจัยในการร่วมสังเกต เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ละเอียดและครบถ้วนในการเก็บรวบรวมข้อมูล เพราะแนวทางในการจัดการเรียนรู้ควรได้ข้อมูลจากหลายๆ ด้านมาสนับสนุนกันให้ข้อมูลมีความน่าเชื่อถือมากขึ้น

2.2 ควรใช้เครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลที่แตกต่างจากงานวิจัยนี้ เช่น ใช้การสัมภาษณ์ ใช้แบบทดสอบ เพื่อให้ได้ข้อมูลในเชิงลึกในการนำมาวิเคราะห์ข้อมูลได้ละเอียดขึ้น

2.3 ควรศึกษาสภาพปัญหาในการจัดการเรียนรู้ เพื่อให้ทราบถึงสาเหตุของการที่นักเรียนมีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อน และนำผลการศึกษามาเป็นข้อมูลพื้นฐานในการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนให้เป็นแนวคิดที่ถูกต้องมากขึ้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กนกวรรณ สะกีพันธ์. 2551. **การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่องสารประกอบไฮโดรคาร์บอน.** วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.

กระทรวงศึกษาธิการ. 2551. **หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551.** กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

ขวัญฤทัย เที่ยงจันทราทิพย์. 2553. **การพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับระบบต่อมไร้ท่อและความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้.** วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

คชานน สุวรรณพันธ์. 2543. **โครงสร้างความรู้และการเปลี่ยนมโนทัศน์ เรื่องระบบนิเวศของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้เทคนิคแผนผังมโนทัศน์.** วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการสอนวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

จันทร์จิรา ภมรศิลปธรรม. 2551. **การพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เรื่องปิโตรเลียมและพอลิเมอร์ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้.** วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการสอนวิทยาศาสตร์ ภาคการศึกษา, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

จิราภรณ์ ทัพซ้าย. 2547. **การศึกษาผลสัมฤทธิ์และความคงทนทางการเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องการเคลื่อนที่ในแนวตรงโดยใช้แผนผังมโนมติ**. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ชื่นจิต แสนสุด. 2553. **การพัฒนาแนวคิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อการเรียนการสอนพันธุกรรมของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 ด้วยวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้.** วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ไตรรัตน์ รัตนเดช. 2551. **การพัฒนาแนวคิดเกี่ยวกับการหายใจระดับเซลล์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการจัดการเรียนการสอนด้วยวิธีสืบเสาะหาความรู้.** วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการสอนวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ทิศนา แขมมณี. 2552. **ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ.** พิมพ์ครั้งที่ 9. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ประภัทสร บุญทวีกุลสวัสดิ์. 2553. **การพัฒนาแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เรื่อง การรับรู้ และตอบสนอง โดยใช้วิธีการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์แบบ 5Es.** วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

พันธ์ ทองชุมนุม. 2547. **การสอนวิทยาศาสตร์ ระดับประถมศึกษา**. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์โอเดียนสโตส์.

พวงลดา วรสาร. 2548. **ผลการใช้แผนผังมโนมติในกิจกรรมการเรียนรู้วิชาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6.** รายงานการศึกษาอิสระปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ภพ เลาหไพบูลย์. 2540. **แนวการสอนวิทยาศาสตร์.** พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ไทยวัฒนาพาณิชย์ จำกัด.

วิทยา คณาวงษ์. 2554. **ผลของการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านอินเทอร์เน็ตวิชาเคมีอินทรีย์ เรื่องสารประกอบไฮโดรคาร์บอน ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้ของนักศึกษาชั้นปีที่ 1 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก จังหวัดจันทบุรี**. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาหลักสูตรและการสอน, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วรรณดี จันทรวงศ์. 2547. **การใช้รูปแบบวงจรการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรักติวิซึมที่มีต่อแนวคิดเรื่องสารประกอบไฮโดรคาร์บอนของนักศึกษาพยาบาลชั้นปีที่ 1 มหาวิทยาลัยคริสเตียน.** วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

วราภรณ์ แย้มจินดา. 2547. **แนวคิดเรื่องการเปลี่ยนสถานะของสารของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-6**. วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วาสนา วินิจกุล. 2546. **การใช้วัฏจักรการเรียนรู้สำหรับการสอนวิชาฟิสิกส์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย**. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ศรีบุญตาม โจมศรี. 2553. **ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง พันธะเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับแผนผังมโนมติ.** วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาหลักสูตรและการสอน, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. 2545**. พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545.** กรุงเทพมหานคร: บริษัทพริกหวานการพิมพ์กราฟิค

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2546ก. **การจัดสาระกลุ่มการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน.** กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

_____. 2546ข. **คู่มือวัดผลประเมินผลวิทยาศาสตร์.** กรุงเทพมหานคร: คุรุสภาลาดพร้าว.

_____. 2549. **คู่มือครูสาระการเรียนรู้พื้นฐานและเพิ่มเติมเคมี เล่ม 5.** กรุงเทพมหานคร: คุรุสภาลาดพร้าว.

_____. 2555. **การวัดผลประเมินผลวิทยาศาสตร์.** กรุงเทพมหานคร: บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน).

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2555ก. **วิทยาศาสตร์ประถมศึกษา** (Online). www.chaiyaphum2.go.th/chai0205/work% 20 vadpol/5.manaulETV55/vit_ETV55/3. pag1-52.doc, 1 พฤศจิกายน 2555.

สมาน ลอยฟ้า. 2542. "การจดบันทึกด้วยการใช้แผนที่มโนทัศน์", **บรรณารักษ์ศาสตร์และสารนิเทศศาสตร์** (17 พฤษภาคม 2542): 1-9.

สมบัติ กาญจนารักพงค์. 2549. **เทคนิคการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E ที่เน้นพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์**. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ธารอักษร.

สุรจิตา เศรษฐภักดี. 2547. **ผลการเรียนรู้ เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของนักเรียนชั้นมัยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้.** วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการสอนวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุรางค์ โค้วตระกูล. 2552. **จิตวิทยาการศึกษา.** พิมพ์ครั้งที่ 8. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุวัฒน์ นิยมค้า. 2531. **ทฤษฎีและแนวทางปฏิบัติในการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ เล่ม2**. กรุงเทพมหานคร: เจเนอรัลบุ๊คส์ เซนเตอร์.

สุวิมล เขี้ยวแก้ว. 2540. **สาระร่วมสมัยทางวิทยาศาสตร์.** ปัตตานี: มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี.

สุวิมล ว่องวาณิช. 2553. **การวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน.** พิมพ์ครั้งที่ 10. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ฮัซลินดา อัลมะอาริฟีย์. 2550. **ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ ประกอบการเขียนแผนผังมโนมติ.** วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Abraham, M. R., V.A. Williamson, and S. L. Westbrook. 1994. "A Cross-Age Study of the Understanding of Five Chemistry Concepts." **Journal of Research in Science Teaching** 29(2): 147-165.

Brickhouse, N. W., R. D. Zoubieda, W. J., Letts and H. L. Shipman. 2000. "Diversity of Students' Views about Evidence, Theory, and The Interface between Science and Religion in an Astronomy Course". **Journal of Research in Science teaching.** 37 (4): 340-362.

Marek, E. A., C. Eubanks, T. H. Gallaher. 1990. "Teachers' Understanding and The Use of The Learning Cycle**"**. **Journal of Research in Science teaching**. 27 (12): 821-834.

National Research Council. 2000. **Inquiry and the national science education standards: A guide for teaching and learning. Washington, D.C.** : National Academy Press.

