ผลการจัดการเรียนการสอนด้วยรูปแบบ SSCS ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหา ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และเจตคติต่อวิชาเคมี เรื่องเคมีอินทรีย์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ศุภการณ์ ปลาสุวรรณ์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต
สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
สิงหาคม 2561
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์และคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ของ ศุภการณ์ ปลาสุวรรณ์ ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยบูรพาได้

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

.....ภัทรภร ชัยประเสริฐ.....อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก

(ดร.ภัทรภร ชัยประเสริฐ)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปริญญา ทองสอน)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธาน

(รองศาสตราจารย์ ดร.อารมณ์ เพชรชื่น)

.....ภัทรภร ชัยประเสริฐ.....กรรมการ

(ดร.ภัทรภร ชัยประเสริฐ)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปริญญา ทองสอน)

.....กรรมการ

(ดร.สมพงษ์ ปั้นหุ่น)

คณะศึกษาศาสตร์อนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยบูรพา

.....คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

(รองศาสตราจารย์ ดร.วิชิต สุรัตน์เรืองชัย)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ. 2561

งานวิจัยนี้ได้รับทุนการศึกษาจากโครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค.) ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) กระทรวงศึกษาธิการ

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์ได้ เนื่องจากได้รับความกรุณาและความช่วยเหลือจากบุคคลหลายท่าน ซึ่งผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณ คุณแม่เปรมมิกา ปลาสุวรรณ์ และคุณพ่อศักดิ์สิทธิ์ ปลาสุวรรณ์ ผู้ให้ชีวิต ความรัก ความเมตตา การเลี้ยงดูเอาใจใส่ อบรมสั่งสอน ตลอดจนเป็นผู้ให้การสนับสนุนทางการศึกษา

ขอกราบขอบพระคุณ ดร.ภัทรภร ชัยประเสริฐ อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปริญญา ทองสอน อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ที่ให้คำปรึกษา คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ต่อการทำวิทยานิพนธ์ ทั้งยังดูแลเอาใจใส่ และติดตามความก้าวหน้าของผู้วิจัยตลอดมา

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. อารมณ์ เพชรชื่น ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สมพงษ์ ปั้นหุ่น กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ที่ได้กรุณาสละเวลาอันมีค่ามาร่วมสอบวิทยานิพนธ์ ตลอดจนให้คำแนะนำและแก้ไขจุดบกพร่องทำให้วิทยานิพนธ์มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นพมณี เชื้อวัชรินทร์ ดร.สมพงษ์ ปั้นหุ่น ดร.สุภชัย ศรีนวล คุณครูสุภาพ แป้นดี และคุณครูธาริณี แดงน้อย ผู้เชี่ยวชาญที่ได้สละเวลาในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือของงานวิจัย ทำให้ได้เครื่องมือที่คุณภาพมากยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณผู้บริหารสถานศึกษา คณะครู เจ้าหน้าที่ โรงเรียนชลกันยานุกูล ที่กรุณาให้ผู้วิจัยดำเนินการวิจัยในโรงเรียน และขอขอบคุณนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ปีการศึกษา 2560 ที่ให้ความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลงานวิจัยและฝึกประสบการณ์สอนให้แก่ผู้วิจัยได้อย่างดียิ่ง

ขอบคุณเพื่อนนิสิตปริญญาโทสาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ที่คอยช่วยเหลือ ดูแลยามเจ็บไข้ และให้กำลังใจมาโดยตลอด

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ที่กรุณามอบทุนการศึกษาในระดับปริญญาโท และมอบทุนการศึกษาเพื่อสนับสนุนการทำวิจัยในครั้งนี้

ศุภการณ์ ปลาสุวรรณ์

58910050: สาขาวิชา: การสอนวิทยาศาสตร์; กศ.ม. (การสอนวิทยาศาสตร์)
คำสำคัญ: ผลการจัดการเรียนการสอนด้วยรูปแบบ SSCS ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหา ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน/ เจตคติต่อวิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์ ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ศุภการณ์ ปลาสุวรรณ์: ผลการจัดการเรียนการสอนด้วยรูปแบบ SSCS ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหา ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และเจตคติต่อวิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 (EFFECTS OF LEARNING MANAGEMENT USING SSCS MODEL ON PROBLEM SOLVING ABILITY, ACHIEVEMENT AND ATTITUDE TO CHEMISTRY IN ORGANIC CHEMISTRY OF 11th GRADE STUDENTS) คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์: ภัทรภร ชัยประเสริฐ, วท.ด., ปริญญา ทองสอน, ศษ.ด. 228 หน้า. ปี พ.ศ. 2561.

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหา ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี และเจตคติต่อวิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS โดยใช้รูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน ซึ่งกลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จากโรงเรียนชลกันยานุกูล จำนวน 35 คน โดยเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบ SSCS แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบวัดเจตคติต่อวิชาเคมี วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติ ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการวิเคราะห์คะแนนพัฒนาการ ซึ่งผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1. การจัดการเรียนรู้รูปแบบ SSCS ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาวิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สูงขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 45.00 ซึ่งมีพัฒนาการอยู่ในระดับปานกลาง

2. การจัดการเรียนรู้รูปแบบ SSCS ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สูงขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 50.84 ซึ่งมีพัฒนาการอยู่ในระดับสูง

3. การจัดการเรียนรู้รูปแบบ SSCS เจตคติต่อวิชาเคมีที่ได้รับการจัดการเรียนรู้รูปแบบ SSCS ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีคะแนนเฉลี่ยรวมเท่ากับ 3.54 คะแนน ซึ่งอยู่ในระดับเจตคติต่อวิชาเคมีที่ดี

58910050: MAJOR: SCIENCE TEACHING; M.Ed. (SCIENCE TEACHING)
KEYWORDS: EFFECTS OF LEARNING MANAGEMENT USING SSCS MODEL ON PROBLEM SOLVING ABILITY/ ACHIEVEMENT AND ATTITUDE TO CHEMISTRY IN ORGANIC CHEMISTRY OF 11th GRADE STUDENTS.

SUPAKARN PLASUWAN: EFFECTS OF LEARNING MANAGEMENT USING SSCS MODEL ON PROBLEM SOLVING ABILITY, ACHIEVEMENT AND ATTITUDE TO CHEMISTRY IN ORGANIC CHEMISTRY OF 11th GRADE STUDENTS. ADVISORY COMMITTEE: PATTARAPORN CHAIPRASERT, Ph.D., PARINYA THONGSORN, Ph.D. 228 P. 2018.

The purposes of this research were to; study the problem solving ability, learning achievement, and attitude towards chemistry of eleventh grade students through using SSCS instructional model. This research was an action research. The participants in this study consisted of 35 eleventh grade students from Chonkanyanukoon school. The research instruments were lesson plans based on SSCS model, problem solving ability test, learning achievement test and attitude towards chemistry questionnaire. The data were analyzed by percentage, mean, standard deviation, and measuring growth scores. The results indicated that:

1. The learning management using SSCS model affected the problem solving ability in organic chemistry of 11th grade students, where the development of the ability has increased up to 45%. The development scores were at medium level.

2. The learning management using SSCS model affected the achievement in organic chemistry of 11th grade students which was higher than 50%. The growth scores were at high level.

3. The attitude towards chemistry using SSCS model was at high level ($\overline{X}$ = 3.54)

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... จ

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ฉ

สารบัญ ..... ช

สารบัญตาราง ..... ฌ

สารบัญภาพ ..... ฎ

บทที่

1 บทนำ 1

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

วัตถุประสงค์การวิจัย 4

คำถามการวิจัย 5

ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย 5

ขอบเขตของการวิจัย 5

กรอบแนวคิดในการวิจัย 6

นิยามศัพท์เฉพาะ 7

2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 10

หลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนชลกันยานุกูล 10

การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์รูปแบบ SSCS 16

ความสามารถในการแก้ปัญหา 26

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ 31

เจตคติต่อวิชาเคมี 38

การวิจัยปฏิบัติการ 42

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ด้วยรูปแบบ SSCS 50

3 วิธีดำเนินการวิจัย 52

ประชากร 52

กลุ่มเป้าหมาย 52

รูปแบบการวิจัย 52

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 53

การสร้างและการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 54

สารบัญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
	วิธีการดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล	73
	การวิเคราะห์ข้อมูล	76
	สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	76
4	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	80
	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	80
5	สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	109
	สรุปผลการวิจัย	111
	อภิปรายผลการวิจัย	111
	ข้อเสนอแนะ	116
บรรณานุกรม		118
ภาคผนวก		123
	ภาคผนวก ก	124
	ภาคผนวก ข	127
	ภาคผนวก ค	205
ประวัติย่อของผู้วิจัย		228

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2-1 โครงสร้างรายวิชา เคมี 3 (ว 32223) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เวลา 60 ชั่วโมง/ ภาคเรียน จำนวน 1.5 หน่วยกิต ภาคเรียนที่ 1 12

2-2 โครงสร้างรายวิชา เคมี 4 (ว 32224) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เวลา 60 ชั่วโมง/ ภาคเรียน จำนวน 1.5 หน่วยกิต ภาคเรียนที่ 2 14

2-3 จุดประสงค์การเรียนรู้ และผลการเรียนรู้ในเนื้อหาเรื่อง เคมีอินทรีย์ 15

2-4 แนวทางและกระบวนการเรียนการสอนรูปแบบ SSCS 23

2-5 บทบาทของครูในการสอนรูปแบบ SSCS 25

2-6 ความสัมพันธ์ของเจตคติ และพฤติกรรมการแสดงออกของ Krathwohl, Bloom, and Masia 39

3-1 การวิเคราะห์สาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้สาระที่ 3 เรื่อง เคมีอินทรีย์ 56

3-2 การกำหนดจำนวนข้อสอบที่ต้องการให้สอดคล้องระหว่างสาระการเรียนรู้กับจุดประสงค์การเรียนรู้ 61

3-3 วิเคราะห์เนื้อหาองค์ประกอบของเจตคติต่อวิชาเคมี และน้ำหนักแบบวัดเจตคติต่อวิชาเคมี 67

3-4 เกณฑ์การให้คะแนนเจตคติต่อวิชาเคมี 68

3-5 การกำหนดจำนวนข้อของแบบทดสอบย่อยท้ายวงจรให้ครอบคลุมสาระการเรียนรู้และผลการเรียนรู้ 71

4-1 คะแนนพัฒนาการด้านความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้รูปแบบ SSCS เรื่อง เคมีอินทรีย์ 81

4-2 คะแนนพัฒนาการด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้รูปแบบ SSCS เรื่อง เคมีอินทรีย์ 87

4-3 คะแนนพัฒนาการด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้รูปแบบ SSCS เรื่อง เคมีอินทรีย์ แบ่งตามสาระการเรียนรู้ 90

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

4-4 คะแนนแบบทดสอบย่อยท้ายวงจรที่ 1 หลังการใช้แผนการจัดการเรียนรู้รูปแบบ SSCS เรื่อง เคมีอินทรีย์ แผนที่ 1 95

4-5 คะแนนแบบทดสอบย่อยท้ายวงจรที่ 2 หลังการใช้แผนการจัดการเรียนรู้รูปแบบ SSCS เรื่อง เคมีอินทรีย์ แผนที่ 2 98

4-6 คะแนนแบบทดสอบย่อยท้ายวงจรที่ 3 หลังการใช้แผนการจัดการเรียนรู้รูปแบบ SSCS เรื่อง เคมีอินทรีย์ แผนที่ 3 101

4-7 คะแนนแบบทดสอบย่อยท้ายวงจรที่ 4 หลังการใช้แผนการจัดการเรียนรู้รูปแบบ SSCS เรื่อง เคมีอินทรีย์ แผนที่ 4 104

4-8 คะแนนแบบทดสอบย่อยท้ายวงจรหลังการใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS เรื่อง เคมีอินทรีย์ วงจรที่ 1 ถึงวงจรที่ 4..... 106

4-9 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับเจตคติต่อวิชาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 5 จำแนกรายด้านและโดยรวม..... 108

ค-1 ค่าการประเมินระดับความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญ แผนการจัดการเรียนการสอนด้วยรูปแบบ SSCS แผนจัดการเรียนการสอนที่ 1 เรื่องไฮโดรคาร์บอน 206

ค-2 ค่าการประเมินระดับความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญ แผนการจัดการเรียนการสอนด้วยรูปแบบ SSCS แผนจัดการเรียนการสอนที่ 2 เรื่องไฮโดรคาร์บอน 207

ค-3 ค่าการประเมินระดับความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญ แผนการจัดการเรียนการสอนด้วยรูปแบบ SSCS แผนจัดการเรียนการสอนที่ 3 เรื่องแอลกอฮอล์และอีเทอร์ 208

ค-4 ค่าการประเมินระดับความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญ แผนการจัดการเรียนการสอนด้วยรูปแบบ SSCS แผนจัดการเรียนการสอนที่ 4 เรื่องคาร์บอกซิลิกและเอสเทอร์ 209

ค-5 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาสถานการณ์ที่ 1..... 210

ค-6 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาสถานการณ์ที่ 2..... 211

ค-7 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาสถานการณ์ที่ 3..... 212

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

ค-8 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา สถานการณ์ที่ 4 213

ค-9 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา สถานการณ์ที่ 5 214

ค-10 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (*p*) และค่าจำแนกอำนาจ (*r*) ที่ได้จากการวิเคราะห์รายข้อของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา 215

ค-11 ค่า *p*, *q* และ *pq* ของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา การเรียนรู้วิชาเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ข้อสอบปรนัย จำนวน 20 ข้อ 216

ค-12 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เคมีอินทรีย์ 218

ค-13 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (*p*) และค่าจำแนกอำนาจ (*r*) ที่ได้จากการวิเคราะห์รายข้อของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีอินทรีย์ 221

ค-14 ค่า *p*, *q* และ *pq* ของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีอินทรีย์ การเรียนรู้วิชาเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 (ข้อสอบปรนัย) จำนวน 30 ข้อ 222

ค-15 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) แบบวัดเจตคติต่อวิชาเคมี 225

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1-1	กรอบแนวคิดในการวิจัย	6
2-1	ความสัมพันธ์ระหว่างกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับการเรียนการสอนด้วยรูปแบบ SSCS	17
2-2	วงจรการวิจัยเชิงปฏิบัติการตามแนวคิดของ Kemiss and McTaggart	43
2-3	วงจรการวิจัยเชิงปฏิบัติการตามแนวคิดของ Ernest	45
2-4	วงจรการวิจัยเชิงปฏิบัติการตามแนวคิดของ Coghlan and Brannick	46
3-1	ขั้นตอนการทำวิจัยเชิงปฏิบัติการ	53
4-1	ระดับพัฒนาการด้านความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้รูปแบบ SSCS เรื่อง เคมีอินทรีย์	86
4-2	ระดับพัฒนาการด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้รูปแบบ SSCS เรื่อง เคมีอินทรีย์	93
4-3	กราฟแสดงระดับคะแนนพัฒนาการแบบทดสอบย่อยท้ายวงจรด้านความสามารถในการแก้ปัญหา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้รูปแบบ SSCS เรื่อง เคมีอินทรีย์ วงจรที่ 1 ถึงวงจรที่ 4	107

บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

จุดมุ่งหมายหลักของการจัดการศึกษาทุกระบบ คือ การเตรียมเยาวชนของสังคมให้เป็นพลเมืองที่มีคุณภาพ มีศักยภาพ และมีความสามารถในการแข่งขันได้ในอนาคต การให้การศึกษาที่สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายจึงต้องให้นักเรียนสามารถใช้ความรู้ได้ในชีวิตจริง สามารถคิด วิเคราะห์และแก้ปัญหาได้ ดังนั้น การเตรียมเยาวชนให้สามารถดำเนินชีวิตและมีส่วนร่วมในสังคมที่วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นพื้นฐาน ที่ส่งผลกระทบต่อทุกชีวิตในทุกระดับ ทั้งตัวบุคคลในอาชีพการงานและสังคมวัฒนธรรม ทำให้บุคคลสามารถรับรู้และตัดสินประเด็นปัญหาของสังคมที่เกิดจากผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างมีความรู้ความเข้าใจ มีส่วนร่วมในสังคมระดับชุมชน ระดับประเทศ และระดับโลกอย่างเต็มภาคภูมิ แต่ในทางปฏิบัตินั้นแม้ว่าจุดมุ่งหมายของการศึกษาจะวางไว้อย่างไร แต่ผู้เรียนและผู้สอนจะให้ความสำคัญเฉพาะกับการรู้ข้อเท็จจริง การรู้เนื้อหาสาระเท่านั้น ทั้งนี้เพราะการประเมินผลทางการศึกษา ไม่ว่าจะเป็นการสอบผ่านชั้นเรียนหรือการสอบคัดเลือกเพื่อเข้าศึกษาต่อในระดับที่สูงขึ้น เน้นเฉพาะการวัดความรู้ตามการเรียนการสอนในห้องเรียนที่ตั้งอยู่บนพื้นฐานของภาคทฤษฎี ในขณะที่ความเคลื่อนไหวนานาชาติ และความท้าทายจากสังคมโลกเช่น การศึกษาวิจัยเพื่อเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ของนักเรียนในระดับนานาชาติ อีกทั้งในปัจจุบันการเพิ่มการแข่งขันทางเศรษฐกิจผลักดันให้มีการตื่นตัวและเร่งการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์ เพราะมีสมมติฐานที่ว่าเศรษฐกิจในปัจจุบันมีพื้นฐานอยู่บนวิทยาศาสตร์จึงมีการแข่งขันกันเป็นเลิศในทางการศึกษาวิทยาศาสตร์ แนวคิดนี้เกิดขึ้นในทุกประเทศที่ต้องการรักษาระดับความสามารถในการแข่งขันกับประเทศอื่น ๆ ประเทศส่วนใหญ่จึงเร่งรัดการปฏิรูปการศึกษาโดยเฉพาะในด้านวิทยาศาสตร์ที่เน้นกลยุทธ์ที่จะทำให้นักเรียนมีความสามารถในการแข่งขันสูงขึ้น (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2552)

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 และ (ฉบับที่ 3) พ.ศ. 2553 ในหมวดที่ 4 ในมาตรา 22 การจัดการศึกษาต้องยึดหลักว่าผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ และถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด กระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพ และมาตรา 23 การจัดการศึกษาทั้งการศึกษาในระบบ การศึกษานอกระบบ และการศึกษาตามอัธยาศัย

ต้องเน้นความสำคัญทั้งความรู้ คุณธรรม กระบวนการเรียนรู้และบูรณาการตามความเหมาะสม ของแต่ละระดับการศึกษา อีกทั้งความรู้และทักษะด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รวมทั้งความรู้ ความเข้าใจและประสบการณ์เรื่องการจัดการ การบำรุงรักษาและการใช้ประโยชน์ จากทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างสมดุลยั่งยืน สอดคล้องกับหลักการจัดการเรียนรู้ ตามหลักสูตรแกนกลางขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) นอกจากจะให้ผู้เรียน มีความรู้ความสามารถ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมตามที่กำหนดไว้ในมาตรฐานการเรียนรู้ และตัวชี้วัดของกลุ่มสาระการเรียนรู้ต่าง ๆ แล้ว จะต้องสามารถพัฒนาผู้เรียนให้เกิดสมรรถนะ สำคัญของผู้เรียนและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ที่กำหนดไว้ด้วย โดยได้มีการกำหนดสมรรถนะ ของผู้เรียนที่สำคัญไว้ทั้งหมด 5 ประการ โดยหนึ่งในนั้นได้มีการกำหนดความสามารถ ในการแก้ปัญหาเป็นความสามารถในการแก้ปัญหาและอุปสรรคต่าง ๆ ที่เผชิญได้อย่างถูกต้อง เหมาะสมบนพื้นฐานของหลักเหตุผล คุณธรรมและข้อมูลสารสนเทศ เข้าใจความสัมพันธ์ และการเปลี่ยนแปลงของเหตุการณ์ต่าง ๆ ในสังคม แสวงหาความรู้ ประยุกต์ความรู้มาใช้ ในการป้องกันและแก้ไขปัญหา และมีการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพโดยคำนึงถึงผลกระทบ ที่เกิดขึ้นต่อตนเอง สังคม และสิ่งแวดล้อม

ดังนั้น การจัดการศึกษาเป็นปัจจัยสำคัญที่จะช่วยให้มนุษย์ในสังคมเกิดการเรียนรู้ และพัฒนาทักษะที่จำเป็นต่อการดำรงชีพในสังคมได้อย่างปกติสุข มีการจัดระบบของความคิด อย่างเป็นเหตุเป็นผล มีความคิดแตกฉาน สร้างสรรค์สิ่งใหม่ ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการศึกษา ด้านวิทยาศาสตร์ เพราะในชีวิตประจำวันเราทุกคนต้องเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เสมอไม่ทางใดก็ทางหนึ่ง ซึ่งเป็นเครื่องมือช่วยให้มนุษย์สะดวกสบาย ช่วยผ่อนแรงและเวลา มีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น นอกจากนี้ยังมีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาประเทศให้เจริญก้าวหน้า ไปอย่างรวดเร็ว หลักสูตรวิทยาศาสตร์จึงเป็นหลักสูตรที่ได้รับความสนใจที่จะปรับปรุงและพัฒนา ตลอดมา โดยเฉพาะหลักสูตรวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายซึ่งถือว่ามีความสำคัญมาก เนื่องจากความต้องการของประเทศที่มีความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี ประเทศจึงต้องการประชากร ที่มีทักษะ มีความรู้อย่างแท้จริง มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างรอบคอบและสามารถตัดสินใจได้ อย่างมีเหตุผลโดยใช้ความรู้ทางเทคโนโลยีสมัยใหม่ และเมื่อพิจารณาหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 ซึ่งชี้ให้เห็นความสำคัญ ของวิทยาศาสตร์ว่า วิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ซึ่งเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ (Knowledge-based society) ดังนั้น ทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะมี ความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างสรรค์ขึ้นสามารถนำความรู้ไปใช้ อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์และมีคุณธรรม (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551)

โรงเรียนชลกันยานุกูล เป็นโรงเรียนที่มุ่งเน้นในการพัฒนาการเรียนการสอนให้แก่ผู้เรียน โดยเฉพาะด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ มีการจัดตั้งห้องเรียนในสายวิทยาศาสตร์ภาคปกติ และภาคพิเศษหรือที่เรียกว่าห้องเรียน Top star โดยนักเรียนที่จะสามารถเข้าศึกษาต่อในห้องเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ภาคพิเศษนี้ได้ในระดับมัธยมตอนปลายนั้น จะต้องผ่านการคัดเลือกจากข้อสอบกลางของโรงเรียนเพื่อให้นักเรียนได้พัฒนาความรู้ความชำนาญในวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ให้มีความสามารถในการประมวลผล สังเคราะห์ความรู้ เพื่อเป็นการพัฒนาศักยภาพของนักเรียนและเสริมการจัดการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับความสามารถในการเรียนรู้ของนักเรียน จากการที่ผู้วิจัยได้ทำการสอนรายวิชาเคมี ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนชลกันยานุกูล ในปีการศึกษา 2559 ที่ผ่านมา ซึ่งผู้วิจัยพบปัญหาในการจัดการเรียนการสอนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ห้อง Top star ในส่วนของการประยุกต์ใช้การคำนวณเชิงปริมาณในเนื้อหาเคมีอินทรีย์ ซึ่งนักเรียนในระดับห้อง Top star มีความรู้พื้นฐานที่ดี แต่ไม่สามารถแก้โจทย์ปัญหาที่มีระดับความยากหรือโจทย์ปัญหาในสถานการณ์ที่หลากหลาย จึงเป็นหน้าที่ของผู้สอนที่จะต้องส่งเสริม และพัฒนาให้ผู้เรียนมีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบเป็นขั้นตอน โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์

การจัดการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพที่ถูกนำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เพื่อให้ผู้เรียนได้มีการเผชิญกับปัญหาที่เกิดขึ้นด้วยตัวเอง และสร้างแนวทางแก้ไขปัญหา ลงมือปฏิบัติตามแนวทางการแก้ไขนั้น และทำการเผยแพร่ความคิดนั้นให้แก่ผู้อื่นได้รับรู้ ซึ่งผู้วิจัยมีเป้าหมายที่ในการนำการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์รูปแบบ SSCS มาใช้ เพื่อให้นักเรียนมีความรู้ ความเข้าใจในหลักการและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์และมีความสามารถในการแก้ปัญหา ซึ่งได้รับการพัฒนาขึ้นโดย Pizzini, Shepardson, Abell (1989) ซึ่งเป็นนักศึกษาวิทยาศาสตร์จากวิทยาลัยทางการศึกษา มหาวิทยาลัยโลวา ได้กล่าวถึงกระบวนการจัดการเรียนการสอน SSCS ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้ 1) ขั้นการค้นหาปัญหา (S: search) 2) ขั้นแก้ปัญหา (S: solve) 3) ขั้นสร้างความรู้ที่ได้จากการแก้ปัญหา (C: create) และ 4) ขั้นเสนอแนวทางการแก้ปัญหา (S: share) รูปแบบการสอน SSCS เป็นรูปแบบการสอนที่เน้นพัฒนาผู้เรียนรายบุคคล และรายกลุ่ม โดยเชื่อว่าผู้เรียนแต่ละคนมีความรู้ความเข้าใจหลักการ ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ และความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหาที่แตกต่างกันทำให้ผู้เรียนแต่ละคนมีกระบวนการในการแก้ปัญหาที่แตกต่างกัน และคำตอบที่ได้จากการแก้ปัญหานั้นน่าจะแตกต่างกันด้วย การจัดการเรียนการสอนนี้ทำให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ ออกแบบวิธีการทดลองและดำเนินการทดลองด้วยตนเอง และนำไปสู่การสรุปความรู้ที่เป็นหลักการ ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ และเสนอ

การนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปประยุกต์ใช้กับเหตุการณ์ที่แตกต่างจากบทเรียน จากงานวิจัยของ Pizzini et al. (1989) ได้ศึกษาผลการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ด้วยรูปแบบ SSCS กับการสอนแบบปกติ ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนระดับประถมศึกษาและระดับมัธยมศึกษา ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ด้วยการสอนรูปแบบ SSCS ทั้งในระดับประถมศึกษา และระดับมัธยมศึกษามีความสามารถในการแก้ปัญหาสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการสอนแบบปกติ และนักเรียนในระดับมัธยมศึกษามีความสามารถในการแก้ปัญหาสูงกว่านักเรียนในระดับประถมศึกษา อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และสอดคล้องกับงานวิจัยของ ธนาวุฒิ ลาตวงษ์ (2548) ได้ศึกษาผลของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ด้วยรูปแบบ SSCS ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนปทุมรัตต์พิทยาคม อำเภอปทุมรัตต์ จังหวัดร้อยเอ็ด เปรียบเทียบกับการเรียนการสอนแบบปกติ พบว่า หลังการทดลอง นักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนวิทยาศาสตร์ด้วยรูปแบบ SSCS มีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์คิดเป็นร้อยละ 72.80 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือ ร้อยละ 70 และมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ สูงกว่านักเรียนกลุ่มเปรียบเทียบที่เรียนวิทยาศาสตร์ด้วยการเรียนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีความสามารถในการแก้ปัญหา สูงกว่านักเรียนกลุ่มเปรียบเทียบที่เรียนวิทยาศาสตร์ด้วยการเรียนการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากเหตุผลดังกล่าว งานวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะใช้การจัดการเรียนการสอนด้วยรูปแบบ SSCS ในเนื้อหาเคมีอินทรีย์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนชลกันยานุกูล เพื่อศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหา ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และเจตคติต่อวิชาเคมี

วัตถุประสงค์การวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ ดังนี้

1. เพื่อศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาวิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้รูปแบบ SSCS
2. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้รูปแบบ SSCS
3. เพื่อศึกษาเจตคติต่อวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้รูปแบบ SSCS

คำถามการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีคำถามการวิจัย ดังนี้

1. การจัดการเรียนการสอนด้วยรูปแบบ SSCS ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาเรื่อง เคมีอินทรีย์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 อย่างไร

2. การจัดการเรียนรู้รูปแบบ SSCS ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เคมีอินทรีย์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 อย่างไร

3. การจัดการเรียนรู้รูปแบบ SSCS ส่งผลต่อเจตคติต่อวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 อย่างไร

ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัยครั้งนี้มีดังนี้

1. นักเรียนเกิดกระบวนการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ ได้พัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอน และเป็นระบบ ส่งผลให้สัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น และมีเจตคติที่ดีต่อวิชาเคมี

2. เป็นแนวทางสำหรับครูผู้สอนในกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ ในการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบ SSCS ไปประยุกต์ใช้ในกระบวนการเรียนการสอนของตนเอง

ขอบเขตของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตการวิจัยไว้ดังนี้

1. กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 โรงเรียนชลกันยานุกูล อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี จำนวน 35 คน ซึ่งเป็นห้องเรียนสายวิทยาศาสตร์พิเศษ (Top star)

2. ตัวแปรที่ศึกษา

2.1 ตัวแปรต้น คือ การจัดการเรียนการสอนด้วยรูปแบบ SSCS

2.2 ตัวแปรตาม คือ ความสามารถในการแก้ปัญหา ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และเจตคติต่อวิชาเคมี

3. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นเนื้อหารายวิชาเคมีเพิ่มเติม 4 หน่วยการเรียนรู้ เคมีอินทรีย์ ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ตามหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนชลกันยานุกูล พ.ศ. 2559 โดยประกอบด้วยเนื้อหาย่อยต่อไปนี้

3.1 พันธะคาร์บอน

3.2 ไฮโดรคาร์บอน

3.3 แอลกอฮอลล์ และอีเทอร์

3.4 คาร์บอกซิลิก และเอสเทอร์

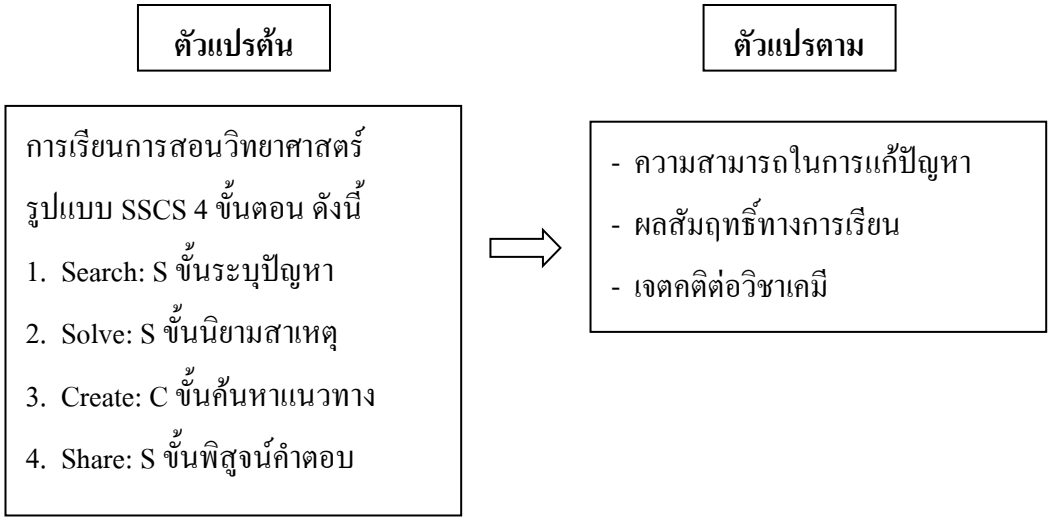
4. ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ดำเนินการในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 ใช้เวลาในการทดลอง 18 ชั่วโมง เป็นเวลาทั้งหมด 6 สัปดาห์

กรอบแนวคิดในการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ สามารถนำเสนอกรอบแนวคิดงาน ดังนี้

จากการที่ผู้วิจัยได้ทำการจัดการเรียนการสอนวิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์ ในนักเรียนชั้นมัธยมปีที่ 5 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนชลกันยานุกูล พบว่า นักเรียนไม่สามารถแก้โจทย์ปัญหาที่มีระดับความยากหรือโจทย์ปัญหาในสถานการณ์ที่หลากหลาย อีกทั้งไม่สามารถคำนวณเชิงปริมาณในเนื้อหาเคมีอินทรีย์ได้ ดังนั้น ผู้วิจัยจึงสร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ SSCS ที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้มีพัฒนาการด้านความสามารถในการแก้ปัญหา ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และเจตคติต่อวิชาเคมีที่ดีขึ้น ผู้วิจัยจึงกำหนดกรอบแนวคิดการวิจัย ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1-1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

นิยามศัพท์เฉพาะ

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดนิยามศัพท์เฉพาะ ดังนี้

1. การจัดการเรียนการสอนด้วยรูปแบบ SSCS หมายถึง กระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นพัฒนาผู้เรียนเป็นรายบุคคล หรือรายกลุ่ม โดยมุ่งเน้นให้ผู้เรียนมีกระบวนการในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ตามแนวคิดของ Pizzini et al. (1989) ซึ่งดำเนินการสอนตามขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบ SSCS มี 4 ขั้นตอน คือ

1.1 ขั้น Search: S หมายถึง ขั้นที่ทำการค้นคว้าหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาและการแยกประเด็นปัญหา โดยในการค้นหาข้อมูลประกอบด้วย การสังเคราะห์ความคิด การวิเคราะห์ ทำความเข้าใจ อภิปราย ที่ซึ่งทำให้เกิดการแยกแยะประเด็นต่าง ๆ ของปัญหาทำให้ผู้เรียนเห็นความสัมพันธ์ที่อยู่ในปัญหาในแต่ละประเด็น ซึ่งผู้เรียนจะต้องทำการศึกษาเพิ่มเติมจากประเด็นปัญหาที่ได้มา จากแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือได้