Suchman, J.K. 1966. **The Elementary School Inquiry Programe**. Urbana, Illinois : University of Illinois.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก ก

รายนามผู้เชี่ยวชาญ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

รายนามผู้เชี่ยวชาญ

วิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จได้ด้วยความอนุเคราะห์จากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน ที่กรุณาเสียสละเวลาให้คำปรึกษา คำแนะนำ และแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย จนทำให้การเก็บรวบรวมข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูลในการทำวิจัยในครั้งนี้ผ่านไปได้ด้วยดี

1. ผศ. ดร. ชาตรี ฝ่ายคำตา
   ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. ผศ. ดร. ปัฐมาภรณ์ พิมพ์ทอง
   ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3. อาจารย์บรรจง จดแตง
   กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนชลบุรี “สุขบท”

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก ข

ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
ร่วมกับแผนผังแนวคิด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ รหัสวิชา ว30225 รายวิชาเคมี 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555
หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เคมีอินทรีย์ (สารประกอบไฮโดรคาร์บอน) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6
เรื่อง การสร้างพันธะของคาร์บอน ใช้เวลา 3 ชั่วโมง

⊙ **มาตรฐานกา/ตัวชี้วัด /ผลการเรียนรู้**

มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยา มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ผลการเรียนรู้

1. สืบค้นข้อมูลและและเขียนพันธะของคาร์บอนในสารประกอบต่างๆ
2. สืบค้นข้อมูลชนิดและเขียนสูตรโครงสร้างของสารประกอบอินทรีย์
3. สืบค้นข้อมูลและเขียนไอโซเมอร์โครงสร้างของสารประกอบอินทรีย์ได้

⊙ **จุดประสงค์การเรียนรู้สู่ตัวชี้วัด / ผลการเรียนรู้**

1. อธิบายการสร้างพันธะของธาตุคาร์บอนและธาตุชนิดอื่นในสารประกอบอินทรีย์ได้ (K)
2. อธิบายและเขียนสูตรโครงสร้างแบบต่างๆ ได้แก่ แบบลิวอิส แบบย่อ แบบผสม และแบบใช้เส้นและมุมของสารประกอบอินทรีย์ชนิดต่างๆ ได้ (K, P)
3. ทำการทดลองและอธิบายเกี่ยวกับการจัดเรียงอะตอมของคาร์บอนในสารประกอบอินทรีย์ได้ (P, K)
4. อธิบายและเขียนไอโซเมอร์โครงสร้างของสารประกอบอินทรีย์ได้ (K, P)
5. แสดงความมีเหตุผล มีความสนใจใฝ่รู้ มีความเพียรพยายาม มุ่งมั่นในการเสาะแสวงหาความรู้และยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น (A)

⊙ **สาระสำคัญ**

สารประกอบอินทรีย์เป็นสารที่มีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบมีทั้งที่เกิดในธรรมชาติและที่มนุษย์สังเคราะห์ขึ้น โดยคาร์บอนเป็นธาตุหมู่ที่ 4 สามารถเกิดพันธะโคเวเลนต์ระหว่างอะตอมของคาร์บอนด้วยกันเองและอะตอมของธาตุอื่นด้วยพันธะเดี่ยว พันธะคู่หรือพันธะสาม จึงทำให้มีสารประกอบอินทรีย์เป็นจำนวนมาก และโครงสร้างของสารประกอบอินทรีย์เขียนแสดงได้หลายแบบ เช่น โครงสร้างลิวอิส โครงสร้างแบบย่อ แบบใช้เส้นและมุม และสารประกอบอินทรีย์ที่มีสูตร

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

โมเลกุลเหมือนกัน แต่มีโครงสร้างต่างกัน จัดเป็นไอไซเมอร์โครงสร้างกัน โดยเรียกปรากฏการณ์นี้ว่า ไอโซเมอริซึม และเรียกสารประกอบแต่ละชนิดว่าไอโซเมอร์

⊙ สาระการเรียนรู้

1. ความรู้

มีความรู้ และความเข้าใจเกี่ยวกับการสร้างพันธะของคาร์บอนว่า คาร์บอนเป็นธาตุหมู่ที่ 4 สามารถเกิดพันธะโคเวเลนต์ระหว่างอะตอมของคาร์บอนด้วยกันเองและอะตอมของธาตุอื่นด้วยพันธะเดี่ยว พันธะคู่หรือพันธะสาม จึงทำให้มีสารประกอบอินทรีย์มากมายเกิดขึ้น การเขียนสูตรโครงสร้างของสารประกอบอินทรีย์ และเขียนไอโซเมอร์โครงสร้างของสารประกอบอินทรีย์

2. ทักษะ/กระบวนการ/กระบวนการคิด

- ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ค้นหาข้อสรุปองค์ความรู้ต่างๆ
- ทักษะการคิดวิเคราะห์

3. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

- ใฝ่เรียนรู้
- มุ่งมั่นในการทำงาน

4. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

- ความสามารถในการสื่อสาร
- ความสามารถในการคิด

⊙ ชิ้นงานหรือภาระงาน (หลักฐานร่องรอยแสดงความรู้)

1. ใบงานที่ 1.1 เรื่อง การเขียนสูตรโครงสร้างของสารประกอบอินทรีย์
2. ใบงานที่ 1.2 แผนผังแนวคิด (Concept Mapping) เรื่อง พันธะของคาร์บอน
3. ใบกิจกรรมการทดลองที่ 1.1 เรื่อง การจัดเรียงอะตอมของคาร์บอนในสารประกอบอินทรีย์
4. บันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน เรื่อง พันธะของคาร์บอน

⊙ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1. กิจกรรมนำเข้าสู่บทเรียน

1.1 ครูทบทวนความรู้เดิมของนักเรียนโดยการใช้คำถามความรู้เกี่ยวกับธาตุในตารางธาตุ ตัวอย่างเช่น

- ธาตุออกซิเจนเป็นธาตุที่อยู่ในหมู่ใดในตารางธาตุ และมีเวเลนซ์อิเล็กตรอนเท่าใด *แนวคำตอบ คือ "ออกซิเจนเป็นธาตุในหมู่ที่ 6 มีเวเลนซ์อิเล็กตรอนเท่ากับ 6"*

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

- ธาตุคาร์บอนเมื่อเกิดพันธะจะต้องมีเวเลนซ์อิเล็กตรอนเป็นเท่าใด *แนวคำตอบ คือ "มีเวเลนซ์อิเล็กตรอนครบ 8 เป็นไปตามกฎออกเตต"*

- ธาตุใดบ้างสามารถสร้างพันธะโคเวเลนต์ด้วยกันได้ *แนวคำตอบ คือ "ธาตุอโลหะ เช่น ไฮโดรเจน ออกซิเจน ซัลเฟอร์ คาร์บอน และไนโตรเจน เป็นต้น"*

1.2 ให้นักเรียนลองทบทวนการเขียนสูตรโครงสร้างลิวอิสแบบจุดและแบบเส้นในใบงานที่ 1.1 เรื่องการเขียนสูตรโครงสร้างของสารประกอบอินทรีย์ ข้อที่ 1 โดยใช้เวลา 5 นาที หลังจากนั้นลองช่วยกันเฉลยคำตอบ

1.3 ครูนำบัตรคำที่มีสัญลักษณ์ของธาตุคาร์บอน ธาตุไฮโดรเจน ธาตุออกซิเจน ธาตุซัลเฟอร์ พันธะเดี่ยว พันธะคู่ และพันธะสาม ซึ่งกำหนดสัญลักษณ์ไว้ โดยแจกนักเรียนคนละหนึ่งใบ และให้จับกลุ่มตามตามสัญลักษณ์ที่บัตรคำที่จับได้ซึ่งจะแบ่งนักเรียนได้ทั้งหมด 6 กลุ่ม โดยแต่กลุ่มจะมีสมาชิกไม่เท่ากันขึ้นอยู่กับโครงสร้างสาร แล้วให้นักเรียนร่วมกันต่อให้เป็นโครงสร้างที่ถูกต้องที่สุด *แนวคำตอบ "จะได้สารที่มีสูตรโมเลกุลดังนี้* C_2H_4 C_2H_6 CH_4O CH_3Cl CH_5N CH_4S*"*

1.4 ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอโครงสร้างเกี่ยวกับพันธะเคมีของธาตุคาร์บอนที่นักเรียนร่วมกันต่อจากบัตรคำ เพื่อให้เกิดความเข้าใจเกี่ยวกับการสร้างพันธะของคาร์บอน โดยครูใช้คำถาม ดังนี้

- นักเรียนทราบหรือไม่ว่า การเกิดพันธะโคเวเลนต์ของคาร์บอนมีได้ทั้งหมดกี่พันธะ โดยให้พิจารณาจากโครงสร้างที่นักเรียนต่อจากบัตรคำ *แนวคำตอบ คือ "**4 พันธะ** ถ้าเป็นพันธะเดี่ยวทั้งหมด **3 พันธะ** ถ้าเป็นพันธะคู่ 1 พันธะ กับพันธะเดี่ยว 2 พันธะ , **2 พันธะ** ถ้าเป็นพันธะคู่ทั้ง 2 พันธะ หรือพันธะสาม 1พันธะ กับพันธะเดี่ยว 1 พันธะ"*

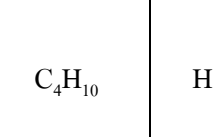
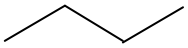
- นักเรียนคิดว่าการเกิดพันธะของคาร์บอนทำให้เกิดโครงสร้างของสารที่มีความแตกต่างกันได้หรือไม่ อย่างไร **(ผู้เรียนถูกกระตุ้นความสนใจด้วยคำถามทางวิทยาศาสตร์)**

2. กิจกรรมที่ช่วยพัฒนาผู้เรียน

2.1 ครูนำแบบจำลองโมเดลแสดงโครงสร้างของสารประกอบอินทรีย์ เช่น C_2H_4 C_2H_6 C_2H_2 เป็นต้น โดยให้นักเรียนสังเกตการสร้างพันธะตามกฎออกเตตและจำนวนพันธะของธาตุต่างๆ ในสารประกอบ เพื่อให้ได้แนวคิดที่ว่า ธาตุคาร์บอนสามารถสร้างพันธะโคเวเลนต์กับธาตุคาร์บอนด้วยกันเองด้วยพันธะเดี่ยว พันธะคู่หรือพันธะสาม และสามารถสร้างพันธะโคเวเลนต์กับธาตุอื่นได้อีกด้วย

2.2 ให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม รับบัตรคำที่มีสูตรแบบต่างๆ ได้แก่ สูตรโครงสร้างลิวอิส สูตรแบบย่อ สูตรแบบใช้เส้นและมุม กลุ่มละ 1 ใบ ให้นักเรียนได้พิจารณาว่าสารประกอบอินทรีย์ทั้ง 4 แบบ เป็นสารชนิดเดียวกันหรือไม่ เพราะเหตุใด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แบบที่ 1	แบบที่ 2	แบบที่ 3	แบบที่ 4
C_4H_{10}		$CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH_3$ หรือ $CH_3CH_2CH_2CH_3$ หรือ $CH_3(CH_2)_2CH_3$	

(ผู้เรียนค้นหาข้อมูลหลักฐานต่างๆ เพื่อพัฒนาและประเมินคำอธิบายในการตอบคำถามทางวิทยาศาสตร์)

2.3 ครูให้นักเรียนดูโครงสร้างจากแบบจำลองโมเลกุลโดยที่เปรียบเทียบกับโครงสร้างลิวอิสแบบเส้น แล้วให้นักเรียนพิจารณา และเขียนโครงสร้างแบบย่อ แบบใช้เส้นและมุม และร่วมกันสืบค้นเพิ่มเติมจากใบความรู้ที่ 1.1 เรื่อง การเขียนสูตรโครงสร้างของสารประกอบอินทรีย์ **(ผู้เรียนสร้างคำอธิบายจากหลักฐานที่มีอยู่ เพื่อตอบคำถามทางวิทยาศาสตร์)**

2.4 ให้ตัวแทนกลุ่มออกมาอธิบายการเขียนสูตรโครงสร้างให้ได้ว่า สูตรโครงสร้างสามารถเขียนแสดงได้หลายแบบ เช่น โครงสร้างลิวอิส สูตรแบบย่อ สูตรแบบใช้เส้นและมุม **(ผู้เรียนประเมินคำอธิบายต่างๆ ที่สร้างขึ้นจากคำอธิบายที่หลากหลายเชื่อมโยงไปสู่ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ได้)**

2.5 ให้นักเรียนฝึกเขียนสูตรโครงสร้างของสารประกอบอินทรีย์แบบต่างๆ ในใบงานที่ 1.1 เรื่อง การเขียนสูตรโครงสร้าง ข้อที่ 2 โดยใช้เวลาประมาณ 10 นาที หลังจากนั้นสุ่มนักเรียนทีละกลุ่มช่วยกันเฉลยคำตอบ **(ผู้เรียนสื่อสารและให้เหตุผลของคำอธิบาย)**

2.6 ครูให้นักเรียนพิจารณาโครงสร้างจากแบบจำลองของลิวอิสของบิวเทน กับ 2- เมทิลโพรเพน ซึ่งมีสูตรโมเลกุลเหมือนกันแต่สูตรโครงสร้างต่างกัน แล้วซักถามนักเรียนด้วยคำถามดังนี้

- โครงสร้างสารทั้งสองนี้เหมือนกันหรือไม่ *แนวคำตอบ "สารทั้งสองมีโครงสร้างต่างกัน"*

- สารทั้งสองมีสูตรโมเลกุลเหมือนกันหรือไม่ *แนวคำตอบ"สารทั้งสองมีสูตรโมเลกุลที่เหมือนกัน คือ C_4H_{10}"*

หลังจากนั้นให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า "สารบางชนิดมีสูตรโมเลกุลเหมือนกันแต่สูตรโครงสร้างต่างกัน ทำให้มีสมบัติต่างกัน" เพื่อนำไปสู่ความหมายของไอโซเมอริซึม ไอโซเมอร์ และไอโซเมอร์โครงสร้าง **(ผู้เรียนถูกกระตุ้นความสนใจด้วยคำถามทางวิทยาศาสตร์)**

2.7 ครูตั้งคำถามเพื่อให้นักเรียนช่วยกันคิดว่า สารประกอบอินทรีย์ที่มีสูตรโมเลกุลเป็น C_5H_{12} จะมีการจัดเรียงอะตอมของคาร์บอนเป็นอย่างไรได้บ้าง แล้วให้นักเรียนทำกิจกรรมที่ 1.1

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เรื่อง การจัดเรียงอะตอมของคาร์บอนในสารประกอบอินทรีย์ โดยใช้เวลาประมาณ 10 นาที **(ผู้เรียนค้นหาข้อมูลหลักฐานต่างๆ เพื่อพัฒนาและประเมินคำอธิบายในการตอบคำถามทางวิทยาศาสตร์)**

2.8 ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอโครงสร้างของสารประกอบอินทรีย์มีสูตรโมเลกุลเป็น C_5H_{12}ที่ได้จากการทำกิจกรรม **(ผู้เรียนสร้างคำอธิบายจากหลักฐานที่มีอยู่ เพื่อตอบคำถามทางวิทยาศาสตร์)**

2.9 ครูถามคำถามเพื่อให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายให้ได้ข้อสรุปดังนี้

- เมื่อต่อคาร์บอน 5 อะตอม และไฮโดรเจน 12 อะตอมด้วยพันธะเดี่ยวทั้งหมดจะได้โครงสร้างที่เป็นไปได้ทั้งหมดกี่แบบ *แนวคำตอบ "3 แบบ หรือ 3 ไอโซเมอร์ ซึ่งเป็นโครงสร้างแบบโซ่เปิด"*

- ไอโซเมอร์ของโมเลกุล C_5H_{12} เกิดขึ้นได้อย่างไร *แนวคำตอบ "เกิดจากการเปลี่ยนตำแหน่งของคาร์บอนจากโซ่ตรงเป็นโซกิ่ง"*

- เมื่อต่อแบบจำลองโดยใช้คาร์บอน 5 อะตอม เช่นเดียวกัน แต่ให้มีพันธะคู่ระหว่างอะตอมของคาร์บอนหนึ่งพันธะ จะได้โครงสร้างกี่แบบ *แนวคำตอบ "จะได้โครงสร้างที่เป็นโซ่เปิด 5 แบบ หรือ 5 ไอโซเมอร์"* **(ผู้เรียนประเมินคำอธิบายต่างๆ ที่สร้างขึ้นจากคำอธิบายที่หลากหลายเชื่อมโยงไปสู่ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ได้)**

3. กิจกรรมรวบยอด

3.1 ให้นักเรียนทำใบงานที่ 1.2 แผนผังแนวคิด (Concept Mapping) เรื่อง พันธะของคาร์บอนหลังจากนั้นให้นักเรียนอภิปรายหน้าชั้นเรียนเป็นรายบุคคล **(ผู้เรียนสื่อสารและให้เหตุผลของคำอธิบาย)**

3.2 ให้นักเรียนเขียนบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้สรุปความรู้ที่ได้เกี่ยวกับพันธะของคาร์บอน

3.3 สังเกตพฤติกรรมของนักเรียนขณะเข้าร่วมกิจกรรม การทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม สังเกตจากการทำกิจกรรมการทดลองของนักเรียน การตอบคำถามในชั้นเรียน และการทำใบงาน

⊙ การจัดบรรยากาศเชิงบวก

ครูกระตุ้นนักเรียนให้ตอบคำถามโดยไม่ต้องกังวลกับคำตอบว่าจะถูกหรือผิด และให้ทำกิจกรรมอย่างอิสระตามขั้นตอนวิธีทำ โดยไม่ต้องกังวลว่าจะต้องได้ผลการทำกิจกรรมเหมือนกับเพื่อนกลุ่มอื่นๆ สามารถช่วยกันอภิปรายและเสนอแนะข้อผิดพลาดจากการทำกิจกรรมได้

⊙ สื่อ / แหล่งการเรียนรู้

1. ใบความรู้ที่ 1.1 เรื่อง การเขียนสูตรโครงสร้างของสารประกอบอินทรีย์
2. ใบงานที่ 1.1 เรื่อง การเขียนสูตรโครงสร้างของสารประกอบอินทรีย์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3. ใบงานที่ 1.2 แผนผังแนวคิด (Concept Mapping) เรื่อง พันธะของคาร์บอน
4. ใบกิจกรรมการทดลองที่ 1.1 เรื่อง การจัดเรียงอะตอมของคาร์บอนในสารประกอบอินทรีย์
5. ชุดแบบจำลองแสดงโครงสร้างของสารประกอบอินทรีย์แบบต่างๆ
6. ชุดบัตรคำ เรื่อง พันธะของคาร์บอน
7. หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมเคมี เล่ม 5