1.2 ขั้น Solve: S หมายถึง ขั้นที่ทำการวางแผน และดำเนินการแก้ปัญหาด้วยวิธีการต่าง ๆ หรือการหาคำตอบของปัญหาในแต่ละประเด็น ผู้เรียนจะเป็นผู้หาแนวทางหรือกระบวนการที่ได้มาซึ่งคำตอบด้วยตนเอง โดยวิธีการที่หลากหลาย เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาที่ถูกต้อง โดยนำข้อมูลที่ได้จากขั้น Search มาประกอบกับการแก้ปัญหา และขณะดำเนินการแก้ปัญหาผู้เรียนสามารถย้อนกลับไปในขั้น Search ได้

1.3 ขั้น Create: C หมายถึง ขั้นที่มีการจัดการข้อมูลที่ได้จากขั้น Search และ Solve มาจัดกระทำข้อมูลเพื่อให้ง่ายต่อความเข้าใจ และสื่อสารกับผู้อื่นได้

1.4 ขั้น Share: S หมายถึง ขั้นที่มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น อธิบายวิธีการในการแก้ปัญหา หรือการได้มาซึ่งคำตอบของตนเองและผู้อื่น โดยวิธีการในการแก้ปัญหาอาจเป็นที่ยอมรับหรือไม่ยอมรับก็ได้ ผู้เรียนได้รับผลย้อนกลับ และถูกประเมินจากครูและเพื่อนร่วมห้อง

2. ความสามารถในการแก้ปัญหา หมายถึง การใช้ทักษะการแก้ปัญหาได้สมบูรณ์ที่สุด โดยการผ่านประสบการณ์การแก้ปัญหาและในการที่จะแก้ปัญหาให้สำเร็จนั้นจะต้องมีองค์ประกอบในด้านทักษะการคิด การบูรณาการข้อมูลที่ได้รับจากประสบการณ์การแก้ปัญหาและตัดสินใจว่าข้อมูลที่มีความจำเป็นอะไรบ้างที่ต้องทำการหาเพิ่มเติม ซึ่งสามารถทำการวัดได้ด้วยแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา โดยใช้คะแนนจากแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ในเรื่องเคมีอินทรีย์ ตามขั้นตอนวิธีการแก้ปัญหาของ Weir (1974) ซึ่งได้เสนอขั้นตอนในการแก้ปัญหาไว้ 4 ขั้นตอน และสามารถกำหนดระยะเวลาวิธีการทำงานที่แน่นอนได้ดี ดังนี้ ขั้นที่ 1 ขั้นระบุปัญหา วิเคราะห์ประโยคที่เป็นปัญหา หรือตั้งปัญหา ขั้นที่ 2 ขั้นนิยามสาเหตุของปัญหา ขั้นที่ 3 ขั้นค้นหา

แนวทางแก้ปัญหา และขั้นที่ 4 ขั้นพิสูจน์คำตอบ ผลลัพธ์ที่ได้จากปัญหาหรือตรวจสอบผลลัพธ์ โดยใช้แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา หมายถึง เครื่องมือที่ใช้ทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีลักษณะเป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 5 สถานการณ์ รวมทั้งหมด 20 ข้อ ตามขั้นตอนวิธีการแก้ปัญหาของ Weir (1974)

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้ความสามารถของผู้เรียน เรื่อง เคมีอินทรีย์ แบ่งตามแนวคิดด้านพุทธพิสัยของบลูม 6 ด้าน คือ ด้านความรู้-ความจำ ด้านความเข้าใจ ด้านการนำไปใช้ ด้านการวิเคราะห์ ด้านการสังเคราะห์ และด้านประเมินค่า สามารถวัดได้จากแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ชุดของคำถามที่ใช้ในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉพาะกลุ่มที่ผู้วิจัยทำการสอน เป็นแบบทดสอบ เรื่อง เคมีอินทรีย์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น และผ่านการตรวจสอบแล้วจากผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งมีลักษณะเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ

4. เจตคติต่อวิชาเคมี หมายถึง ความรู้สึกของนักเรียนในด้านความพอใจหรือไม่พอใจต่อวิชาเคมี ซึ่งวัดได้จากแบบวัดเจตคติต่อวิชาเคมี โดยใช้แบบวัดเจตคติต่อวิชาเคมี หมายถึง เครื่องมือที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เพื่อใช้วัดความรู้สึกของนักเรียนต่อวิชาเคมี ในด้านความพอใจหรือไม่พอใจ รวมทั้งความตระหนักในคุณค่าของวิชาเคมีซึ่งครอบคลุม ความคิดเห็นทั่วไปต่อวิชาเคมี การเห็นความสำคัญของวิชาเคมีความสนใจในวิชาเคมี ความนิยมชมชอบต่อวิชาเคมี การแสดงออกหรือมีส่วนร่วมกับกิจกรรมเกี่ยวกับวิชาเคมี ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ คือ เห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วย ไม่แน่ใจ ไม่เห็นด้วย และไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

5. การวิจัยเชิงปฏิบัติการ หมายถึง กระบวนการการศึกษาหรือแสวงหาข้อเท็จจริง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ได้ข้อสรุปอันนำไปสู่การแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น และเพื่อพัฒนาการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยใช้กระบวนการดำเนินงานวิจัยเชิงปฏิบัติการของ Kemmis and McTaggart (1988 อ้างถึงใน วีระยุทธ ชาตะกาญจน์, 2557) ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 การวางแผน (Planning) เป็นการกำหนดแนวทางปฏิบัติการไว้ก่อนล่วงหน้า โดยอาศัยการคาดคะเนแนวโน้มของผลลัพธ์ที่อาจเกิดขึ้นจากการปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ ประกอบกับการระลึกถึงเหตุการณ์หรือเรื่องราวในอดีตที่เกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหาที่ต้องการแก้ไขตามประสบการณ์ทั้งทางตรงและทางอ้อมของผู้วางแผน ภายใต้การไตร่ตรองถึงปัจจัยสนับสนุนขัดขวางความสำเร็จในการแก้ไข ปัญหาการต่อต้าน รวมทั้งสภาวการณ์เงื่อนไขอื่น ๆ ที่แวดล้อมปัญหาอยู่ในเวลานั้น โดยทั่วไปการวางแผนจะต้องคำนึงถึงความยืดหยุ่น ทั้งนี้เพื่อสามารถปรับเปลี่ยนให้เข้ากับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในอนาคต

ขั้นที่ 2 การปฏิบัติการ (Action) เป็นการลงมือดำเนินงานตามแผนที่กำหนดไว้ อย่างระมัดระวังและควบคุมการปฏิบัติงานให้เป็นไปตามที่ระบุไว้ในแผน อย่างไรก็ตาม ในความเป็นจริงการปฏิบัติตามแผนที่กำหนดไว้มีโอกาสแปรเปลี่ยนไปตามเงื่อนไขและข้อจำกัดของสภาวการณ์เวลานั้นได้ ด้วยเหตุนี้แผนปฏิบัติการที่ดีจะต้องมีลักษณะเป็นเพียงแผนชั่วคราว ซึ่งเปิดช่องให้ผู้ปฏิบัติการสามารถปรับเปลี่ยนได้ตามเงื่อนไขและปัจจัยที่เป็นอยู่ในขณะนั้น การปฏิบัติการที่ดีจะต้องดำเนินไปอย่างต่อเนื่องเป็นพลวัตรภายใต้การใช้ดุลยพินิจในการตัดสินใจ

ขั้นที่ 3 การสังเกตการณ์ (Observation) เป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับกระบวนการและผลที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติงานที่ได้ลงมือกระทำลงไป รวมทั้งสังเกตการณ์ปัจจัยสนับสนุนและปัจจัยอุปสรรคการดำเนินงานตามแผนที่วางไว้ ตลอดจนประเด็นปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นระหว่างปฏิบัติการตามแผนว่ามีสภาพหรือลักษณะเป็นอย่างไร การสังเกตการณ์ที่ดีจะต้องมีการวางแผนไว้ก่อนล่วงหน้าอย่างคร่าว ๆ โดยจะต้องมีขอบเขตไม่แคบหรือจำกัดจนเกินไป เพื่อจะได้เป็นแนวทางสำหรับการสะท้อนกลับกระบวนการและผลการปฏิบัติที่จะเกิดขึ้นตามมา

ขั้นที่ 4 การสะท้อนกลับ (Reflection) เป็นการให้ข้อมูลถึงการกระทำตามที่บันทึกข้อมูลไว้จากการสังเกตในเชิงวิพากษ์กระบวนการและผลการปฏิบัติงานตามที่วางแผนไว้ ตลอดจนการวิเคราะห์เกี่ยวกับปัจจัยสนับสนุนและปัจจัยอุปสรรคการพัฒนา รวมทั้งประเด็นปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นว่าเป็นไปตามวัตถุประสงค์หรือไม่ การสะท้อนกลับโดยอาศัยกระบวนการกลุ่มในลักษณะวิพากษ์วิจารณ์ หรือประเมินผลการปฏิบัติงานระหว่างบุคคลที่มีส่วนร่วมในการวิจัย จะเป็นวิธีการปรับปรุงวิธีการปฏิบัติงานตามแนวทางดั้งเดิมไปเป็นการปฏิบัติงานตามวิธีการใหม่ ซึ่งใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการทบทวนและปรับปรุงวางแผนปฏิบัติการในวงจรกระบวนการวิจัยในรอบหรือเกลียวต่อไป

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัย เรื่อง ผลการจัดการเรียนการสอนด้วยรูปแบบ SSCS ซึ่งได้รับการพัฒนาขึ้นโดย Pizzini et al. (1989) ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เจตคติต่อวิชาเคมี และความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่อง เคมีอินทรีย์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาค้นคว้าวรรณคดีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1. หลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนชลกันยานุกูล
2. การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์รูปแบบ SSCS
3. ความสามารถในการแก้ปัญหา
4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
5. เจตคติต่อวิชาเคมี
6. การวิจัยปฏิบัติการ
7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ด้วยรูปแบบ SSCS

หลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนชลกันยานุกูล

วิสัยทัศน์กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ส่งเสริมความคิด มีจิตวิทยาศาสตร์ ชาญฉลาดเทคโนโลยี

พันธกิจกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

1. พัฒนาคุณภาพนักเรียนมุ่งสู่ความเป็นเลิศทางวิทยาศาสตร์
2. จัดให้มีสื่อการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์อย่างหลากหลายและทันสมัย
3. ส่งเสริมให้นักเรียนมีจิตวิทยาศาสตร์ สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้นำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน
4. ส่งเสริมให้นักเรียนมีคุณธรรม จริยธรรมและค่านิยมอันพึงประสงค์

โครงการห้องเรียนส่งเสริมความสามารถด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์

ห้องเรียน Top star เป็นห้องเรียนที่มีโครงสร้างหลักสูตร มุ่งเน้นการพัฒนาศักยภาพนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษด้านวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ โดยเพิ่มเนื้อหาและกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อเพิ่มความสามารถให้นักเรียนมากกว่าปกติ เช่น โครงงานวิทยาศาสตร์ งานวิจัยและการปฏิบัติจริงภายใต้การดูแลของสำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา กระทรวง

ศึกษาธิการ โดยโรงเรียนชลกันยานุกูลได้รับการอนุมัติจากสำนักงานคณะกรรมการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการในการจัดหลักสูตร มุ่งเน้นตามรายละเอียด ดังนี้ (กลุ่มงานหลักสูตร โรงเรียนชลกันยานุกูล, 2559)

1. คัดเลือกนักเรียนจากการจัดลำดับคะแนนสูงของการสอบคัดเลือก
2. จัดกระบวนการเรียนการสอนที่เน้นวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์
3. นักเรียนได้รับการจัดการเรียนการสอนวิชาภาษาอังกฤษโดยครูชาวต่างชาติ
4. การจัดการเรียนการสอนตลอดหลักสูตร ใช้เวลา 6 ภาคเรียน
5. ในภาคเรียนที่ 6 โรงเรียนจัดการเรียนเสริมเพิ่มเตรียมความพร้อมในการศึกษาต่อระดับอุดมศึกษา โดยอาจารย์ผู้เชี่ยวชาญจากมหาวิทยาลัยนักเรียนที่จะทำการเข้าศึกษาในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายในโครงการห้องเรียนส่งเสริมความสามารถด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (Top star) จะต้องมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

1. มีผลการเรียนเฉลี่ยสะสมรวมทุกวิชา ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และมัธยมศึกษาปีที่ 2 ไม่ต่ำกว่า 3.00
2. ระดับคะแนนเฉลี่ยสะสมรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และมัธยมศึกษาปีที่ 2 ไม่ต่ำกว่า 3.00
3. ระดับคะแนนเฉลี่ยสะสมรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และมัธยมศึกษาปีที่ 2 ไม่ต่ำกว่า 3.00
4. มีสัญชาติไทย
5. ไม่เป็นโรคติดต่อร้ายแรงหรือเป็นอุปสรรคต่อการศึกษา
6. มีความขยันหมั่นเพียร ความประพฤติดี และมีบุคลิกภาพเหมาะสม
7. ผู้ปกครองมีความพร้อมในการสนับสนุนทางการเงินตลอดเวลาที่ศึกษาอยู่
8. มีความรู้ภาษาอังกฤษเป็นอย่างดี

โครงสร้างรายวิชาเคมีเพิ่มเติม ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จากหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนชลกันยานุกูล กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ได้กำหนดโครงสร้างรายวิชาเคมีเพิ่มเติม ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ดังในตารางที่ 2-1

ตารางที่ 2-1 โครงสร้างรายวิชา เคมี 3 (ว 32223) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เวลา 60 ชั่วโมง/ ภาคเรียน จำนวน 1.5 หน่วยกิต ภาคเรียนที่ 1

ลำดับที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
1	การศึกษาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี - ความหมายของอัตราการเกิดปฏิกิริยายาเคมี - ชนิดของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี - การหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	4
2	การเกิดปฏิกิริยาเคมี - แนวคิดการเกิดปฏิกิริยาเคมี - การดำเนินไปของปฏิกิริยาเคมี - พลังงานกับการดำเนินไปของปฏิกิริยาเคมี	2
3	ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมี - ความเข้มข้นของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี - พื้นที่ผิวของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี - อุณหภูมิกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี - ตัวเร่งและตัวหน่วงปฏิกิริยาเคมี - ความดันกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	5
4	กฎอัตราและอันดับของปฏิกิริยาเคมี - กฎอัตรา - อันดับของปฏิกิริยาเคมี	3
5	การเปลี่ยนแปลงทางเคมี - การเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้และการเกิดภาวะสมดุล	2
6	ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารต่าง ๆ ณ ภาวะสมดุล - ค่าคงที่สมดุลกับสมการเคมี - การคำนวณเกี่ยวกับค่าคงที่สมดุล	6
7	ปัจจัยที่มีผลต่อภาวะสมดุล - การเปลี่ยนความเข้มข้น - การเปลี่ยนความดันและอุณหภูมิ	3

ตารางที่ 2-1 (ต่อ)

ลำดับที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
8	**หลักของเลอชาเตอริเยร์** - การใช้หลักของเลอชาเตอริเยร์ในอุตสาหกรรม - สมดุลเคมีในสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม	2
9	**สารละลายกรด-เบส** - สารละลายอิเล็กโทรไลต์และนอนอิเล็กโทรไลต์ - สารละลายกรดและสารละลายเบส	2
10	**ทฤษฎีกรดเบส** - ทฤษฎีของอาร์รีเนียส เบรินสเตด-เลาว์รีและลิวอิส - คู่กรด-เบส	2
11	**การแตกตัวของกรดและเบส** - การแตกตัวของกรดแก่และเบสแก่ - การแตกตัวของกรดอ่อนและเบสอ่อน - การคำนวณค่าค่าคงที่สมดุลของกรดและเบส K_a K_b	6
12	**การแตกตัวของน้ำ** - การเปลี่ยนความเข้มข้นของไฮโดรเนียมไอออน และไฮดรอกไซด์ไอออนในน้ำ - ค่าคงสมดุลที่ของน้ำ	3
13	**ค่า pH ของสารละลาย**	2
14	**อินดิเคเตอร์สำหรับกรด-เบส**	2
15	**ปฏิกิริยากรดกับเบส** - ปฏิกิริยากรดกับเบส - ปฏิกิริยากรดกับเบสและกับสารบางชนิด - ปฏิกิริยาไฮโดรลิซิส	4
16	**การไทเทรตกรด-เบส** - อินดิเคเตอร์กับการไทเทรตกรด-เบส - การหาปริมาณสารด้วยการไทเทรต	6
17	**สารละลายบัฟเฟอร์**	3

ตารางที่ 2-2 โครงสร้างรายวิชา เคมี 4 (ว 32224) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เวลา 60 ชั่วโมง/ ภาคเรียน จำนวน 1.5 หน่วยกิต ภาคเรียนที่ 2

ลำดับที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
1	**เคมีอินทรีย์** - พันธะของคาร์บอน - หมู่ฟังก์ชัน - สารประกอบไฮโดรคาร์บอน - สารประกอบอินทรีย์ที่มีธาตุออกซิเจนเป็นองค์ประกอบ - สารประกอบอินทรีย์ที่มีธาตุไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ - สารประกอบอินทรีย์ที่มีธาตุออกซิเจนและธาตุไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ	22
2	**สารชีวโมเลกุล** - โปรตีน - คาร์โบไฮเดรต - ลิพิด - นิวคลีอิก	18
3	**เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์และผลิตภัณฑ์** - ถ่านหิน - หินน้ำมัน - ปิโตรเลียม - พอลิเมอร์ - ภาวะมลพิษที่เกิดจากการผลิตและการใช้ผลิตภัณฑ์จากเชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์	20

สำหรับงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยมีความสนใจศึกษาเรื่อง เคมีอินทรีย์ในภาคเรียนที่ 2 วิชาเคมี 4 รหัสวิชา ว 32224 จำนวน 18 ชั่วโมง ซึ่งได้แสดงผลการเรียนรู้ดังตารางที่ 2-3

ตารางที่ 2-3 จุดประสงค์การเรียนรู้ และผลการเรียนรู้ในเนื้อหาเรื่อง เคมีอินทรีย์

จุดประสงค์การเรียนรู้	ผลการเรียนรู้
1. อธิบายความหมายของสารประกอบอินทรีย์และเคมีอินทรีย์ได้ 2. อธิบายเหตุผลที่ทำให้มีสารประกอบเคมีอินทรีย์เป็นจำนวนมากได้ 3. เขียนสูตรโครงสร้างของสารประกอบอินทรีย์ในรูปแบบต่าง ๆ ได้แก่ ลิวอิสแบบย่อ แบบผสม แบบเส้นและมุม 4. เขียนไอโซเมอร์โครงสร้างของสารประกอบอินทรีย์ประเภทต่าง ๆ ได้ 5. ระบุประเภทของสารประกอบอินทรีย์โดยใช้หมู่ฟังก์ชันเป็นเกณฑ์ พร้อมทั้งยกตัวอย่างได้ 6. บอกประเภทของสารประกอบไฮโดรคาร์บอนโดยใช้พันธะในโมเลกุลและสมบัติบางประการเป็นเกณฑ์ พร้อมทั้งยกตัวอย่างได้ 7. อธิบายความแตกต่างระหว่างซิสไอโซเมอร์กับทรานส์ไอโซเมอร์ พร้อมทั้งยกตัวอย่างได้ 8. เรียกชื่อสารประกอบอินทรีย์ประเภทต่าง ๆ ได้ 9. สรุปความสัมพันธ์ระหว่างการละลายในน้ำ จุดหลอมเหลวและจุดเดือดกับจำนวนอะตอมของคาร์บอนในโมเลกุลของสารประกอบอินทรีย์ได้	1. มีความรู้ในเรื่องพันธะคาร์บอนและสามารถเขียนสูตรของสารประกอบคาร์บอนได้ 2. เขียนสูตรโครงสร้างไอโซเมอร์ของสารประกอบของคาร์บอนประเภทต่าง ๆ ได้ 3. อธิบายและทดลองเกี่ยวกับสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่อิ่มตัวและไม่อิ่มตัวได้ 4. บอกสมบัติของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน (แอลเคน แอลคีน แอลไคน์) มลพิษที่อาจเกิดขึ้นและการแก้ไข 5. มีความรู้เกี่ยวกับสารประกอบไฮโดรคาร์บอนแบบวง สารประกอบอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน และอธิบายสมบัติบางประการได้ 6. สรุปสมบัติของสารประกอบคาร์บอนซึ่งมีหมู่อะตอมที่แสดงสมบัติเฉพาะแต่ละประเภทได้

ตารางที่ 2-3 (ต่อ)

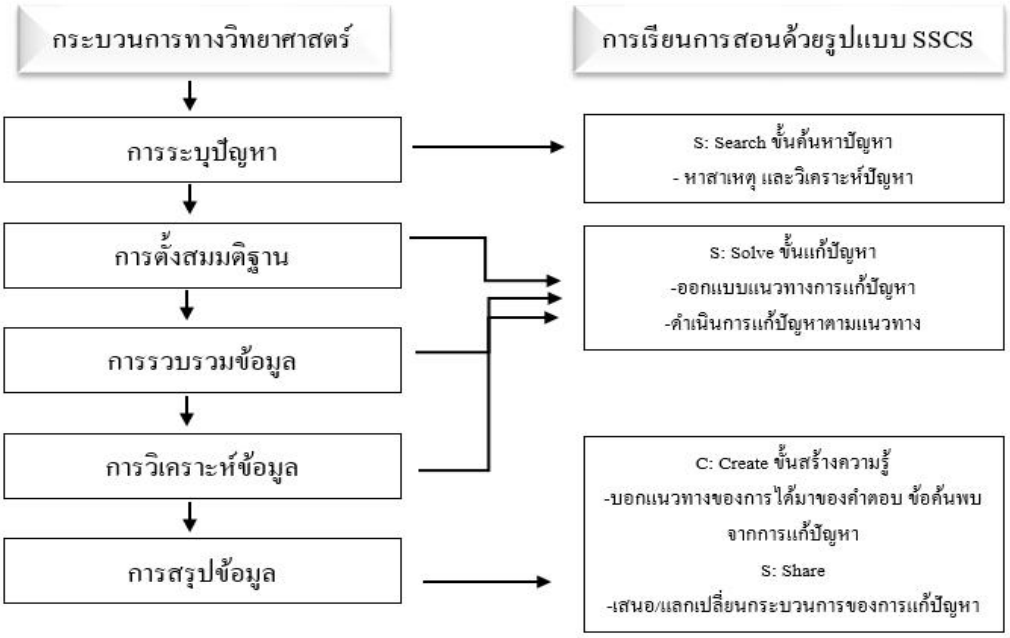
จุดประสงค์การเรียนรู้	ผลการเรียนรู้
10. เปรียบเทียบจุดเดือดของสารประกอบอินทรีย์ชนิดต่าง ๆ ที่มีมวลโมเลกุลใกล้เคียงกันได้	
11. อธิบายการเกิดปฏิกิริยาบางชนิดของสารประกอบอินทรีย์ประเภทต่าง ๆ พร้อมทั้งเขียนสมการเคมีแสดงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นได้	
12. บอกประโยชน์หรือโทษของสารประกอบอินทรีย์บางชนิดได้	
13. ทำการทดลอง รวบรวมข้อมูล แปลความหมายข้อมูล และสรุปผลการทดลองเกี่ยวกับ - การจัดเรียงอะตอมของคาร์บอนในสารประกอบอินทรีย์ - สมบัติบางประการของเอทานอลและกรดแอซิติก - สมบัติบางประการของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน - ปฏิกิริยาระหว่างกรดคาร์บอกซิลิกกับแอลกอฮอล์ - ปฏิกิริยาของเอสเทอร์	

การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์รูปแบบ SSCS

ความเป็นมาของการเรียนการสอนรูปแบบ SSCS

การสอนแบบ SSCS เป็นรูปแบบการสอนที่พัฒนาขึ้นเพื่อใช้ในการสอนการแก้ปัญหาให้กับนักเรียน โดยการนำกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหา โดยใช้กลยุทธ์ของการเรียนแบบการแก้ปัญหาทำให้นักเรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับวิธีการแก้ปัญหาเข้ากับ

ปัญหาต่าง ๆ ที่พบเจอเพราะเป็นการเชื่อมโยงกันระหว่างความคิดทางวิทยาศาสตร์กับขั้นตอนทางความคิดได้รับการพัฒนาขึ้นโดย Pizzini et al. (1989)โดยชื่อย่อของ SSCS มาจากกระบวนการจัดการเรียนการสอน ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ 1) S: Search หมายถึง ขั้นค้นหาปัญหา 2) S: Solve หมายถึง ขั้นแก้ปัญหา 3) C: Create หมายถึง ขั้นสร้างความรู้ที่ได้จากการแก้ปัญหา และ 4) S: Share หมายถึง ขั้นแลกเปลี่ยนความคิด แนวทางในการแก้ปัญหา โดยการสอนด้วยรูปแบบ SSCS มีความเป็นระบบ มีขั้นตอนในการเรียนการสอนที่ชัดเจนสอดคล้องกับกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ดังภาพที่ 2-1



ภาพที่ 2-1 ความสัมพันธ์ระหว่างกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับการเรียนการสอน ด้วยรูปแบบ SSCS (ธนาวุฒิ ลาตวงษ์, 2548)

แนวคิด และทฤษฎีต่าง ๆ จากนักวิชาการและนักการศึกษา มีดังนี้

Lickert (1967) ได้กล่าวว่า ความสามารถทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนจะนำไปสู่การคิดอย่างมีวิจารณญาณ เมื่อการเรียนการสอนนั้นจะทำให้ได้เปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีการวิเคราะห์และการแก้ปัญหา

Gagné (1970) กล่าวว่า กิจกรรมการแก้ปัญหาเป็นกฎสำคัญของการเรียนรู้ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการสอนกระบวนการแก้ปัญหาที่ครูต้องดึงศักยภาพ ความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนออกมา และการสร้างความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ผ่านการแก้ปัญหายังส่งผลให้

การเรียนรู้ของนักเรียนเกิดขึ้นอย่างมีความหมาย และความสามารถในการแก้ปัญหาเป็นรูปของการเรียนรู้อย่างหนึ่งที่ต้องอาศัยการเรียนรู้ประเภทหลักการที่มีความเกี่ยวข้องกันตั้งแต่ 2 ประเภทขึ้นไป และใช้หลักการนั้นประสมประสานกันจนเป็นความสามารถชนิดใหม่ที่ เรียกว่าความสามารถทางด้านการแก้ปัญหาโดยการเรียนรู้ประเภทหลักการนี้ ต้องอาศัยความคิดรวบยอดเป็นพื้นฐานการเรียน เป็นการกระทำที่มีจุดมุ่งหมาย เป็นการเลือกเอาวิธีการหรือกระบวนการที่เหมาะสม เพื่อนำไปสู่จุดมุ่งหมายที่ต้องการนั้น ได้อธิบายว่า เป็นการเรียนรู้อีกประเภทหนึ่งที่ต้องอาศัยความรู้แจ้งหรือความหยั่งเห็น ลักษณะร่วมของสิ่งเร้าทั้งหลายในปัญหาอย่างถ่องแท้เสียก่อน จึงจะสามารถแก้ปัญหา

Chiappetta and Russell (1992) กล่าวว่า การสอนการแก้ปัญหาด้วยกระบวนการแก้ปัญหานั้นนอกจากนักเรียนจะได้เรียนรู้การแก้ปัญหานั้น ๆ แล้ว นักเรียนยังได้เรียนรู้กระบวนการแก้ปัญหาด้วย และ Dewey (1983 cited in Pizzini et al., 1989) กล่าวว่า การประยุกต์กระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาปรับใช้กับการแก้ปัญหา โดยใช้กลยุทธ์ของการเรียนแบบแก้ปัญหาทำให้นักเรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับวิธีการแก้ปัญหาและกระบวนการแก้ปัญหา

Freundlich (1978 cited in Pizzini et al, 1989) กล่าวว่า การเรียนรู้การแก้ปัญหาจะมีความหมายอย่างมาก ถ้ารู้จักการประยุกต์ใช้ความคิดทางวิทยาศาสตร์กับปัญหาต่าง ๆ เพราะเป็นการเชื่อมโยงกันระหว่างความคิดทางวิทยาศาสตร์กับขั้นตอนทางความคิดของนักเรียน

จากแนวคิดที่กล่าวมาข้างต้น พบว่าแนวคิดและที่มาในการจัดรูปแบบการเรียนการสอนแบบ SSCS ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีการคิดวิเคราะห์ และแก้ปัญหา โดยใช้กระบวนการทางการศึกษามาช่วยในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบและเป็นแบบแผนชัดเจน

เป้าหมายการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ด้วยรูปแบบ SSCS

การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ด้วยรูปแบบ SSCS มุ่งเน้นให้นักเรียน เข้าใจในหลักการและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ และมีความสามารถในการแก้ปัญหา โดยมีการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบเป็นขั้นเป็นตอนด้วยกระบวนการ SSCS อย่างเป็นระบบและชัดเจน

Pizzini et al. (1989) จึงได้นำแนวคิด และทฤษฎีต่าง ๆ ดังกล่าวมาพัฒนาแนวทางการเรียนการสอนการแก้ปัญหาโดยตั้งอยู่บนพื้นฐานของเหตุผล และความเป็นจริงที่จะให้นักเรียนได้เรียนทักษะการแก้ปัญหาและแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ โดยผ่านการทดลองแก้ปัญหาที่เป็นรูปธรรม และได้ศึกษาค้นคว้างานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องมากมาย

ธนาวุฒิ ลาตวงษ์ (2548) กล่าวไว้ว่า เป้าหมายของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ด้วยรูปแบบ SSCS เพื่อการมุ่งเน้นการพัฒนาให้นักเรียนมีความรู้ ความเข้าใจในหลักการและทฤษฎีวิทยาศาสตร์และมีความสามารถในการแก้ปัญหา โดยให้นักเรียนออกแบบวิธีการทดลองและ

ดำเนินการทดลองด้วยตนเอง นำไปสู่การสรุปความรู้ที่เป็นหลักการ ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ ทำให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจวิทยาศาสตร์อันจะพัฒนาให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์สูงขึ้น และมุ่งให้นักเรียนดำเนินการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบด้วยตนเอง เริ่มต้นที่วิเคราะห์ปัญหาเพื่อระบุปัญหา ค้นหาสาเหตุของปัญหา ทดลองเพื่อแก้ปัญหา และหาคำตอบหลังจากการแก้ปัญหา ทำให้นักเรียนมีความรู้ ความเข้าใจกระบวนการแก้ปัญหาที่ถูกต้อง อันจะพัฒนาให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาที่สูงขึ้น

ดังนั้น เป้าหมายการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ด้วยรูปแบบ SSCS ในงานวิจัยครั้งนี้ เพื่อการมุ่งเน้นการพัฒนาให้นักเรียนมีความรู้ ความเข้าใจในหลักการและทฤษฎีวิทยาศาสตร์และมีความสามารถในการแก้ปัญหา พัฒนาแนวทางการเรียนการสอนการแก้ปัญหาโดยตั้งอยู่บนพื้นฐานของเหตุผล และความเป็นจริงที่จะให้นักเรียนได้เรียนทักษะการแก้ปัญหาและแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ โดยผ่านการทดลองแก้ปัญหาที่เป็นรูปธรรมด้วยการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ด้วยรูปแบบ SSCS

หลักการจัดการเรียนการสอนรูปแบบ SSCS

Pizzini et al. (1989) กล่าวถึงหลักการสอนแบบ SSCS ดังนี้

1. ครูจะต้องให้ความช่วยเหลือในทุกขั้นตอนในการสอนการแก้ปัญหา
2. ครูจะต้องช่วยเหลือนักเรียนในการพัฒนากลยุทธ์ที่ใช้ในการรับและดำเนินการกับข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด
3. ครูจะต้องชี้ให้เห็นถึงข้อผิดพลาดในการแก้ปัญหาของนักเรียนในขั้นตอนที่นักเรียนทำการแก้ปัญหาผิดพลาด
4. ครูจะต้องแสดงให้นักเรียนเห็นว่านักเรียนมีสมมติฐานที่เพียงพอในการแก้ปัญหาหรือไม่
5. ครูจะต้องเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดอย่างเต็มความสามารถ

ธนาวุฒิ ลาตวงษ์ (2548) กล่าวไว้ว่า หลักการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ด้วยรูปแบบ SSCS เป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นพัฒนานักเรียนรายบุคคล โดยเชื่อว่านักเรียนแต่ละคนมีพื้นฐานความรู้วิทยาศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหาที่แตกต่างกัน การจัดการเรียนการสอน จึงต้องให้นักเรียนออกแบบวิธีการทดลองและดำเนินการทดลองเพื่อหาคำตอบ นำไปสู่การสรุปความรู้ที่เป็นหลักการทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ด้วยตนเอง โดยให้นักเรียนดำเนินการแก้ปัญหาด้วยตนเอง เริ่มจากการเผชิญสถานการณ์ปัญหาแล้วให้นักเรียนที่วิเคราะห์ปัญหาเพื่อระบุปัญหา เพื่อพัฒนาให้นักเรียนได้พัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา

ปาริชาติ รายแก้ว (2556) กล่าวไว้ว่า การสอนด้วยรูปแบบ เอส เอส ซี เอส เป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นพัฒนานักเรียนเป็นรายบุคคล โดยเชื่อว่านักเรียนแต่ละคนมีพื้นฐานความรู้และความสามารถในการแก้ปัญหาที่แตกต่างกัน การจัดการเรียนการสอน จึงต้องให้นักเรียนออกแบบ วางแผนการแก้ปัญหาด้วยกลยุทธ์ต่าง ๆ เพื่อหาคำตอบ นำไปสู่การสรุปความรู้ที่เป็นหลักการทฤษฎีด้วยตนเอง โดยให้นักเรียนดำเนินการแก้ปัญหาด้วยตนเอง เริ่มจากการเผชิญปัญหาสถานการณ์แล้วให้นักเรียนวิเคราะห์ปัญหาเพื่อระบุปัญหา แยกแยะประเด็นปัญหาเพื่อแก้ปัญหาและหาคำตอบหลังจากการแก้ปัญหา เพื่อพัฒนาให้นักเรียนได้พัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาโดยมีครูเป็นผู้แนะนำคอยดูแลทุกขั้นตอนในการสอนแบบ SSCS