◎ การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

1. เกณฑ์การให้คะแนนการประเมินตามสภาพจริงจากพฤติกรรมการปฏิบัติการทดลองของนักเรียน

เกณฑ์การประเมิน	**ระดับคะแนน**		
	3 (8-10 คะแนน)	**2 (5-7 คะแนน)**	**1 (ต่ำกว่า 5 คะแนน)**
1. การทดลองตามขั้นตอนที่กำหนด	ทดลองตามวิธีการและขั้นตอนที่กำหนดไว้อย่างถูกต้อง มีการปรับปรุงแก้ไขเป็นระยะ	ทดลองตามวิธีการและขั้นตอนที่กำหนดไว้โดยครูเป็นผู้แนะนำในบางส่วนมีการปรับปรุงแก้ไขบ้าง	ทดลองไม่ถูกต้องตามวิธีการและขั้นตอนที่กำหนดไว้หรือดำเนินการข้ามขั้นตอน ไม่มีการปรับปรุงแก้ไข
2. การใช้อุปกรณ์และ/หรือเครื่องมือ	ใช้อุปกรณ์และ/หรือเครื่องมือในการทดลองได้อย่าง คล่อง แคล่ว และถูกต้อง ตามหลักการปฏิบัติ	ใช้อุปกรณ์และ/หรือเครื่องมือในการทดลองได้อย่างถูกต้องตามหลักการปฏิบัติ แต่ไม่คล่องแคล่ว	ใช้อุปกรณ์และ/หรือเครื่องมือในการทดลองไม่ถูกต้อง
3. การบันทึกผลการทดลอง	บันทึกผลเป็นระยะอย่างถูกต้องมีระเบียบและเป็นไปตามการทดลอง	บันทึกผลเป็นระยะไม่ระบุหน่วย ไม่เป็นระเบียบ แต่เป็นไปตามการทดลอง	บันทึกผลไม่ครบถ้วน ไม่มีการระบุหน่วย และไม่เป็นไปตามการทดลอง
4. การจัดทำข้อมูลและการนำเสนอ	จัดกระทำข้อมูลอย่างเป็นระบบ และนำเสนอด้วยแบบต่างๆอย่างชัดเจน ถูกต้อง	จัดกระทำข้อมูลอย่างเป็นระบบ นำเสนอด้วยแบบต่างๆ แต่ยังไม่ถูกต้อง	จัดทำข้อมูลอย่างไม่เป็นระบบ และนำเสนอไม่สื่อความหมายและไม่ชัดเจน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เกณฑ์การประเมิน	ระดับคะแนน		
	3 (8-10 คะแนน)	2 (5-7 คะแนน)	1 (ต่ำกว่า 5 คะแนน)
5. การสรุปผลการทดลอง	สรุปผลการทดลองได้อย่างถูกต้อง กระชับ ชัดเจน และคลอบคลุมข้อมูลจากการวิเคราะห์ทั้งหมด	สรุปผลการทดลองได้ถูกต้องแต่ยังไม่คลอบคลุมข้อมูลจากการวิเคราะห์ทั้งหมด	สรุปผลการทดลองตามความคิดเห็น โดยไม่ใช่ข้อมูลจากการทดลอง
6.การดูแลและการเก็บอุปกรณ์และ/หรือเครื่องมือ	ดูแลอุปกรณ์และ/หรือเครื่องมือในการทดลองและทำความสะอาดและเก็บอย่างถูกต้องตามหลักการ	ดูแลอุปกรณ์และ/หรือเครื่องมือในการทดลองและมีการทำความสะอาดแต่เก็บไม่ถูกต้อง	ไม่ดูแลอุปกรณ์และ/หรือเครื่องมือในการทดลอง และไม่สนใจทำความสะอาดรวมทั้งเก็บไม่ถูกต้อง

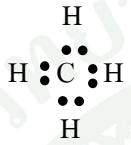
2. เกณฑ์การให้คะแนนแบบการทำใบงาน

ประเด็นการประเมิน	ระดับคุณภาพ			
	ดีมาก (4)	ดี (3)	พอใช้ (2)	ปรับปรุง (1)
ใบงานที่ 1.1 เรื่อง การเขียนสูตรโครงสร้างของสารประกอบอินทรีย์	ทำใบงานได้ถูกต้องครบทุกองค์ประกอบ	ทำใบงานได้ถูกต้อง 3 ใน 4	ทำใบงานได้ถูกต้อง 2 ใน 4	ทำใบงานได้ถูกต้อง 1 ใน 4 หรือน้อยกว่า
ใบงานที่ 1.2 แผนผังแนวคิดเรื่อง พันธะของคาร์บอน	เขียนแผนผังได้ 9-10 คะแนน	เขียนแผนผังได้ 7-8 คะแนน	เขียนแผนผังได้ 5-6 คะแนน	เขียนแผนผังได้ต่ำกว่า 5 คะแนน

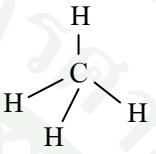
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ประกอบแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1	ใบความรู้ที่ 1.1 เรื่อง การเขียนสูตรโครงสร้างของสารประกอบอินทรีย์

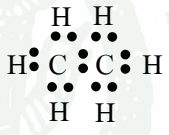
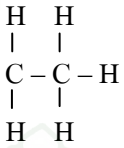
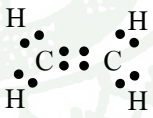
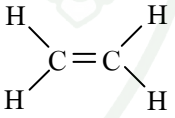
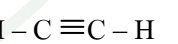
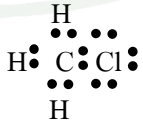
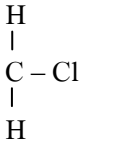
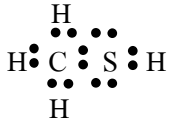
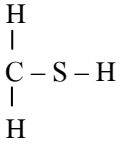
คาร์บอนเป็นธาตุในหมู่ IVA มีเวเลนซ์อิเล็กตรอนเท่ากับ 4 จึงสามารถใช้อิเล็กตรอนร่วมกับอะตอมอื่นๆ อีก 4 อิเล็กตรอน เกิดเป็นพันธะโคเวเลนซ์ได้ 4 พันธะ และมีเวเลนซ์อิเล็กตรอนครบแปดตามกฎออกเตต เช่น คาร์บอน 1 อะตอมใช้เวเลนซ์อิเล็กตรอนร่วมกับไฮโดรเจน 4 อะตอม เกิดเป็นมีเทน (CH_4) เขียนโครงสร้างลิวอิสแสดงได้ดังนี้



หรือ



<u>ตัวอย่าง</u> แสดงสูตรโมเลกุลและสูตรโครงสร้างลิวอิสของสารประกอบอินทรีย์บางชนิด

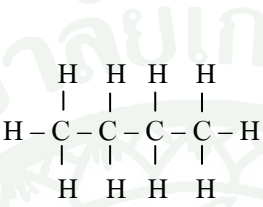
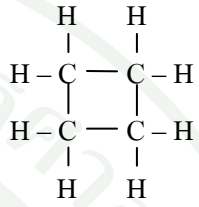
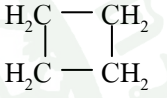
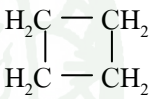
ชื่อสาร	สูตรโมเลกุล	สูตรโครงสร้างลิวอิส	
		แบบจุด	แบบเส้น
อีเทน	C_2H_6		
อีทีน (เอทิลีน)	C_2H_4		
อีไทน์ (อะเซทิลีน)	C_2H_2		
คลอโรมีเทน (เมทิลคลอไรด์)	CH_3Cl		
มีเทนไทออล	CH_4S		

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

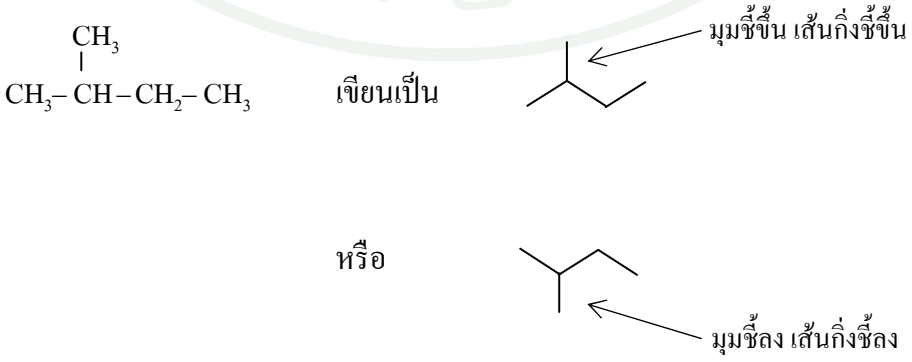
2. การเขียนสูตรโครงสร้างของสารสารประกอบอินทรีย์