ดังนั้น หลักการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ด้วยรูปแบบ SSCS ในงานวิจัยในครั้งนี้เน้นพัฒนานักเรียนรายบุคคล โดยเชื่อว่านักเรียนแต่ละคนมีพื้นฐานความรู้วิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาที่แตกต่างกัน ครูจึงจะต้องให้ความช่วยเหลือในทุกขั้นตอนในการสอนการแก้ปัญหา ช่วยเหลือนักเรียนในการพัฒนากลยุทธ์ที่ใช้ในการรับและดำเนินการกับข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด ชี้ให้เห็นถึงข้อผิดพลาดในการแก้ปัญหาของนักเรียนในขั้นตอนที่นักเรียนทำการแก้ปัญหาผิดพลาด แสดงให้นักเรียนเห็นว่านักเรียนมีสมมติฐานที่เพียงพอในการแก้ปัญหาหรือไม่ และจะต้องเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดอย่างเต็มความสามารถ ซึ่งทำให้นักเรียนเกิดทักษะ และความสามารถในการแก้ปัญหา

กระบวนการเรียนการสอนรูปแบบ SSCS

Pizzini et al. (1989) ได้พัฒนาแนวทางการเรียนการสอนการแก้ปัญหาโดยมีพื้นฐานมาจากการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และได้ศึกษาค้นคว้ารายงานการวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องมากมายที่ศูนย์กลางการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยไอโอวา ซึ่งการเรียนการสอนโดยรูปแบบ SSCS ได้รวมการเรียนการสอนในการแก้ปัญหาในรูปแบบ CPS และรูปแบบ IDEAL ด้วยกัน ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. การสอนการแก้ปัญหาในรูปแบบ CPS (Creative problem solving) Parnes (1967 cited in Pizzini et al., 1989) มีลำดับขั้นตอนของการแก้ปัญหา ดังนี้

1.1 การค้นหาข้อเท็จจริง

1.2 การค้นหาปัญหา

1.3 การค้นหาแนวคิดในการแก้ปัญหา

1.4 การค้นหาแนวทางการแก้ปัญหา

1.5 การค้นหาแนวทางที่เป็นที่ยอมรับ

2. การสอนการแก้ปัญหาโดยใช้รูปแบบ IDEAL (Identify: I, Define: D, Explore: E, Act: A and Look: L) Bransford and Stein (1984, cited in Pizzini et al., 1989) เป็นรูปแบบของการแก้ปัญหาที่ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

2.1 การจำแนกแยกแยะปัญหา (Identify)

2.2 การตีความหมายและหารเสนอปัญหา (Define)

2.3 การค้นหาวิธีการอื่น ๆ (Explore)

2.4 การนำวิธีเหล่านั้นมาปฏิบัติ (Act)

2.5 การมองย้อนกลับและการประเมินผลกระทบในด้านต่าง ๆ (Look)

จากรูปแบบการแก้ปัญหาทั้ง 2 รูปแบบ Pizzini et al. (1989) มีความเห็นว่าน่าจะทำการปรับให้ขั้นตอนในการแก้ปัญหานั้นชัดเจนและเหมาะสมกับนักเรียนระดับประถมศึกษาตอนปลายและนักเรียนระดับมัธยมศึกษา โดยการปรับให้เหลือเพียง 4 ขั้นตอน และให้ชื่อว่าการสอนการแก้ปัญหาโดยใช้การสอนแบบ SSCS โดยประกอบด้วยขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 Search: S หมายถึง การค้นหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา และการแยกแยะประเด็นของปัญหา การแสวงหาข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับปัญหา ซึ่งประกอบด้วย การระดมสมองเพื่อทำให้เกิดการแยกแยะปัญหาต่าง ๆ ช่วยนักเรียนในด้านการมองเห็นความสัมพันธ์ของมโนคติต่าง ๆ ที่มีอยู่ในปัญหานั้น ๆ นักเรียนจะต้องอธิบาย และให้ขอบเขตของปัญหาด้วยคำอธิบายจากความเข้าใจของนักเรียนเอง ซึ่งจะต้องตรงกับจุดมุ่งหมายของบทเรียนที่ตั้งไว้ในขั้นนี้นักเรียนจะต้องทำการหาข้อมูลของปัญหาเพิ่มเติม โดยอาจหาได้จากการที่นักเรียนตั้งคำถาม ถามครูหรือเพื่อนนักเรียนเอง การอ่านบทความในวรสารหรือหนังสือคู่มือต่าง ๆ การสำรวจและอาจได้มาจากงานวิจัยหรือตำราต่าง ๆ

ขั้นที่ 2 Solve: S หมายถึง การวางแผนและการดำเนินการแก้ปัญหาด้วยวิธีการต่าง ๆ หรือการหาคำตอบของปัญหาที่เราต้องการ ในขั้นนี้นักเรียนต้องวางแผนการแก้ปัญหารวมไปถึงการวางแผนการใช้เครื่องมือในการแก้ปัญหาด้วยตนเอง การหาวิธีในการแก้ปัญหาที่หลากหลายเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาที่ถูกต้อง โดยการนำข้อมูลที่ได้จากขั้นที่ 1 มาใช้ประกอบในการแก้ปัญหา ขณะที่นักเรียนได้ดำเนินการในการแก้ปัญหาถ้าพบปัญหาเกิดขึ้น สามารถกลับไปยังขั้นที่ 1 ได้อีกครั้งหรือรักเรียนอาจจะปรับปรุงแผนการของตนที่วางไว้โดยการประยุกต์วิธีการต่าง ๆ มาใช้ร่วมกัน

ขั้นที่ 3 Create: C หมายถึง การนำผลที่ได้มาจัดกระทำเป็นขั้นตอนเพื่อให้ง่ายต่อความเข้าใจ และเพื่อสื่อสารกับคนอื่นได้ การนำเอาข้อมูลที่ได้จากการแก้ปัญหา หรือวิธีการที่ได้จากการแก้ปัญหามาจัดกระทำให้อยู่ในรูปของคำตอบ หรือวิธีการที่สามารถอธิบายให้เข้าใจได้ง่าย

โดยอาจทำได้ด้วยการใช้ภาษาที่ง่าย สละสลวย มาขยายความหรือตัดทอนคำตอบที่ได้ให้อยู่ในรูปที่สามารถอธิบายหรือสื่อสารให้ผู้อื่นเข้าใจได้ง่าย

ขั้นที่ 4 Share: S หมายถึง การแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับข้อมูลและวิธีการแก้ปัญหา การที่ให้รักเรียนแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับขั้นตอน หรือวิธีการที่ใช้ในการแก้ปัญหาทั้งของตนเองและผู้อื่น โดยที่นักเรียนแต่ละคนอาจจะได้วิธีการที่แตกต่างกัน หรือคำตอบที่ได้ อาจจะได้การยอมรับหรือไม่ได้รับการยอมรับก็เป็นได้ คำตอบที่ได้รับการยอมรับและถูกต้อง นักเรียนก็จะมาแลกเปลี่ยนความคิดเห็นในวิธีการที่ใช้ในการหาคำตอบ ส่วนคำตอบหรือวิธีการที่ไม่ได้รับการยอมรับ นักเรียนจะต้องร่วมมือกันพิจารณาว่าเกิดการผิดพลาดที่ใดบ้าง อาจจะผิดพลาดในขั้นตอนของการวางแผนการแก้ปัญหาหรือการแก้ปัญหาผิดพลาด

ธนาวุฒิ ลาตวงษ์ (2548) กล่าวไว้ว่า การเปรียบเทียบขั้นตอนการเรียนการสอน และจุดร่วมและจุดเด่นของการสอนทั้งสามรูปแบบ คือ CPS IDEAL และ SSCS พบว่า การเรียนการสอนด้วยรูปแบบ SSCS มีจุดเด่นที่ครอบคลุมเป้าหมายการพัฒนานักเรียนให้มีความสามารถในการแก้ปัญหา เพื่อให้นักเรียนพัฒนาให้นักเรียนแก้ปัญหาอย่างสมบูรณ์และมีประสิทธิภาพอันจะสามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนต่อไป ซึ่งสามารถสรุปขั้นตอนและวิธีการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ด้วยรูปแบบ SSCS ดังนี้ คือ ครูกำหนดสถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่จะสอนแล้วให้นักเรียนทำกิจกรรมการเรียนการสอน 4 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นค้นปัญหา (Search) หมายถึง ขั้นที่นักเรียนต้องเก็บรวบรวมข้อมูลจากสถานการณ์ปัญหาเพื่อระบุปัญหา 2) ขั้นแก้ปัญหา (Solve) หมายถึง ขั้นที่นักเรียนต้องระบุสาเหตุของปัญหา ระบุสมมติฐาน ออกแบบขั้นตอน วิธีการแก้ปัญหา และดำเนินการแก้ปัญหาเพื่อค้นหาคำตอบของปัญหาตามขั้นตอน วิธีการที่ออกแบบไว้ 3) ขั้นสร้างความรู้ที่ได้จากการแก้ไขปัญหา (Create) หมายถึง ขั้นที่นักเรียนต้องระบุสิ่งที่ได้จากการดำเนินการแก้ปัญหา ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ 1) วิธีการที่หลากหลายในการแก้ปัญหา 2) คำตอบที่ค้นพบจากการแก้ปัญหาด้วยวิธีการต่าง ๆ และ 3) การนำวิธีการและคำตอบที่ค้นพบจากการแก้ปัญหาไปประยุกต์ใช้ และ 4) ขั้นแลกเปลี่ยนแนวทางในการแก้ปัญหา (Share) หมายถึง ขั้นที่นักเรียนต้องนำเสนอกระบวนการแก้ไขปัญหา เริ่มตั้งแต่ระบุปัญหา ระบุสาเหตุของปัญหา วิธีการที่หลากหลายในการแก้ปัญหา คำตอบที่ค้นพบจากการแก้ปัญหาด้วยวิธีการต่าง ๆ และการนำวิธีการและคำตอบที่ค้นพบจากการแก้ปัญหาไปประยุกต์ใช้ และได้แสดงแนวทางและกระบวนการเรียนแบบ SSCS ไว้ดังตารางที่ 2-4

ตารางที่ 2-4 แนวทางและกระบวนการเรียนการสอนรูปแบบ SSCS

ขั้นตอน	แนวทาง (Approaches)	กระบวนการ (Processes)
1. การค้นหา	- นึกถึงปัญหาโดยใช้คำถาม	- การระดมสมอง
(Search: S)	อะไร ใคร เมื่อไหร่ ที่ไหน	- การสังเกต
	อย่างไร	- การวิเคราะห์
		- การจำแนกแยกแยะ
		- การบรรยาย อธิบาย
		- การตั้งคำถาม
	- หาข้อมูลเพิ่มเติม โดยการตั้ง	- การค้นหาจากวรรณกรรม
	คำถามว่าอะไรเป็นสิ่งที่	ที่เกี่ยวข้อง
	จำเป็นต้องรู้ และค้นหาสิ่ง	- การสืบเสาะหา
	เหล่านั้นได้จากที่ไหน	- การระดมสมอง
		- การตั้งสมมติฐาน
	- แยกประเด็นของปัญหาและ	- การคาดคะเน
	ความคิดจากสถานการณ์ เช่น	- การประเมิน
	มีทางใดได้บ้างที่สามารถ	- การทดสอบ
	แก้ปัญหาได้ หรือขั้นตอน	- การตั้งคำถาม
	ในการแก้ปัญหาและ	- การระดมสมอง
	มีทางใดบ้างที่ควรเลือกทำ	- การหาจุดสำคัญ
		- การเปรียบเทียบ
	- เขียนวิธีการหรือ	- การแยกแยะ
	แนวความคิดที่จะใช้	- การวิเคราะห์
	ในการแก้ปัญหา	
2. การแก้ปัญหา	- วางแผนการแก้ปัญหา	- การตัดสินใจ
(Solve: S)	- วางแผนการใช้เครื่องมือ	- การนิยาม
		- การออกแบบ
		- การประยุกต์
		- การสังเคราะห์
		- การทดสอบ

ตารางที่ 2-4 (ต่อ)

ขั้นตอน	แนวทาง (Approaches)	กระบวนการ (Processes)
3. การสร้างคำตอบ (Create: C)	- การจัดกระทำกับข้อมูลหรือแนวคิดการประเมินกระบวนการแก้ปัญหาด้วยตนเอง	- การยอมรับ - การปฏิเสธ - การเปลี่ยนแปลง - การปรับปรุง - การทำให้สมบูรณ์ - การสื่อสาร - การแสดงผล
4. การแลกเปลี่ยนความคิดเห็น (Share: S)	- การสื่อสารและการปฏิสัมพันธ์ - การแลกเปลี่ยนความคิดเห็น - การให้ข้อมูลย้อนกลับ - การประเมินการแก้ปัญหา	- การประเมินผล - การแสดงผล - การรายงานผล - การให้คำบรรยาย - การตั้งคำถาม - การอ้างอิง - การปรับปรุง

จากตารางที่ 2-4 การจัดการเรียนการสอนแบบ SSCS ในงานวิจัยครั้งนี้ นักเรียนจะได้เรียนรู้ด้วยตนเองมากที่สุด สภาพแวดล้อมในการเรียนจะเปลี่ยนจากที่ครูเป็นศูนย์กลางมาเป็นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง ซึ่งจะทำให้การสอนแบบแก้ปัญหาในห้องเรียนมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น นักเรียนมีโอกาสแสดงความคิดเห็นส่งผลให้ครูและนักเรียนคนอื่น ๆ ได้เรียนรู้วิธีการที่หลากหลาย อันเป็นประโยชน์ต่อการเรียนการสอนมากขึ้น

บทบาทครูในการเรียนการสอนด้วยรูปแบบ SSCS

Pizzini et al. (1989) ได้เสนอแนะบทบาทของครูในการสอนการแก้ปัญหาในขั้นต่าง ๆ ดังตารางที่ 2-5

ตารางที่ 2-5 บทบาทของครูในการสอนรูปแบบ SSCS

การค้นหา (S)	การแก้ปัญหา (S)	การสร้างคำตอบ (C)	การแลกเปลี่ยนความคิดเห็น (S)
- ช่วยให้นักเรียนสามารถแยกแยะประเด็นของปัญหาเพื่อไม่ให้นักเรียนทำการตัดสินใจที่เร็วเกินไป - ช่วยตัดสิน ระบุ อธิบายหรือแก้ปัญหา - ไม่ควรใช้อิทธิพลจากความคิดของนักเรียนคนใดคนหนึ่ง	- ช่วยนักเรียนในการแยกแยะประเด็นของปัญหา - ชี้ให้เห็นที่ผิดพลาดในความคิดของนักเรียน - กระตุ้นให้นักเรียนคิดแก้ปัญหาในความเป็นไปได้ทางอื่นหลาย ๆ ทาง - แยกนักเรียนที่มีความคิดและไม่มีความคิดในการแก้ปัญหาออกจากกัน - ช่วยนักเรียนให้เชื่อมโยงประสบการณ์เพื่อให้ได้ความคิดเป็นของตนเอง - ไม่ทำการตัดสินใจที่เร็วเกินไป	- ช่วยนักเรียนในการแยกแยะวิธีการแก้ปัญหา - กระตุ้นให้นักเรียนเลือกวิธีการที่ถูกต้อง - ช่วยนักเรียนให้เชื่อมโยงประสบการณ์เพื่อให้เกิดเป็นความคิดของนักเรียนเอง - ให้นักเรียนทำสิ่งที่ได้จากข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบที่สามารถเข้าใจได้ง่าย - ไม่ควรใช้อิทธิพลจากความคิดของนักเรียนคนใดคนหนึ่งตัดสิน ระบุ อธิบายหรือแก้ปัญหา	- ตั้งคำถามหรือช่วยให้นักเรียนแยกแยะวิธีการแก้ปัญหาไม่ตัดสินใจเร็วเกินไป - ให้นักเรียนทำสิ่งที่ได้จากข้อมูลให้อยู่ในรูปที่เข้าใจได้ง่ายและสามารถสื่อสารให้ผู้อื่นเข้าใจได้ง่าย - ไม่ควรใช้อิทธิพลจากความคิดของนักเรียนคนใดคนหนึ่งตัดสิน ระบุ อธิบายหรือแก้ปัญหา

จากตารางที่ 2-5 จะเห็นได้ว่าการสอนด้วยรูปแบบ SSCS ของ Pizzini et al. (1989) ซึ่งใช้ในงานวิจัยในครั้งนี้ เป็นการสอนที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลางนักเรียน โดยนักเรียนจะต้องทำการแยกแยะประเด็นของปัญหา และหาข้อมูลที่ช่วยส่งเสริมให้เกิดแนวทางในการแก้ปัญหา