2.1 การเขียนสูตรโครงสร้างของสารประกอบอินทรีย์ เขียนได้หลายแบบ เช่น โครงสร้างลิวอิส แบบย่อ แบบผสมระหว่างลิวอิสกับแบบย่อ และแบบใช้เส้นและมุม

<u>ตัวอย่าง</u> สูตรโครงสร้างของสารประกอบอินทรีย์บางชนิดที่เขียนแสดงด้วยโครงสร้างแบบต่างๆ เป็นดังนี้

สูตรโครงสร้าง	**C_4H_{10}**	**C_4H_8**
แบบลิวอิส		
แบบย่อ	$CH_3CH_2CH_2CH_3$ หรือ $CH_3(CH_2)_2CH_3$	
แบบผสม	$CH_3-CH_2-CH_2-CH_3$	
แบบใช้เส้นและมุม		

2.2 การเขียนสูตรโครงสร้างแบบใช้เส้นและมุมจะเขียนตามการจัดเรียงตัวของอะตอมในโมเลกุลในลักษณะ 3 มิติ โดยใช้เส้นแทนพันธะระหว่างอะตอมคาร์บอน ถ้ามีจำนวนคาร์บอนมากกว่า 2 อะตอม จะใช้เส้นตรงต่อกันแบบซิกแซกแทนสายโซ่อะตอมของคาร์บอน ส่วนที่เป็นโซ่กิ่งจะใช้เส้นตรงลากต่อออกมาจากสายโซ่ โดยใช้เส้นชี้ขึ้นต่อกับมุมของฟันปลาที่ชี้ขึ้น และใช้เส้นชี้ลงต่อกับมุมของฟันปลาที่ชี้ลง เช่น



ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สำหรับโมเลกุลที่มีอะตอมของคาร์บอนเป็นพันธะเดี่ยวทั้ง 4 พันธะ จะเขียนแสดงโครงสร้างเป็นรูปทรงสี่หน้า ดังตัวอย่าง

สำหรับโมเลกุลที่มีมีอะตอมของคาร์บอนเป็นพันธะคู่ จะเขียนพันธะคู่ขนานสายโซ่อะตอมของคาร์บอน ดังตัวอย่าง

ส่วนโมเลกุลที่มีพันธะสาม จะเขียนเส้นตรงต่อกับพันธะที่อยู่ถัดไปโดยไม่หักมุมให้เป็นเส้นฟันปลาตรงตำแหน่งพันธะสาม ดังตัวอย่าง

****

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

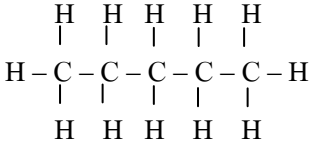
ประกอบแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1	ใบงานที่ 1.1 เรื่อง การเขียนสูตรโครงสร้างของสารประกอบอินทรีย์

ชื่อ-นามสกุล .....ชั้น.....เลขที่.....

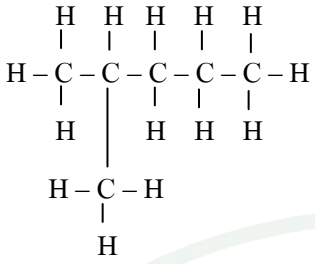
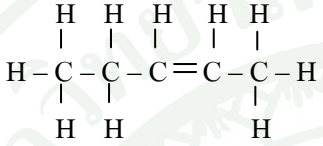
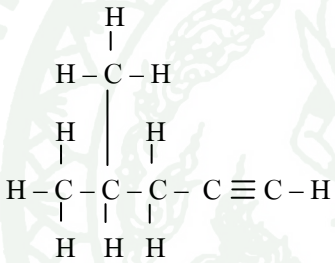
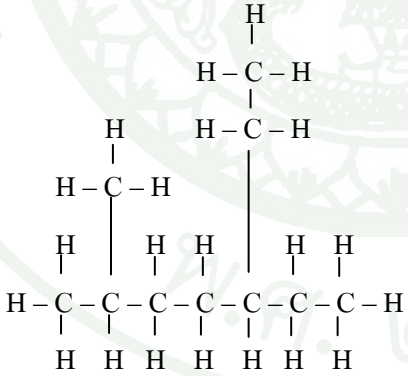
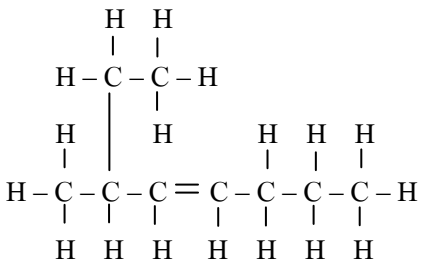
1.จงเขียนสูตรโครงสร้างลิวอิสแบบจุดและแบบเส้นจากสูตรโมเลกุลดังต่อไปนี้

ชื่อสาร	สูตรโมเลกุล	สูตรโครงสร้างลิวอิส	
		แบบจุด	แบบเส้น
โพรเพน	C_3H_8		
โพรพีน	C_3H_6		
โพรไพน์	C_3H_4		
เมทานอล (เมทิลแอลกอฮอล์)	CH_3OH		
โพรพาโนน (แอซีโตน)	C_3H_6O		

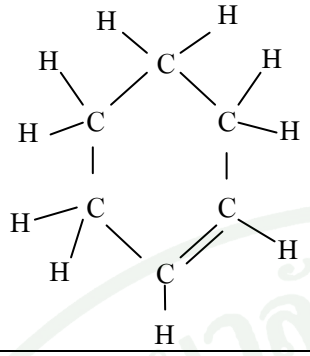
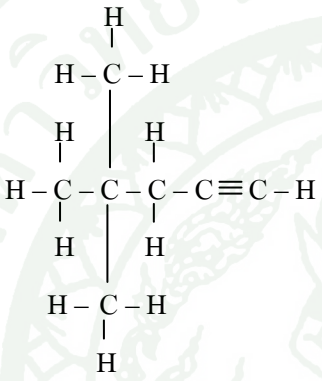
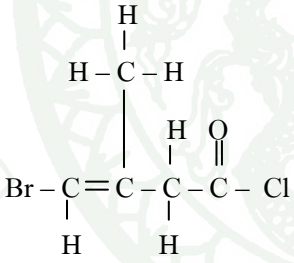
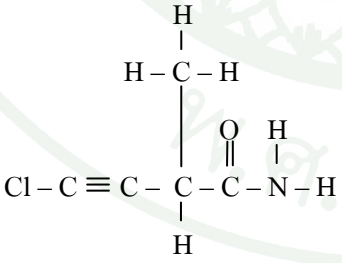
2. จงเขียนสูตรโครงสร้างแบบย่อและแบบเส้นและมุมจากสูตรโครงสร้างแบบลิวอิส

ข้อที่	สูตรโครงสร้างแบบลิวอิส	สูตรโครงสร้างแบบย่อ	แบบเส้นและมุม
1.			

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ข้อที่	สูตรโครงสร้างแบบลิวอิส	สูตรโครงสร้างแบบย่อ	แบบเส้นและมุม
2.			
3.			
4.			
5.			
6.			

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ข้อที่	สูตรโครงสร้างแบบลิวอิส	สูตรโครงสร้างแบบย่อ	แบบเส้นและมุม
7.			
8.			
9.			
10.			

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ประกอบแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1	ใบกิจกรรมที่ 1.1 เรื่อง การจัดเรียงอะตอมของคาร์บอนในสารประกอบ

รายวิชา เคมี 5 รหัสวิชา ว30225 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่...../..... กลุ่มที่..... วันที่...../...../.....

1. ชื่อผู้ทำกิจกรรม ..... เลขที่.....
2. ชื่อผู้ร่วมทำกิจกรรม 1. .....เลขที่.....
   2. ..... เลขที่.....
   3. .....เลขที่.....
   4. .....เลขที่.....
   5. .....เลขที่.....
   6. .....เลขที่.....

คะแนนที่ได้ .....
คะแนนเต็ม 10 คะแนน

จุดประสงค์

1. ต่อแบบจำลองแสดงโครงสร้างของสารประกอบอินทรีย์แบบต่างๆ ตามจำนวนอะตอมของคาร์บอนและไฮโดรเจนที่กำหนดได้
2. เขียนโครงสร้างลิวอิสของแต่ละไอโซเมอร์ได้
3. อธิบายการเกิดไอโซเมอร์และผลของการเกิดไอโซเมอร์ได้

วัสดุอุปกรณ์ในการทำกิจกรรม

1. แบบจำลองลูกกลมพลาสติกสีดำเจาะ 4 รู แทนอะตอมของคาร์บอน 5 ลูก
2. แบบจำลองลูกกลมพลาสติกสีขาวเจาะ 1 รู แทนอะตอมของไฮโดรเจน 12 ลูก
3. ก้านพลาสติก 16 อัน

วิธีการทำกิจกรรม

1. ใช้แบบจำลองลูกกลมพลาสติกสีดำแทนอะตอมของคาร์บอน สีขาวแทนอะตอมของไฮโดรเจน และใช้ก้านพลาสติดแทนพันธะ
2. นำลูกกลมสีดำจำนวน 5 ลูก มาต่อด้วยก้านพลาสติกให้เป็นสายยาว แล้วต่อลูกกลมสีขาว ให้ครบทุกพันธะ บันทึกผลโดยวาดเป็นโครงสร้าง 3 มิติ และเขียนเป็นโครงสร้างลิวอิสแบบเส้น
3. เปลี่ยนโครงสร้างจากข้อ 2 ให้เป็นแบบอื่นๆ ที่ต่างออกไป โดยทำให้เป็นโซ่กิ่ง โดยใช้ลูกกลมและพลาสติกจำนวนเท่าเดิม แล้วบันทึกผล

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางบันทึกผลการทำกิจกรรม

แบบที่	แบบจำลองโมเลกุล 3 มิติ	สูตรโครงสร้างลิวอิสแบบเส้น
1		
2		
3		

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

คำถามท้ายการทำกิจกรรม

1. เมื่อต่อคาร์บอน 6 อะตอมด้วยพันธะเดี่ยวทั้งหมดจะได้กี่ไอโซเมอร์ แต่ละไอโซเมอร์มีโครงสร้างอย่างไร พร้อมทั้งเขียนโครงสร้างประกอบ

   .....

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. ถ้าต่อแบบจำลองโดยใช้คาร์บอน 5 อะตอม แต่เปลี่ยนพันธะเดี่ยวเป็นพันธะคู่ 1 พันธะ จะได้กี่ไอโซเมอร์ แต่ละไอโซเมอร์มีโครงสร้างอย่างไร พร้อมทั้งเขียนโครงสร้างประกอบ

.....

3. สารประกอบอินทรีย์ที่มีสูตรโมเลกุล C_5H_{10} มีไอโซเมอร์ที่เป็นแบบวงกี่ไอโซเมอร์ แต่ละไอโซเมอร์มีโครงสร้างเป็นอย่างไร พร้อมทั้งเขียนโครงสร้างประกอบ

.....

****

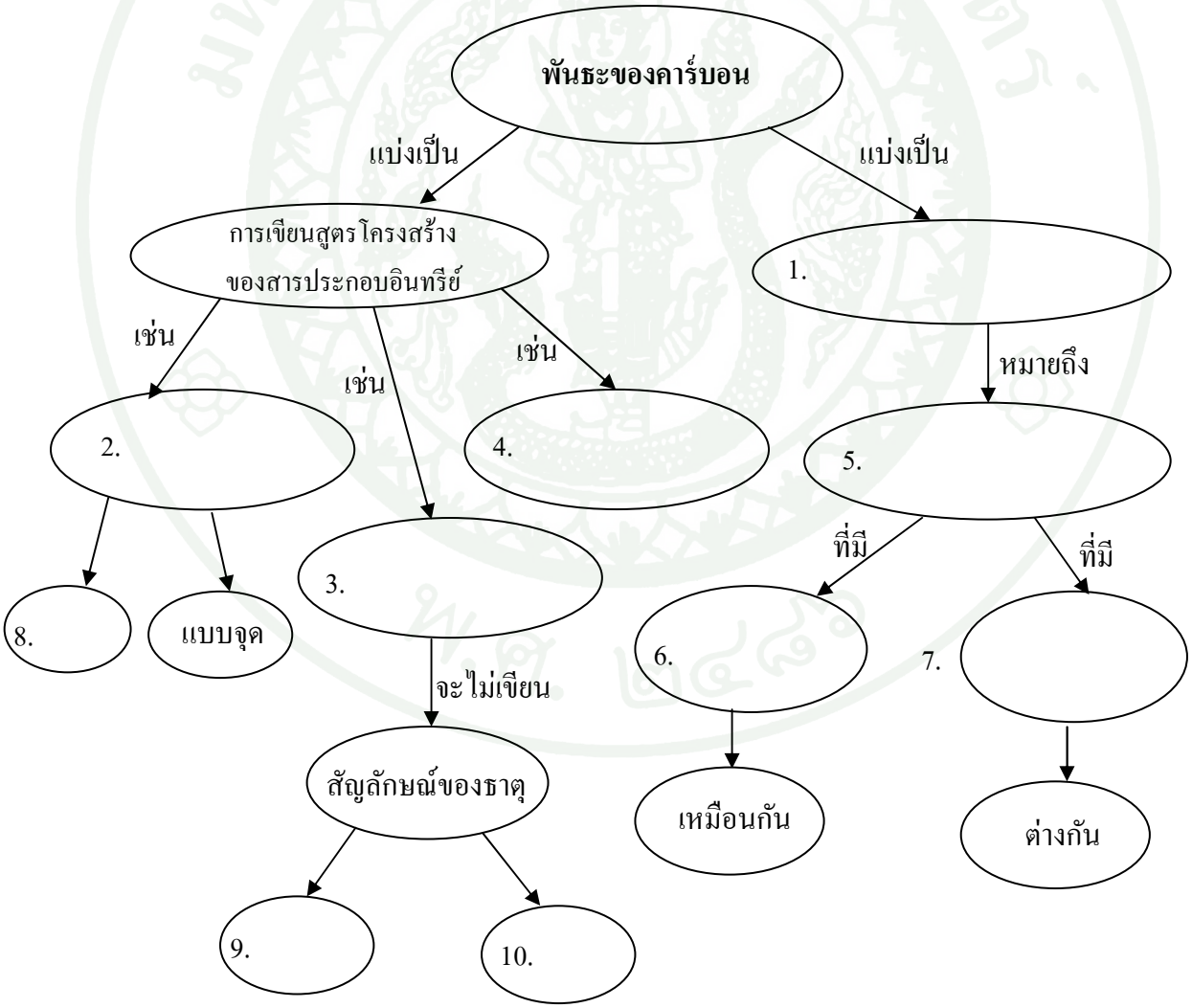
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ประกอบแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1	ใบงานที่ 1.2 เขียนแผนผังแนวคิด เรื่อง พันธะของคาร์บอน

ชื่อ-นามสกุล .....ชั้น.....เลขที่.....

จุดประสงค์การเรียนรู้ สามารถเขียนแผนผังแนวคิด ในเรื่อง พันธะของคาร์บอนในแบบเติมคำได้

คำชี้แจง จงเลือกคำที่กำหนดให้ต่อไปนี้ “แบบเส้น สูตรโมเลกุล สูตรโครงสร้าง ไอโซเมอริซึม แบบลิวอิส แบบย่อ แบบเส้นและมุม คาร์บอน ปรากฏการณ์ ไฮโดรเจน” เติมลงไปในช่องว่างตามหมายเลขต่างๆ



ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก ค

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แบบวัดแนวคิด เรื่อง สารประกอบไฮโดรคาร์บอน

แบบวัดแนวคิด เรื่อง สารประกอบไฮโดรคาร์บอน ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อเป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลในการทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารประกอบไฮโดรคาร์บอน ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวคิด”

ชื่อ.....นามสกุล.....ชั้น ม.6/ เลขที่.....
รายวิชา เคมี 5 เรื่อง สารประกอบไฮโดรคาร์บอน สอบวันที่ เดือน..... พ.ศ.....