โดยครูเป็นเพียงผู้ชี้แนะแนวทางและนักเรียนจะต้องเชื่อมโยงข้อมูลใหม่ที่ได้รับและข้อมูลเดิมจากประสบการณ์การแก้ปัญหาในลักษณะที่คล้ายกันที่ผ่านมาแล้วในความคิดเพื่อหารูปแบบในการแก้ปัญหา นอกจากนี้ในการสอนแต่ละขั้นตอนของ SSCS นักเรียนสามารถค้นหาวิธีการในการแก้ปัญหาได้ตลอดเวลาโดยครูจะเป็นผู้ช่วยของนักเรียนไม่ใช่เป็นผู้บอกความรู้แก่นักเรียน

ความสามารถในการแก้ปัญหา

ความหมายของการแก้ปัญหา

Gagné (1970) ให้ความหมายของการแก้ปัญหาว่า ความสามารถในด้านการคิดแก้ปัญหาเป็นรูปแบบของการเรียนรู้อย่างหนึ่งที่ต้องอาศัยความคิดรวบยอดเป็นพื้นฐาน การเรียนเป็นการกระทำที่มีจุดมุ่งหมาย เป็นการเลือกเอาวิธีการหรือกระบวนการที่เหมาะสม เพื่อนำไปสู่จุดมุ่งหมายที่ต้องการนั้น โดยอาศัยความรู้แจ้งหรือการหยั่งเห็น ในปัญหาอย่างถ่องแท้เสียก่อนถึงจะแก้ปัญหา

คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (2544) ให้ความหมายของปัญหาว่า หมายถึง สถานการณ์ที่ต้องคิดการแก้ไขปัญหาที่ได้มาจากการสังเคราะห์ความรู้ที่เคยเรียนรู้มาก่อน ซึ่งเกี่ยวข้องกับ 3 สิ่ง คือ การยอมรับว่าเป็นปัญหาหรืออุปสรรคของจุดมุ่งหมาย อุปสรรคของปัญหาหรืออุปสรรคของจุดมุ่งหมาย และการแก้ปัญหาที่จะบรรลุจุดมุ่งหมาย

ราชบัณฑิตยสถาน (2555) ให้ความหมายของปัญหา ว่าหมายถึง ข้อสงสัย ความสงสัย สิ่งที่เข้าใจยาก สิ่งที่ตนไม่รู้หรือคำถาม อันได้แก่ โจทย์ในแบบฝึกหัดหรือข้อสอบเพื่อประเมินผล

รศนา อัชชะกิจ (2539) ให้ความหมายของปัญหา ว่าหมายถึง เหตุการณ์ที่ยุ่งยากที่จะต้องแก้ไขหรือสภาวการณ์ที่ไม่พึงประสงค์หรือเหตุการณ์ที่เป็นไปไม่ตรงตามคาดหวังโดยไม่ทราบสาเหตุ รวมถึงการที่มนุษย์ไม่รู้จักวิธีทำอย่างไรจึงจะบรรลุเป้าหมายตามที่กำหนดและเหตุการณ์ในอนาคตที่มีแนวโน้มว่าจะเป็นไปไม่ตรงตามประสงค์

ภพ เลาหไพบูลย์ (2542) กล่าวว่า การมองเห็นปัญหาและการหาทางที่จะแก้ปัญหาประกอบด้วยความสามารถย่อย ๆ คือ การยอมรับและมองเห็นปัญหา การตั้งสมมติฐาน การเลือกวิธีการที่เหมาะสมในการทดสอบสมมติฐานและการออกแบบการทดลองที่เหมาะสำหรับทดสอบสมมติฐาน

รศนา อัชชะกิจ (2539) ได้ให้นิยามความหมายของการแก้ปัญหาไว้ ดังนี้

1. การแก้ปัญหา เป็นกระบวนการเชื่อมโยงระหว่างปัญหากับข้อเฉลยหรือทางออกของปัญหา

2. การแก้ปัญหาเป็นกระบวนการลดความเบี่ยงเบนด้านลบของปัญหาให้เป็นวัตถุประสงค์ด้านบวก และลดความเบี่ยงเบนด้านลบของสาเหตุให้เป็นเป้าหมายด้านบวก

คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (2544) ได้ให้ความหมายของการแก้ปัญหาว่าเป็นกระบวนการทำงานที่สลับซับซ้อนของสมองที่ต้องอาศัยสติปัญญา ทักษะ ความรู้ ความเข้าใจ ความคิด การรับรู้ ความชำนาญ รูปแบบ พฤติกรรมต่าง ๆ ประสบการณ์เดิมทั้งจากทางตรง (มีผู้อบรมสั่งสอน) และทางอ้อม (เรียนรู้ด้วยตนเอง) มโนมติ กฎเกณฑ์ ข้อสรุป การพิจารณา การสังเกต และการใช้กลยุทธ์ทางสติปัญญาที่จะวิเคราะห์ สังเคราะห์ ความรู้ความเข้าใจต่าง ๆ อย่างมีวิจารณญาณ มีเหตุผลและจินตนาการเพื่อหาแนวทางปฏิบัติให้ปัญหานั้นหมดสิ้นไป

ดังนั้น จากความหมายของปัญหา สรุปได้ว่า ปัญหา คือ ข้อสงสัย ความสงสัย สิ่งที่เข้าใจได้ยาก สถานการณ์ที่ทำให้เกิดอุปสรรคในการดำเนินงาน หรือเหตุการณ์ที่เป็นไปไม่ตรงตามความคาดหวังโดยไม่ทราบสาเหตุ ซึ่งมาขัดขวางไม่ให้บรรลุเป้าหมาย สำหรับปัญหาในงานวิจัยครั้งนี้ หมายถึงโจทย์ปัญหาซึ่งเป็นสถานการณ์ทางเคมีที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เรื่อง เคมีอินทรีย์ในวิชาเคมี ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

จากความหมายของการแก้ปัญหา สรุปได้ว่า เป็นกระบวนการที่สลับซับซ้อนของสมองต้องอาศัยสติปัญญา ทักษะความรู้ ความเข้าใจ ความคิด การรับรู้ ความชำนาญ รูปแบบพฤติกรรมต่าง ๆ โดยมีเป้าหมายที่ใช้ขจัดปัญหาหรืออุปสรรค

แนวคิดเกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหา

Butts and Jones (1966) ได้กล่าวว่า นักเรียนเรียนรู้การใช้ทักษะการแก้ปัญหาได้สมบูรณ์ที่สุดโดยผ่านประสบการณ์การแก้ปัญหาและในการที่จะแก้ปัญหาให้สำเร็จนั้นจะต้องมีองค์ประกอบในด้านทักษะการคิดที่ได้รับจากประสบการณ์การแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

Presseison (1985 cited in Pizzini et al., 1989) ได้สรุปว่า ทักษะทางความคิดที่มีความจำเป็นสำหรับการแก้ปัญหา คือ ทักษะในการจัดระบบข้อมูล และตัดสินใจว่าข้อมูลที่มีความจำเป็นอะไรบ้างที่ต้องทำการหาเพิ่มเติม หาทางเลือกหรือแนวทางของวิธีการแก้ปัญหาและทำการทดสอบทางเลือกหรือแนวทางเหล่านั้น พยายามบูรณาการข้อมูลให้อยู่ในระดับที่สามารถอธิบายให้เข้าใจมากที่สุด ขจัดความขัดแย้งต่าง ๆ ออกไปให้หมด และตรวจสอบความถูกต้องของวิธีการแก้ปัญหาที่เลือกเพื่อใช้ดำเนินการต่อไป

Stollburg (1986 อ้างถึงใน อมราลักษณ์ ฤทธิเดช, 2553) กล่าวโดยสรุปไว้ว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาของแต่ละคนย่อมมีลักษณะเฉพาะเป็นเอกัตบุคคล การแก้ปัญหาไม่มีขั้นตอนที่แน่นอนและไม่เป็นไปตามลำดับ อาจสลับก่อนหลังหรือบางขั้นตอนไม่มี นอกจากนี้การแก้ปัญหายังขึ้นอยู่กับองค์ประกอบต่าง ๆ ต่อไปนี้

1. ประสบการณ์ของแต่ละบุคคล
2. วุฒิภาวะทางสมอง
3. สภาพการณ์ที่แตกต่างกัน
4. กิจกรรมและความสนใจของแต่ละบุคคลที่มีต่อปัญหานั้น

Morgan (1978 อ้างถึงใน อมราลักษณ์ ฤทธิเดช, 2553) สรุปว่าวิธีการแก้ปัญหาของแต่ละบุคคลนั้นแตกต่างกันทำให้ความสามารถในการแก้ปัญหาแตกต่างกันซึ่งขึ้นอยู่กับองค์ประกอบต่าง ๆ ต่อไปนี้

1. สติปัญญา (Intelligence) ผู้ที่มีสติปัญญาดีจะแก้ปัญหาได้ดี
2. แรงจูงใจ (Motivation) ในการที่จะทำให้เกิดแนวทางในการแก้ปัญหา
3. ความพร้อมในการที่จะแก้ปัญหาใหม่ ๆ โดยทันทีทันใดจากประสบการณ์ที่มีมาก่อน
4. การเลือกวิธีแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม (Functional fixedness)

สุกัญญา ยุติธรรมนนท์ (2539) ให้ความหมายของความสามารถในการแก้ปัญหาว่าเป็นการแสดงความสามารถทางสมองจากการเรียนรู้ การคิดและวิเคราะห์ข้อมูลจากประสบการณ์เดิมแล้วนำมาสู่วิธีการหรือขั้นตอนในการศึกษา เพื่อให้บรรลุเป้าหมายที่ต้องการนั้น

นารีรัตน์ ฟักสมบูรณ์ (2541) ได้สรุปความสามารถในการแก้ปัญหาว่าเป็นพฤติกรรมหรือคุณลักษณะที่บุคคลเลือกกระทำ หรือปฏิบัติในการหาทางออกกับปัญหาหรือสถานการณ์ต่าง ๆ ที่ต้องเผชิญ มีลักษณะเฉพาะส่วนบุคคล เป็นกิจกรรมที่เป็นการแสดงทั้งความรู้ ความคิด และเป็นทักษะอย่างหนึ่งที่ต้องฝึกฝนและควรฝึกให้กับนักเรียน ความสามารถในการแก้ปัญหายังขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลายด้าน เช่นความรู้ หรือประสบการณ์เดิม ความสามารถทางสติปัญญา เป็นต้น

ดังนั้น ความสามารถในการแก้ปัญหา สรุปได้ว่า เป็นกระบวนการที่นักเรียนสามารถใช้ทักษะการแก้ปัญหาได้สมบูรณ์ที่สุดโดยการผ่านประสบการณ์การแก้ปัญหาและในการที่จะแก้ปัญหาให้สำเร็จนั้นจะต้องมีองค์ประกอบในด้านทักษะการคิด การบูรณาการข้อมูลที่ได้รับจากประสบการณ์การแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และตัดสินใจว่าข้อมูลที่มีความจำเป็นอะไรบ้างที่ต้องทำการหาเพิ่มเติม

ขั้นตอนและวิธีการในการแก้ปัญหา

Weir (1974) ได้เสนอขั้นตอนในการแก้ปัญหาไว้ 4 ขั้น และสามารถกำหนดระยะเวลาวิธีการทำงานที่แน่นอนได้ดี ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นระบุปัญหาวิเคราะห์ประโยคที่เป็นปัญหา หรือตั้งปัญหา หมายถึง ความสามารถในการบอกปัญหาภายในขอบเขตที่กำหนด

ขั้นที่ 2 ขั้นนิยามสาเหตุของปัญหา โดยแยกจากลักษณะที่สำคัญ หรือวิเคราะห์ปัญหา หมายถึง ความสามารถในการบอกสาเหตุที่แท้จริง หรือสาเหตุที่เป็นไปได้ของปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนด

ขั้นที่ 3 ขั้นค้นหาแนวทางแก้ปัญหา ตั้งสมมติฐานหรือวิธีการแก้ปัญหา หมายถึง ความสามารถในการหาวิธีการแก้ปัญหาให้ตรงกับสาเหตุของปัญหา

ขั้นที่ 4 ขั้นพิสูจน์คำตอบ ผลลัพธ์ที่ได้จากปัญหาหรือตรวจสอบผลลัพธ์ หมายถึง ความสามารถในการอภิปรายผลที่เกิดขึ้นหลังจากใช้วิธีการแก้ปัญหาว่าผลที่เกิดขึ้นจะเป็นอย่างไร

อุษณีย์ โพธิสุข (2543) กล่าวถึงขั้นตอนของกระบวนการในการแก้ปัญหาไว้ดังนี้

1. ขั้นนำเข้าสู่ปัญหา เป็นการศึกษาถึงสภาพของปัญหาว่าเป็นอย่างไร ปัญหาเกิดจากอะไรบ้างซึ่งเป็นการค้นหาปัญหาที่อาจจะเป็นไปได้ให้มากที่สุดที่คิดว่าจะสามารถเป็นไปได้

2. ขั้นวิเคราะห์ปัญหา เป็นการศึกษา วิเคราะห์ วิพากษ์ วิจารณ์ ให้รู้ถ่องแท้ว่าปัญหาที่ต้องการที่แท้จริงที่ต้องการแก้ไขคืออะไร หรืออะไรบ้างที่ไม่ใช่ปัญหาที่แท้จริง ถ้าไม่รู้จักตัวปัญหาที่แท้จริงจะทำให้การทำงานปราศจากจุดมุ่งหมาย ไม่รู้ว่าจะทำเพื่ออะไร

3. ขั้นระบุปัญหา เป็นการนำเอาปัญหาที่เป็นสาเหตุแท้จริงมาเป็นจุดสำคัญในการศึกษา

4. ขั้นกำหนดวัตถุประสงค์ เป็นการกำหนดเป้าหมายเพื่อการแก้ปัญหานั้น ๆ ว่าจะให้ผลสัมฤทธิ์ทางด้านใด เป็นปริมาณมากน้อยเพียงไร มีคุณค่าสูงต่ำเพียงไร ในการกำหนดวัตถุประสงค์นั้นจะต้องเขียนให้ชัดเจนแจ่มแจ้ง สามารถมองเห็นภาพการกระทำได้

5. ขั้นตั้งสมมติฐาน เป็นการเสนอแนวทางและวิธีการในการแก้ปัญหาให้ตรงกับสาเหตุของปัญหาที่อาจจะสามารถทำให้การแก้ปัญหานั้นสำเร็จลงไปได้

6. ขั้นทดลองหรือตรวจสอบสมมติฐาน เป็นการนำวิธีการแก้ปัญหาในขั้นตั้งสมมติฐานไปใช้ในการแก้ปัญหา

7. ขั้นสรุปผล

8. ขั้นนำไปใช้

สิริพร ทิพย์คง (2545 อ้างถึงใน อมราลักษณ์ ฤทธิเดช, 2553) กล่าวว่าการพัฒนานักเรียนให้มีทักษะกระบวนการ ครูจะต้องสร้างพื้นฐานให้นักเรียนเกิดความคุ้นเคยกับกระบวนการแก้ปัญหาซึ่งมีอยู่ 4 ขั้นตอนดังนี้

1. การทำความเข้าใจปัญหาหรือวิเคราะห์ปัญหา นักเรียนต้องแยกแยะว่าโจทย์กำหนดอะไรมาให้ โจทย์ต้องการให้หาอะไรหรือถามอะไร หรือให้พิสูจน์อะไร

2. การวางแผนแก้ปัญหาเป็นขั้นตอนสำคัญที่สุดซึ่งนักเรียนต้องอาศัยทักษะในการนำความรู้ หลักการ กฎ สูตร หรือทฤษฎีที่เรียนรู้แล้วมาใช้ เช่น การเขียนภาพลายเส้น การเขียนตาราง

ช่วยในการแก้ปัญหา บางครั้งในบางปัญหาอาจใช้ทักษะในการประมาณค่า การคาดเดาคำตอบ ประกอบด้วย

3. การดำเนินการแก้ปัญหาตามแผนที่วางไว้ซึ่งอาจใช้ทักษะการคิดคำนวณหรือการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ การพิสูจน์

4. การตรวจสอบหรือการมองย้อนกลับว่ามีวิธีการอื่นในการหาคำตอบอีกหรือไม่ ตลอดจนการพิจารณาความสมเหตุสมผลของคำตอบ

Good (1973) กล่าวโดยสรุปได้ว่า วิธีสอนนักเรียนให้รู้จักคิดแก้ปัญหาก็คือ วิธีสอนเพื่อให้นักเรียนรู้จักคิด มองหาทางแก้ปัญหาอย่างมีเหตุผลแล้วดำเนินการคิดแก้ปัญหาอย่างมีเหตุผลด้วย โดยทักษะกระบวนการแก้ปัญหาเป็นการหาทางเลือกอย่างมีระบบเพื่อตัดสินข้อสรุปของปัญหา บางครั้งการแก้ปัญหาในสิ่งที่ยากอาจจะต้องอาศัยแนวความคิดประสบการณ์ของผู้อื่นมาช่วยพิจารณาการแก้ปัญหาส่วนใหญ่แล้วจะใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์และฝึกให้นักเรียนแก้ปัญหาบ่อย ๆ จะทำให้เกิดมโนทัศน์ในเนื้อหาและผสมผสานเข้ากับสถานการณ์ได้เป็นอย่างดี ซึ่งเรียกว่า วิธีการแก้ปัญหา (Method of problem solving) หรือวิธีการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific method) ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอน ดังนี้

1. การกำหนดปัญหา
2. การตั้งสมมติฐาน
3. การทดลองและการเก็บข้อมูล
4. การวิเคราะห์ข้อมูล
5. การสรุปผล

สรุปได้ว่าแนวคิดและทฤษฎีดังกล่าวทำให้มองเห็นแนวทางและขั้นตอนที่จะนำไปใช้สอนการแก้ปัญหา ครูจะต้องสร้างพื้นฐานให้นักเรียนเกิดความคุ้นเคยกับกระบวนการแก้ปัญหา สอนเพื่อให้นักเรียนรู้จักคิด มองหาทางแก้ปัญหาอย่างมีเหตุผลแล้วดำเนินการคิดแก้ปัญหาอย่างมีเหตุผลด้วย ซึ่งการสอนการแก้ปัญหาแบบ SSCS ได้นำหลักการของทฤษฎีการประมวลผลข้อมูลที่แต่ละแบบของขั้นตอนและวิธีการในการแก้ปัญหาที่เสนอข้างต้นได้นำมาใช้เป็นกระบวนการในการสอนแก้ปัญหาแบบ SSCS

การเรียนการสอนกับความสามารถในการแก้ปัญหา

โดยส่วนใหญ่แล้วจะพบว่า นักเรียนประสบปัญหายุ่งยากมากในการคิดแก้ปัญหา นักเรียนบางคนอาจจะประสบปัญหาตั้งแต่ขั้นตอนแรก คือ ไม่ทราบว่าจะสมมติอะไร เขียนอย่างไร ขั้นตอนการเขียนสมการ เป็นขั้นตอนที่สำคัญ และยุ่งยากมากต้องอาศัยการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อเขียนสมการได้อย่างถูกต้อง ในการคิดแก้ปัญหานั้น

Helton (1958 อ้างถึงใน ชมนาด สืบศรี, 2533) ให้ความคิดเห็นว่า สิ่งสำคัญในการแก้ปัญหา คือ วิธีการ ไม่ใช่คำตอบ หลักการที่ถูกต้องจะนำไปสู่คำตอบที่ถูกต้องได้เอง และเขายังได้ให้ข้อเสนอแนะ เกี่ยวกับขั้นตอนของการคิดแก้ปัญหาไว้ดังนี้ คือ อ่านโจทย์ให้เข้าใจเพื่อหาว่าโจทย์ต้องการอะไร ต้องการให้หาตัวไม่ทราบค่าเพียงตัวเดียวหรือมากกว่านั้น กำหนดสัญลักษณ์แทนตัวไม่ทราบค่า หาความสัมพันธ์ของจำนวนต่าง ๆ ที่สอดคล้องในโจทย์ปัญหา เขียนสมการ แก้สมการให้ความหมายของคำตอบ เช่น บอกหน่วย และตรวจสอบคำตอบ

Pearson (1961 อ้างถึงใน ธนาวุฒิ ลาตวงษ์, 2548) ให้ความคิดเห็นว่า วิธีการที่จะช่วยในการคิดแก้ปัญหาได้ดีควรจะเรียนรู้ให้เข้าใจอย่างถูกต้องถึงวิธีการคิดแก้ปัญหา เรียนรู้การวิเคราะห์ปัญหาอย่างระมัดระวัง เรียนรู้ที่จะเขียนสมการจากข้อมูลที่โจทย์กำหนดมาให้ได้อย่างถูกต้อง และยังได้เน้นว่า สิ่งสำคัญที่จะต้องกระทำในการแก้ปัญหาโจทย์ปัญหา คือ การสร้างสมการและการแก้สมการ เมื่อพิจารณาการแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์ของนักเรียนโดยทั่ว ๆ ไปแล้ว จะพบว่า ลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหาที่นักเรียนคิดว่ายากที่สุด คือ การสร้างสมการให้ถูกต้อง

Dressel (1963 อ้างถึงใน ธนาวุฒิ ลาตวงษ์, 2548) ได้อธิบายว่า การแก้ปัญหาเป็นเป้าหมายสำคัญของการศึกษาในทุกสาขา เป็นส่วนหนึ่งที่มีอิทธิพลในระหว่างหลักสูตรต่าง ๆ เป็นส่วนที่สำคัญและจำเป็นสำหรับการศึกษาในโรงเรียนทั่ว ๆ ไป การแก้ปัญหาไม่ใช่เป็นส่วนหนึ่งเฉพาะการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เท่านั้น

Caroll (1956 อ้างถึงใน ธนาวุฒิ ลาตวงษ์, 2548) กล่าวไว้พอสรุปได้ว่า “ถ้านักเรียนมีคุณสมบัติในการคิดหาเหตุผลเรียนรู้วิธีการแก้ปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพ และปลูกฝังนิสัยในการไต่ถามเพื่อสืบสวนข้อเท็จจริงย่อมสามารถนำคุณสมบัติเหล่านี้ไปใช้ในการแก้ปัญหาอื่น ๆ ได้”

ดังนั้น การเรียนการสอนกับความสามารถในการแก้ปัญหา ในงานวิจัยนี้ หมายถึง วิธีการที่จะช่วยในการคิดแก้ปัญหาได้ดีควรจะเรียนรู้ให้เข้าใจอย่างถูกต้องถึงวิธีการคิดแก้ปัญหา เรียนรู้การวิเคราะห์ปัญหาอย่างระมัดระวัง ให้นักเรียนมีคุณสมบัติในการคิดหาเหตุผลเรียนรู้วิธีการแก้ปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพ และปลูกฝังนิสัยในการไต่ถามเพื่อสืบสวนข้อเท็จจริง

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

ธนาวุฒิ ลาตวงษ์ (2548) ได้กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ จึงหมายถึง ขนาดความสำเร็จที่ได้จากกระบวนการเรียนการสอนทั้งด้านพุทธิพิสัย จิตพิสัย และทักษะพิสัย ส่วนประเภทของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์นั้น นักการศึกษาได้จำแนกตามลักษณะของวัตถุประสงค์การเรียนการสอนที่แตกต่างกันไป

ศิริชัย กาญจนวาสี (2556) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่าหมายถึง ผลการเรียนรู้ตามแผนที่กำหนดไว้ล่วงหน้า อันเกิดจากกระบวนการเรียนการสอนในช่วงระยะเวลาใดเวลาหนึ่งที่ผ่านมา

ชนินทร์ชัย อินทิราภรณ์ และสุวิทย์ หิรัณยกาณฑ์ (2548) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ว่าหมายถึง ความสำเร็จที่ได้รับจากความสามารถ ความรู้และทักษะ หรือผลของการเรียนการสอน หรือผลงานที่เด็กได้จากการประกอบกิจกรรมส่วนนั้น

ราชบัณฑิตยสถาน (2555) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่าหมายถึง ผลการเรียนรู้ที่วัดหรือเทียบจากเกณฑ์ที่กำหนด โดยใช้แบบทดสอบหรือเครื่องมืออื่นที่เหมาะสมประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ดังนั้น ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ในงานวิจัยนี้ หมายถึง ผลที่ได้เช่น ความรู้และทักษะ ผลของการเรียนการสอน หรือผลงานที่นักเรียนได้จากการประกอบกิจกรรมจากการวางแผนซึ่งได้บรรลุตามเป้าหมายหรือ วัตถุประสงค์ที่วางไว้ ในช่วงระยะเวลาใดเวลาหนึ่งที่ผ่านมา

การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ตามหลักของ Klopfer (1971 อ้างถึงในพิมพันธ์ เดชคุปต์, 2545) สามารถวัดได้จากพฤติกรรม 4 ด้าน คือ ความรู้ ความเข้าใจกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

1. พฤติกรรมด้านความรู้ หมายถึง พฤติกรรมที่แสดงว่านักเรียนมีความจำเรื่องต่าง ๆ ที่ได้รับรู้จากการค้นคว้าด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากการอ่านหนังสือและการฟังคำบรรยาย เป็นต้น ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ แบ่งเป็น 9 ประเภท ได้แก่

1.1 ความจริงเดี่ยว (Fact) ความจริงเดี่ยวเป็นอนุภาคที่เล็กที่สุดของวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีอยู่แล้วในธรรมชาติ สามารถสังเกตได้โดยตรงและทดลองแล้วได้ผลเหมือนเดิมทุกครั้ง เช่น แมลงมี 6 ขา กรดมีรสเปรี้ยว เป็นต้น

1.2 ความรู้เกี่ยวกับมโนทัศน์ (Concept) มโนทัศน์ คือ การนำความจริงหลาย ๆ อันที่มีลักษณะอันเกี่ยวข้องกันมาผสมผสานเป็นรูปแบบใหม่ที่เรียกว่า ความคิดรวบยอด เช่น มโนทัศน์ของความหนาแน่นของสสาร การเจริญเติบโต การแพร่ เป็นต้น

1.3 ความรู้เกี่ยวกับหลักการและกฎเกณฑ์ (Principal and law) หลักการเป็นความจริงที่ใช้เป็นหลักในการอ้างอิง ได้มาจากการนำมโนทัศน์หลาย ๆ มโนทัศน์ที่มีความเกี่ยวข้องกันมาผสมผสานเป็นรูปแบบใหม่ ที่เรียกว่า หลักการกฎวิทยาศาสตร์ เช่น กฎของอาร์คีเมดีส กฎของเมนเดล เป็นต้น

1.4 ความรู้เกี่ยวกับข้อตกลง (Assumption) ข้อตกลง หมายถึง ข้อตกลงร่วมกันของนักวิทยาศาสตร์ ในการใช้อักษรย่อและเครื่องหมายต่าง ๆ แทนคำพูดเฉพาะ

1.5 ความรู้เกี่ยวกับลำดับขั้นตอนของปรากฏการณ์ต่าง ๆ ปรากฏการณ์ธรรมชาติบางอย่างมีการหมุนเวียนเป็นวัฏจักร เป็นวงชีวิต ซึ่งสามารถบอกลำดับขั้นตอนของปรากฏการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง เช่น วัฏจักรของน้ำ วัฏจักรของก๊าซไนโตรเจน วงจรชีวิตของผึ้ง วงจรชีวิตของแมลงหวี่ เป็นต้น

1.6 ความรู้เกี่ยวกับหลักเกณฑ์ในการแบ่งประเภทสิ่งของต่าง ๆ ในการแบ่งสิ่งของต่าง ๆ ออกเป็นประเภท ต้องมีเกณฑ์มาตรฐานในการแบ่ง ดังนั้นนักเรียนต้องรู้เกณฑ์เพื่อใช้ในการจดจำพวกสิ่งต่าง ๆ เช่น การใช้เกณฑ์ของสิ่งมีชีวิตแบ่งสิ่งมีชีวิต เป็น โปรตีสต์ พืช สัตว์ หรือการใช้เกณฑ์เกี่ยวกับวิวัฒนาการของการเกิดแบ่งสิ่งมีชีวิตเป็นสิ่งมีชีวิตชั้นต่ำ สิ่งมีชีวิตชั้นสูง เป็นต้น

1.7 ความรู้เกี่ยวกับเทคนิคและกรรมวิธีทางวิทยาศาสตร์เทคนิคและกรรมวิธีทางวิทยาศาสตร์มีมากมายหลายวิธีที่นักวิทยาศาสตร์ทั้งหลายใช้อยู่ เช่น วิธีหาความถ่วงจำเพาะของปรอท วิธีการศึกษาการเจริญเติบโตของเซลล์และการแบ่งเซลล์ เป็นต้น กรรมวิธีทางวิทยาศาสตร์เน้นเฉพาะที่จะบอกถึงนักเรียนเท่านั้น และความรู้ที่ได้จากการอ่านหนังสือหรือการบอกเล่าของครูนั้นไม่ใช่ความรู้ที่ได้จากกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

1.8 ความรู้เกี่ยวกับศัพท์วิทยาศาสตร์ศัพท์วิทยาศาสตร์ซึ่งว่าด้วยนิยามต่าง ๆ และการใช้ศัพท์เฉพาะทางวิทยาศาสตร์

1.9 ความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีทฤษฎี หมายถึง ข้อความที่ใช้อธิบายและพยากรณ์ปรากฏการณ์ต่าง ๆ เช่น ทฤษฎีสัมพันธภาพ ทฤษฎีวิวัฒนาการ เป็นต้น

2. พฤติกรรมด้านความเข้าใจ หมายถึง พฤติกรรมที่นักเรียนใช้ความคิดที่สูงกว่าความรู้ความจำซึ่งแบ่งเป็น 2 ประเภท ดังนี้

2.1 ความเข้าใจข้อเท็จจริง วิธีการ กฎเกณฑ์ หลักการ และทฤษฎีต่าง ๆ คือเป็นการบรรยายในรูปแบบใหม่ที่แตกต่างไปจากที่เคยเรียน เช่น นักเรียนเคยเรียนรู้วัฏจักรของการเจริญเติบโตของพืช โดยเริ่มจากเมล็ด ต่อมางอกเป็นลำต้นตามลำดับ แล้วกลายเป็นเมล็ดอีกครั้งหนึ่ง หลังจากนั้นให้ข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนสถานะของน้ำในแหล่งน้ำเกิดการระเหย การเกิดเมฆและฝน เป็นต้น นักเรียนสามารถบอกได้ว่า การหมุนเวียนเปลี่ยนแปลงของน้ำอยู่ในรูปวัฏจักร เป็นต้น

2.2 ความเข้าใจเกี่ยวกับการแปลความหมายของข้อเท็จจริง คำศัพท์ มโนทัศน์ หลักการ และทฤษฎีที่อยู่ในรูปของสัญลักษณ์หนึ่งไปยังอีกรูปของสัญลักษณ์อื่นได้ เช่นในการศึกษาเรื่องแรง ถ้าครูกำหนดโจทย์ว่า “ม้าตัวหนึ่งลากรถไปตามถนนที่ขรุขระ” นักเรียนสามารถแปล

ความหมายเป็นรูปเวกเตอร์ของแรงได้ หรือกำหนดสมการแสดงปฏิกิริยาเคมีมาให้นักเรียนเปลี่ยนเป็นคำพูดได้

3. พฤติกรรมด้านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมที่นักเรียนแสวงหาความรู้ และแก้ปัญหาด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งการดำเนินการต้องอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์วิธีการทางวิทยาศาสตร์เป็นวิธีการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการแสวงหาความรู้แก้ปัญหาต่าง ๆ โดยมีขั้นตอนของการระบุปัญหา ตั้งสมมติฐาน ทำการทดลอง สังเกตขณะทดลอง รวบรวมและวิเคราะห์ตรวจสอบข้อมูล และสรุปผลการทดลอง การดำเนินการแก้ปัญหาโดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์นั้น นักเรียนต้องใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแสวงหาความรู้ ซึ่งคณะกรรมาการสาขาวิทยาศาสตร์ศึกษาของสมาคมอเมริกันเพื่อความก้าวหน้าของสหรัฐอเมริกา (The American association for the advancement of acience: AAAS) ได้แบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ ดังนี้

3.1 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ประกอบด้วยทักษะสำคัญ 8 ทักษะ คือ ทักษะการสังเกต ทักษะการวัด ทักษะการใช้ตัวเลขจำนวน ทักษะการจำแนกประเภท ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส และสเปนกับเวลา ทักษะการลงความเห็นข้อมูล ทักษะการจัดกระทำและการสื่อความหมายข้อมูล และทักษะการทำนาย

3.2 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสม ประกอบด้วยทักษะสำคัญ 5 ทักษะ คือ ทักษะการกำหนดและการควบคุมตัวแปร ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ทักษะการทดลอง และทักษะการตีความหมายข้อมูลละลงข้อสรุป

4. พฤติกรรมด้านการนำความรู้ไปใช้ หมายถึง พฤติกรรมที่นักเรียนนำความรู้ มโนทัศน์ หลักการ กฎ ทฤษฎี ตลอดจนวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ โดยสามารถแก้ปัญหาได้อย่างน้อย 3 ประการ คือ

4.1 แก้ปัญหาที่เป็นเรื่องวิทยาศาสตร์ในสาขาเดียวกัน ส่วนมาเป็นสถานการณ์ทั่ว ๆ ไป ในชั้นเรียนที่นักเรียนต้องนำความรู้หรือทักษะที่ได้รับการจากเรียนไปใช้ในการแก้ปัญหาเรื่องอื่นที่มีอยู่ในเรื่องเดียวกัน

4.2 แก้ปัญหาที่เป็นเรื่องวิทยาศาสตร์ในสาขาอื่น ซึ่งเป็นปัญหาเดียวกันแต่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ 2 สาขาขึ้นไป เช่น คำถามว่า “ถ้ำหินปูนเกิดขึ้นได้อย่างไร” จะเห็นได้ว่าปัญหานี้เกี่ยวข้องกับวิชาฟิสิกส์และวิชาเคมี เป็นต้น