คำชี้แจง (สำหรับนักเรียน)

แบบวัดแนวคิดฉบับนี้ประกอบไปด้วยข้อคำถามแบบสองชั้น (Two – tier) 12 ข้อ จำนวน 8 หน้า ให้เลือกคำตอบและให้แสดงเหตุผลประกอบคำตอบนั้น ตามเงื่อนไขต่อไปนี้

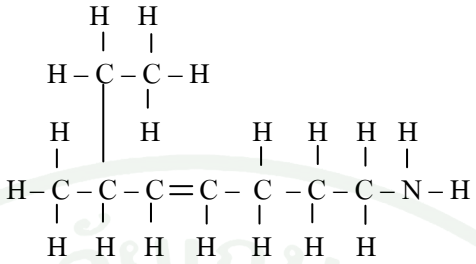
1. การเลือกคำตอบให้นักเรียนทำการฝนคำตอบด้วยดินสอ ตั้งแต่ 2B ขึ้นไป ในตัวเลือกที่นักเรียนพิจารณาแล้วว่าเป็นคำตอบที่ถูกต้อง **เพียงหนึ่งตัวเลือก**
2. การให้เหตุผลประกอบคำตอบ ให้นักเรียนเขียนเหตุผลในการอธิบายคำตอบที่นักเรียนได้เลือกตามแนวประเด็นคำถามในแต่ละข้อนั้นๆ
3. แบบวัดแนวคิด เรื่อง สารประกอบไฮโดรคาร์บอน ครอบคลุมแนวคิดย่อย 6 แนวคิด ดังนี้
   - 3.1 การสร้างพันธะของคาร์บอน จำนวน 2 ข้อ
   - 3.2 ลักษณะของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน จำนวน 2 ข้อ
   - 3.3 สารประกอบแอลเคน
   - 3.4 สารประกอบแอลคีน
   - 3.5 สารประกอบแอลไคน์
   - 3.6 สารประกอบอะโรเมติกไฮโดรคาร์บอน

   } จำนวน 8 ข้อ
4. เวลาที่ใช้ในการทำแบบวัดแนวคิด เรื่อง สารประกอบไฮโดรคาร์บอน เวลา 2 ชั่วโมง (120 นาที)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

<u>คำสั่ง</u> ให้นักเรียนเลือกคำตอบเพียง 1 ข้อเท่านั้น และตอบคำถามในการอธิบายเหตุผลในแต่ละข้อ

1. สารชนิดหนึ่งที่มีสูตรโครงสร้างลิวอิสแบบเส้นเป็นดังนี้ (ใช้ตอบคำถามข้อที่ 1.1 และ 1.2)



1.1 ข้อใดเขียนสูตรโครงสร้างแบบย่อได้**ถูกต้องที่สุด**

1. $CH_3CH(CH_2CH_3)=CH_2(CH_2)_3NH_2$
2. $CH_3CH_2CH(CH_3)CH=CH(CH_2)_4NH_2$
3. $CH_3CH(CH_2CH_3)CH=CHCH_2CH_2CH_2NH_3$
4. $CH_3CH(CH_2CH_3)CH=CH(CH_2)_3NH_2$

สูตรโครงสร้างแบบย่อ มีหลักการเขียนอย่างไร

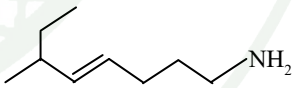
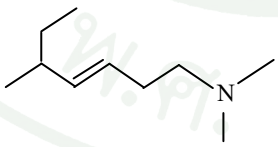
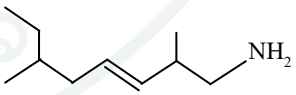
……

……

……

……

1.2 ข้อใดเขียนสูตรโครงสร้างแบบเส้นและมุมได้**ถูกต้อง**

1.
2. 
3. 
4. 

สูตรโครงสร้างแบบเส้นและมุม มีหลักการเขียนอย่างไร

……

……

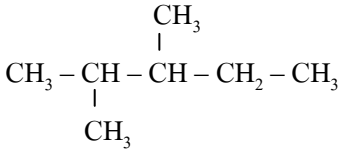
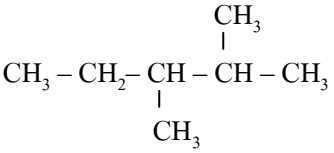
……

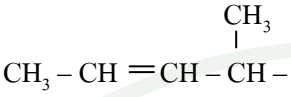
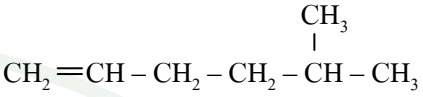
……

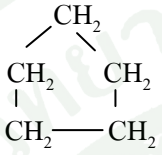
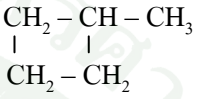
……

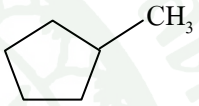
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. โครงสร้างของสารในคู่ใดต่อไปนี้ที่เป็นไอโซเมอร์กัน

1.  กับ 

2.  กับ 

3.  กับ 

4. กับ 

สารที่เป็นไอโซเมอร์กัน จะต้องมีลักษณะเป็นอย่างไร

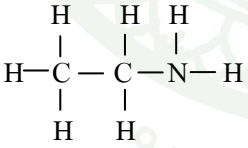
……

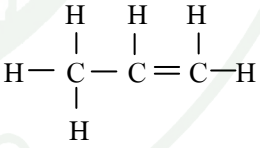
……

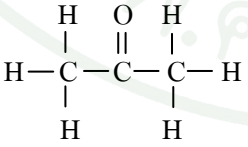
……

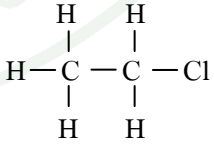
……

3. ข้อใดจัดเป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอน

1. 

2. 

3. 

4. 

สารประกอบไฮโดรคาร์บอน หมายถึงอะไร

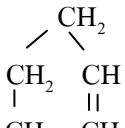
……

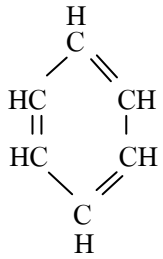
……

……

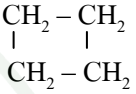
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4. จงพิจารณาโครงสร้างของสารประกอบต่อไปนี้ (ใช้ตอบคำถามข้อที่ 4.1 , 4.2 และ 4.3)

สาร A : 

สาร B : 

สาร C :

สาร D : 

สาร E : $CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH_3$

4.1 ข้อใดจัดเป็นอะลิฟาติกไฮโดรคาร์บอน (Aliphatic Hydrocarbon)

1. สาร A เท่านั้น
2. สาร C เท่านั้น
3. สาร A และ สาร D
4. สาร C และ สาร E

อะลิฟาติกไฮโดรคาร์บอน (Aliphatic Hydrocarbon) มีลักษณะเป็นอย่างไร

……

……

4.2 ข้อใดจัดเป็นอะลิไซคลิกไฮโดรคาร์บอน (Alicyclic Hydrocarbon)

1. สาร B เท่านั้น
2. สาร D เท่านั้น
3. สาร A และ สาร B
4. สาร A และ สาร D

อะลิไซคลิกไฮโดรคาร์บอน (Alicyclic Hydrocarbon) มีลักษณะเป็นอย่างไร

……

……

4.3 ข้อใดจัดเป็นอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน (Aromatic Hydrocarbon)

1. สาร A เท่านั้น
2. สาร B เท่านั้น
3. สาร D เท่านั้น
4. สาร A และ สาร B

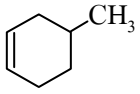
อะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน (Aromatic Hydrocarbon) มีลักษณะเป็นอย่างไร

……

……

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

5. กำหนดโครงสร้างสารประกอบให้ดังต่อไปนี้ (ใช้ตอบคำถามข้อที่ 5.1 , 5.2 และ 5.3)

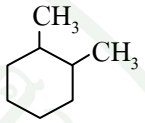
สาร ก : 

สาร ข : $CH_3 - C \equiv C - \underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{CH}} - CH_3$

สาร ค : $CH_3 - CH_2 - \underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{\overset{\displaystyle CH_3}{\overset{|}{C}}}} - CH_3$

สาร ง : $CH_3 - CH = \underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{C}} - CH_2 - CH_3$

สาร จ :

สาร ฉ : 

5.1 ข้อใดจัดเป็นสารประกอบแอลเคนหรือไซโคลแอลเคน

1. สาร ค เท่านั้น
2. สาร ง เท่านั้น
3. สาร ก และ สาร ข
4. สาร ค และ สาร ฉ

สารประกอบแอลเคนและไซโคลแอลเคน มีลักษณะเป็นอย่างไร

.....

.....

5.2 ข้อใดจัดเป็นสารประกอบแอลคีนหรือไซโคลแอลคีน

1. สาร ก และ สาร ข
2. สาร ก และ สาร ง
3. สาร ค และ สาร ฉ
4. สาร ค และ สาร จ

สารประกอบแอลคีนและไซโคลแอลคีน มีลักษณะเป็นอย่างไร

.....

.....

5.3 ข้อใดจัดเป็นสารประกอบแอลไคน์หรือไซโคลแอลไคน์

1. สาร ก และ สาร ง
2. สาร ก และ สาร ข
3. สาร ข และ สาร จ
4. สาร ค และ สาร ฉ

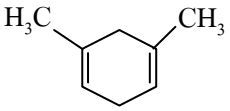
สารประกอบแอลไคน์และไซโคลแอลไคน์ มีลักษณะเป็นอย่างไร

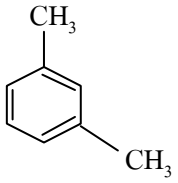
.....

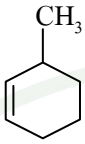
.....

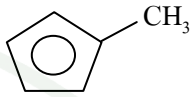
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

6. ข้อใดต่อไปนี้**<u>จัดเป็น</u>**สารประกอบอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน

1. 

2. 

3. 

4. 

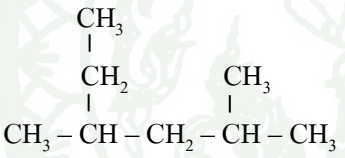
สารประกอบอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน มีลักษณะเป็นอย่างไร

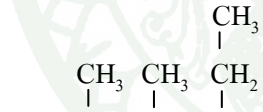
……

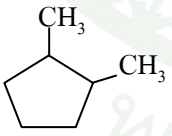
……

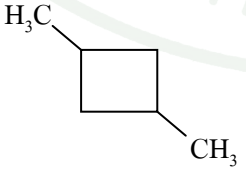
……

7. ข้อใดอ่านชื่อสารประกอบแอลเคนหรือไซโคลแอลเคนได้**<u>ถูกต้อง</u>**

1.  อ่านว่า 2, 4 – Dimethyl hexane

2.  อ่านว่า 2, 3 – Dimethyl – 4 – ethyl pentane

3.  อ่านว่า 1, 5 – Dimethyl cyclopentane

4.  อ่านว่า 1, 3 – Methyl cyclobutane

การอ่านชื่อสารประกอบแอลเคนและไซโคลแอลเคน ตามระบบ IUPAC มีหลักในการอ่านชื่ออย่างไร

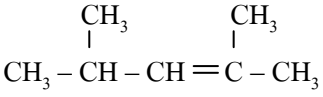
……

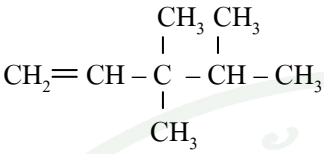
……

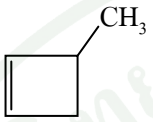
……

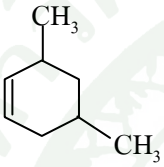
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

8. ข้อใดอ่านชื่อสารประกอบแอลคีนหรือไซโคลแอลคีนได้**ถูกต้อง**

1.  อ่านว่า 2, 4 – Dimethyl – 3 – pentene

2.  อ่านว่า 2, 3, 3 – Trimethyl– 4 – pentene

3.  อ่านว่า 3 – Methyl cyclobutene

4.  อ่านว่า 4, 6 – Dimethyl cyclohexene

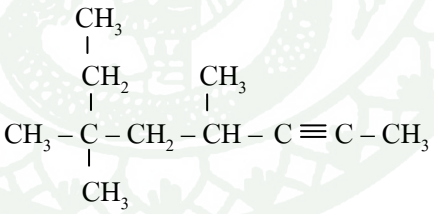
การอ่านชื่อแอลคีนและไซโคลแอลคีน ตามระบบ IUPAC มีหลักในการอ่านชื่ออย่างไร

……

……

……

9. กำหนดโครงสร้างของสารประกอบแอลไคน์ให้ดังนี้



ข้อใดอ่านชื่อสารประกอบแอลไคน์ได้**ถูกต้อง**

1. 2 – Ethyl – 2,4 – dimethyl – 5 – heptyne
2. 6 – Ethyl – 4,6 – dimethyl – 2 – heptyne
3. 3,3,5 – Trimethyl – 6 – octyne
4. 4,6,6 – Trimethyl – 2 – octyne

การอ่านชื่อแอลไคน์และไซโคลแอลไคน์ ตามระบบ IUPAC มีหลักในการอ่านชื่ออย่างไร

……

……

……

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

10. ในห้องปฏิบัติการเคมีอินทรีย์แห่งหนึ่ง พบสารเคมีจำนวน 4 ขวด ซึ่งป้ายบอกชื่อของสารได้หลุดหายไป แต่ทราบว่าเป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่สูตรโมเลกุลมีจำนวนอะตอมของคาร์บอนเท่ากันทุกขวด เมื่อนำสารทั้ง 4 มาทดสอบคุณสมบัติได้ข้อมูล ดังนี้ (ให้ใช้ข้อมูลต่อไปนี้ในการตอบคำถามข้อที่ 10.1 และ 10.2)

สมบัติ / สาร	ปฏิกิริยากับสารละลายโบรมีน	ปฏิกิริยากับสารละลายด่างทับทิม ($KMnO_4$)	การเผาไหม้	การเกิดปฏิกิริยา	การเปรียบเทียบจุดเดือด
สาร A	ฟอกสีในที่มืดและที่สว่าง	ฟอกสี	มีเขม่าเล็กน้อย	ปฏิกิริยารวมตัว	ต่ำกว่า สาร B , D
สาร B	ฟอกสีในที่สว่าง	ไม่ฟอกสี	ไม่มีเขม่า	ปฏิกิริยาแทนที่	สูงกว่า สาร A
สาร C	ไม่ฟอกสี	ไม่ฟอกสี	มีเขม่ามากที่สุด	ปฏิกิริยารวมตัวและปฏิกิริยาแทนที่	-
สาร D	ฟอกสีในที่มืดและที่สว่าง	ฟอกสี	มีเขม่ามาก	ปฏิกิริยารวมตัว	สูงกว่า สาร A และ B

10.1 สารในข้อใด น่าจะเป็นสารประกอบแอลไคน์

1. สาร A
2. สาร B
3. สาร C
4. สาร D

เหตุผลที่เลือกตอบข้อนี้ เพราะ

……

……

……

10.2 สาร C คือ สารชนิดใด

1. สารประกอบแอลเคน
2. สารประกอบแอลคีน
3. สารประกอบแอลไคน์
4. อะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน

เหตุผลที่เลือกตอบข้อนี้ เพราะ

……

……

……

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

11. กำหนดปฏิกิริยาให้ดังนี้

ปฏิกิริยาที่ 1 : $CH_3 - C \equiv CH + H_2 \xrightarrow{Pd}$ สาร A

ปฏิกิริยาที่ 2 : สาร A $+ H_2 \xrightarrow{Pd} CH_3 - CH_2 - CH_3$

สาร A คือ สารชนิดใด

1. สารประกอบแอลเคน
2. สารประกอบแอลคีน
3. สารประกอบแอลไคน์
4. อะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน

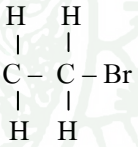
เหตุผลที่เลือกตอบข้อนี้ เพราะ

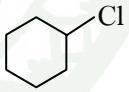
……

……

……

12. กำหนดปฏิกิริยาให้ดังนี้

สาร ก $+ Br_2 \xrightarrow[\text{ใน } CCl_4]{\text{แสง}}$  $+$ HBr

สาร ข $+ Cl_2 \xrightarrow[\text{ใน } CCl_4]{\text{แสง}}$  $+$ HCl

สาร ก และ ข คือ สารชนิดใด

1. สารประกอบแอลเคนและไซโคลแอลเคน
2. สารประกอบแอลคีนและไซโคลแอลคีน
3. สารประกอบแอลไคน์และไซโคลแอลไคน์
4. สารประกอบอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอนเท่านั้น

เหตุผลที่เลือกตอบข้อนี้ เพราะ

……

……

……

……

****

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แบบบันทึกหลังสอนของครู

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ .....เรื่อง.....วันที่บันทึก.....

****

1. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เป็นไปตามแผนการจัดการเรียนรู้หรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

.....

2. ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เป็นอย่างไรบ้าง

.....

.....

.....

.....

3. ปัญหาและอุปสรรคต่อการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

.....

4. ข้อเสนอแนะหรือแนวทางแก้ไขในการจัดการเรียนรู้ครั้งต่อไป

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน/บันทึก

(.....)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แบบบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน

ชื่อ-นามสกุล.....ชั้น.....เลขที่.....
ครั้งที่.....เรื่อง.....วันที่บันทึก.....
****

1. นักเรียนได้เรียนรู้อะไรบ้างจากกิจกรรมการเรียนรู้ และสามารถนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ได้อย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

2. คำถามหรือเรื่องที่ยังไม่เข้าใจ/สิ่งที่ต้องการเรียนรู้เพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

3. ข้อคิดเห็น/ข้อเสนอแนะต่อกิจกรรมการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

.....

4. นักเรียนมีความรู้สึกอย่างไรต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

.....

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ประวัติการศึกษาและการทำงาน

ชื่อ-นามสกุล	นายนรา เขียวละลิ้ม
วัน เดือน ปี ที่เกิด	20 พฤศจิกายน พ.ศ. 2528
สถานที่เกิด	จังหวัดชลบุรี
ประวัติการศึกษา	การศึกษาบัณฑิต (กศ.บ.) มหาวิทยาลัยบูรพา
ตำแหน่งปัจจุบัน	ครู คศ.1
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนมัธยมวัดศรีจันทร์ประดิษฐ์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์