4.3 แก้ปัญหาที่นอกเหนือจากเรื่องของวิทยาศาสตร์ ปัญหาที่นอกเหนือจากเรื่องของวิทยาศาสตร์นี้ หมายความถึงเรื่องของเทคโนโลยี ตัวอย่างเช่น คำถามที่แสดงการนำไปใช้ในการแก้ปัญหาทางด้านเทคโนโลยี ได้แก่ “ทำอย่างไรจึงจะสามารถเพิ่มผลผลิตข้าวโพดจากฟาร์มได้” “ถ้ารถบรรทุกขนาด 10 ตัน แล่นข้ามสะพานไป จะทำให้สะพานนี้พังหรือไม่” เป็นต้น

การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามหลักของ Bloom (1956) ได้จำแนกประเภทของวัตถุประสงค์ทางการศึกษาออกเป็น 3 ด้าน ได้แก่ ด้านพุทธิพิสัย ด้านเจตพิสัย และด้านทักษะพิสัย

1. พุทธิพิสัย เป็นวัตถุประสงค์ทางการศึกษาที่เกี่ยวกับความรู้ ความเข้าใจ การใช้ความคิด เป็นการเรียนรู้ทางด้านสติปัญญา การเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัยแบ่งเป็น 6 ขั้น ซึ่งเรียงลำดับจากขั้นต่ำไปสู่ขั้นสูง ดังนี้

1.1 ความรู้ เป็นความสามารถในการรับรู้และจำเรื่องต่าง ๆ อาจจำแนกย่อยได้เป็น ความรู้เกี่ยวกับคำศัพท์หรือคำเฉพาะ ความรู้เกี่ยวกับข้อเท็จจริง ความรู้ในแบบแผนข้อตกลง ลำดับขั้นตอนและแนวโน้ม การจัดประเภท เกณฑ์ และเทคนิควิธีการ

1.2 ความเข้าใจ เป็นความสามารถในการแปลความ การตีความ การขยายความ สรุปอ้างอิง อธิบาย บรรยายในเรื่องราวและเหตุการณ์ต่าง ๆ

1.3 การนำไปใช้ เป็นความสามารถในการนำหลักการ กฎเกณฑ์ ไปใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ได้

1.4 การวิเคราะห์ เป็นความสามารถในการแยกแยะความรู้ต่าง ๆ เป็นการหาองค์ประกอบย่อย จนกระทั่งมองเห็นความสำคัญ และหาความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ข้อมูลย่อย ๆ เหล่านั้น และหาหลักการของความรู้นั้นได้

1.5 การสังเคราะห์ เป็นความสามารถในการผสมผสานส่วนย่อยเข้าเป็นเรื่องราวเดียวกัน การสังเคราะห์แบ่งออกได้เป็น การสังเคราะห์เป็นแผนงานหรือกิจกรรมที่จะปฏิบัติ การสังเคราะห์เป็นนามธรรม หรือการสร้างหลักการ ทฤษฎีต่าง ๆ

1.6 การประเมินค่า เป็นความสามารถในการวินิจฉัยหรือตัดสินเกี่ยวกับคุณค่าของการกระทำสิ่งหนึ่งสิ่งใดลงไป โดยยึดถือเกณฑ์เป็นหลัก

2. เจตพิสัย เป็นวัตถุประสงค์ทางการศึกษาที่เกี่ยวกับความสนใจ เจตคติ คุณธรรม หรือค่านิยม ความซาบซึ้ง ซึ่งเป็นการเรียนรู้ทางด้านความรู้สึก การเรียนรู้ด้านเจตพิสัยแบ่งเป็น 5 ขั้นตอน ซึ่งเรียงลำดับจากขั้นต่ำไปสู่ขั้นสูง ดังนี้

2.1 การรับรู้สิ่งเร้า คือ การที่นักเรียนได้รับประสบการณ์จากสภาพแวดล้อมต่าง ๆ แล้วเกิดความสนใจและรับรู้สิ่งแวดล้อมนั้น โดยที่นักเรียนมีความรู้ตัว ตั้งใจ รับรู้ หรือตั้งใจที่ถูกควบคุมให้รับรู้

2.2 การตอบสนอง เมื่อนักเรียนได้รับรู้สิ่งแวดล้อม นักเรียนเริ่มมีปฏิกิริยาโต้ตอบกับสิ่งแวดล้อมที่รับเข้ามา มีความตั้งใจที่จะตอบสนอง มีความพึงพอใจในการตอบสนองต่อสิ่งแวดล้อมนั้น

2.3 การสร้างค่านิยม เมื่อนักเรียนได้รับรู้และมีปฏิกิริยาโต้ตอบแล้ว ต่อมาเป็นการสร้างค่านิยม คือ การยอมรับคุณค่าของสิ่งนั้น มีความพึงพอใจในคุณค่าของสิ่งนั้น และมีความแน่ใจผูกพันในค่านิยมนั้น

2.4 การจัดระบบค่านิยม เมื่อนักเรียนได้สร้างค่านิยมแล้ว นักเรียนจะพิจารณาจัดรวบรวมค่านิยมเหล่านั้นที่มีความสัมพันธ์กันเป็นหมวดหมู่เดียวกัน และจัดเป็นระบบค่านิยม

2.5 การสร้างลักษณะนิสัยตามค่านิยม เป็นการผสมผสานค่านิยมที่สร้างขึ้นจนเป็นลักษณะนิสัยเฉพาะของแต่ละบุคคลจนกลายเป็นความประพฤติ บุคลิกภาพ อุดมคติของชีวิต

3. ทักษะพิสัย เป็นวัตถุประสงค์ทางการศึกษาที่เกี่ยวกับการกระทำอย่างมีทักษะในการดำเนินการเกี่ยวกับเรื่องต่าง ๆ มีความสามารถในการใช้อวัยวะต่าง ๆ ของร่างกายปฏิบัติงาน การเรียนรู้ด้านการปฏิบัติแบ่งออกเป็น 7 ขั้น ซึ่งเรียงลำดับจากขั้นต่ำไปสู่ขั้นสูงดังนี้

3.1 การรับรู้ เป็นขั้นแรกของการเริ่มกิจกรรมใดก็ตาม เป็นการรับรู้โดยการกระตุ้นต่อโสตประสาทความรู้สึกอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง ได้แก่ การได้ยินทางหู การเกิดภาพในสมองทางตา การสัมผัสทางมือ การกระตุ้นให้ได้รสทางลิ้น การกระตุ้นให้ได้กลิ่นทางจมูก การกระตุ้นทางกล้ามเนื้อ และเป็นการตัดสินว่าจะเลือกสิ่งเร้าใดที่จะตอบสนอง เป็นการแปลความเกี่ยวข้องของสิ่งเร้าและแสดงอาการตอบสนอง

3.2 การเตรียมพร้อมปฏิบัติ เป็นการเตรียมการปรับตัวทั้งทางร่างกาย สมองและอารมณ์ให้พร้อมที่จะทำการอย่างใดอย่างหนึ่ง การพร้อมทางสมองเป็นการพร้อมในเชิงความคิดที่ต้องมีมาก่อน อาศัยความรู้ที่มีมาก่อนประกอบด้วยการพร้อมทางร่างกาย เป็นการจัดท่าของร่างกายให้พร้อม และการพร้อมทางอารมณ์เป็นการปรับเจตคติให้เกิดความตั้งใจตอบสนอง

3.3 การตอบสนองตามแนวทางที่ให้เป็นการแสดงพฤติกรรมของนักเรียนแต่ละคนภายใต้คำแนะนำของครู จำแนกเป็นการเลียนแบบและการลองผิดลองถูก การเลียนแบบเป็นการตอบสนองตามแบบที่ให้ เช่น การแสดงให้ดูแล้วให้ทำตาม การลองผิดลองถูกเป็นความพยายามที่จะตอบสนองในรูปแบบต่าง ๆ

3.4 กลไกในการปฏิบัติ เป็นการสร้างระบบ วิธีการ จากประสบการณ์ความรู้ที่สะสมไว้ เป็นการแสดงออกที่เกิดจากการเรียนรู้จนเป็นนิสัย นักเรียนมีความมั่นใจและมีความชำนาญพอที่จะปฏิบัติงานนั้น ๆ ได้

3.5 การตอบสนองที่ซับซ้อน เป็นการแสดงออกที่อาศัยทักษะมาก เพื่อให้สามารถแสดงออกอย่างราบรื่นและมีประสิทธิภาพ เป็นการตอบสนองโดยไม่ลังเลใจแบบอัตโนมัติ คือ ใช้เวลาและพลังงานน้อยที่สุด

3.6 การดัดแปลงให้เหมาะสม เป็นการเปลี่ยนแปลงกิจกรรมการเคลื่อนไหวทางร่างกาย ทางสมอง ให้สอดคล้องกับความต้องการในปัญหาแบบใหม่

3.7 การริเริ่มสิ่งใหม่ เป็นการริเริ่มรูปแบบการเคลื่อนไหวใหม่ ๆ ที่เหมาะกับสถานการณ์เฉพาะอย่างหรือปัญหาเฉพาะอย่างโดยไม่เคยทำมาก่อน

ในงานวิจัยนี้ การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ยึดตามการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของ Bloom โดยวัดด้านพุทธิพิสัย (ด้านความรู้) 6 ด้าน คือ ด้านความรู้ความจำ ด้านความเข้าใจ ด้านการนำไปใช้ ด้านการวิเคราะห์ ด้านการสังเคราะห์ และการประเมินค่า เนื่องจากการจำแนกวัตถุประสงค์ทางการศึกษาของ Bloom ในด้านพุทธิพิสัยได้แบ่งเป็นด้านที่ชัดเจน และสอดคล้องและเหมาะสมกับช่วงชั้นมัธยมปลาย ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 วิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์ที่เน้นและต้องการที่จะวัดให้ถึงขั้นสูงสุดคือขั้นของการประเมินค่า

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

สมนึก ภัททิยธานี (2549) ได้กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Achievement test) หมายถึง แบบทดสอบที่วัดสมรรถภาพสมองด้านต่าง ๆ ที่นักเรียนได้รับรู้ผ่านมาแล้วว่ามีอยู่เท่าใด แบบทดสอบแบ่งออกเป็น 2 ชนิด

1. แบบทดสอบที่ครูสร้าง (Teacher made test) หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนเฉพาะกลุ่มที่ทำการสอน จะไม่นำไปใช้กับนักเรียนกลุ่มอื่นเป็นแบบทดสอบที่ใช้กันทั่วไปในโรงเรียน

2. แบบทดสอบมาตรฐาน (Standardized test) หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดผลสัมฤทธิ์เช่นเดียวกับแบบทดสอบที่ครูสร้าง แต่มีจุดมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบคุณภาพต่าง ๆ ของนักเรียนที่ต่างกลุ่มกัน เช่น เปรียบเทียบคุณภาพของนักเรียนในโรงเรียนแห่งหนึ่งกับนักเรียนกลุ่มอื่น ๆ ทั่วประเทศ (แบบทดสอบมาตรฐานระดับชาติ) หรือกับนักเรียนกลุ่มอื่น ๆ ทั่วจังหวัด (แบบทดสอบมาตรฐานระดับจังหวัด) เป็นต้น

ข้อคำถามของแบบทดสอบมาตรฐานจะมีลักษณะเช่นเดียวกับแบบทดสอบที่ครูสร้าง แต่มีความแตกต่างกันคือแบบทดสอบมาตรฐานต้องมีการกำหนดมาตรฐานในการดำเนินการสอบและการตรวจให้คะแนนเป็นอย่างเดียวกัน แต่มีความแตกต่างอย่างชัดเจนนั้นคือ มีเกณฑ์ปกติ (Norms) สำหรับเป็นมาตรฐานในการเปรียบเทียบ

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2548) ได้ให้ความหมายของ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ว่าหมายถึง แบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ ทักษะและความสามารถทางวิชาการที่นักเรียนได้เรียนรู้มาแล้วว่าบรรลุผลสำเร็จตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้เพียงใด

ชนินทร์ชัย อินทิราภรณ์ และสุวิทย์ หิรัณยกาณฑ์ (2548) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ว่าหมายถึง แบบที่จัดไว้เพื่อทดสอบความรู้ ทักษะ ทัศนคติ และความสามารถอื่น

ชวาล แพรัตนกุล (2552) ได้ให้ความหมายของ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ หมายถึง แบบทดสอบที่วัดความรู้ ทักษะ และสมรรถภาพสมองด้านต่าง ๆ ที่เด็กได้รับจากประสบการณ์ทั้งปวง ทั้งจากทางโรงเรียนและทางบ้าน

ดังนั้น แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ในงานวิจัยครั้งนี้ หมายถึง แบบที่จัดไว้เพื่อทดสอบความรู้ แบบทดสอบที่ครูสร้าง มุ่งวัดผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนเฉพาะกลุ่มที่ทำการสอน

เจตคติต่อวิชาเคมี

ความหมายของเจตคติต่อวิชาเคมี

เจตคติเป็นความรู้สึกของคนที่แสดงออกในวาระและโอกาสต่าง ๆ ซึ่งมีนักการศึกษาและนักวิชาการได้ให้ความหมายของเจตคติไว้ดังนี้

Allport (1935 อ้างถึงใน ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543) ได้นิยามความหมายของเจตคติไว้ว่า สภาพความพร้อมของจิต ซึ่งเกิดขึ้นโดยประสบกาณ์ สถาพความพร้อมเป็นแรงพยายามที่จะกำหนดทิศทาง หรือ ปฏิกิริยาต่อบุคคล สิ่งของ หรือสถานการณ์ที่เกี่ยวข้อง

Thurestone (1946 อ้างถึงใน ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543) มองเจตคติไว้ว่าเป็นระดับความมากน้อยของความรู้สึกในด้านบวกหรือลบที่มีต่อสิ่งหนึ่งซึ่งอาจจะเป็นอะไรก็ได้ เป็นต้นว่าสิ่งของ บุคคล บทความ องค์การ ความคิด ฯลฯ ความรู้สึกเหล่านี้ แสดงให้เห็นความแตกต่างว่าเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วย

Good (1973) ให้ความหมายของเจตคติไว้ว่า แนวโน้มที่ตอบสนองต่อวัตถุ สถานการณ์หรือค่านิยมอย่างใดอย่างหนึ่ง ประกอบด้วยความรู้สึกและอารมณ์ เจตคติไม่สามารถสังเกตได้โดยตรงแต่ต้องอ้างอิงพฤติกรรมที่เปิดเผยที่แสดงออกโดยใช้ภาษาและท่าทาง

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2552) ได้กล่าวว่าเจตคติเป็นจิตสำนึกของบุคคลที่ก่อให้เกิดลักษณะนิสัยหรือความรู้ทางจิตใจ การเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนควรได้รับการประเมินเจตคติ 2 ส่วน คือ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ด้วยการสังเกตพฤติกรรม หรือคุณลักษณะของนักเรียนที่ใช้ระยะเวลานานพอสมควรและมีการประเมินอย่างสม่ำเสมอ โดยทั่วไปพฤติกรรมการแสดงออกของนักเรียนด้านเจตคติมีการพัฒนาอย่างเป็นขั้นเป็นตอน ดังนี้

ตารางที่ 2-6 ความสัมพันธ์ของเจตคติ และพฤติกรรมการแสดงออกของ Krathwohl, Bloom, and Masia (1973)

เจตคติ	พฤติกรรมการแสดงออก
1. การรับรู้	1. สนใจและรับรู้สนเทศ หรือสิ่งเร้าด้วยความตั้งใจ
2. ตอบสนอง	2. ตอบสนองต่อข้อสนเทศ หรือสิ่งเร้าอย่างกระตือรือร้น
3. เห็นคุณค่า	3. แสดงความรู้สึกชอบ และมีความเชื่อเกี่ยวกับคุณค่าของเรื่องที่เรียนรู้
4. จัดระบบ	4. จัดระบบ จัดลำดับ เปรียบเทียบและบูรณาการเจตคติกับคุณค่าเพื่อนำไปใช้ได้
5. สร้างคุณลักษณะ	5. เลือกปฏิบัติหรือไม่ปฏิบัติในสิ่งต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2543) กล่าวว่า เจตคติหรือทัศนคติเป็นความรู้สึกศรัทธาต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง จนเกิดความพร้อมที่จะแสดงการกระทำออกมา ซึ่งอาจจะไปในทางที่ดีหรือไม่ดีก็ได้ เจตคติยังไม่เป็นพฤติกรรมแต่เป็นตัวการที่จะทำให้เกิดพฤติกรรม ดังนั้น เจตคติจึงเป็นคุณลักษณะของความรู้สึกที่ซ่อนเร้นอยู่ภายในใจ

สรุปได้ว่า เจตคติต่อวิชาเคมี หมายถึง ความรู้สึกของบุคคลเมื่อได้รับประสบการณ์ต่าง ๆ ทั้งนามธรรมและรูปธรรม ทำให้เกิดความรู้สึกตอบสนองด้วยอาการเต็มใจหรือไม่เต็มใจที่จะทำสิ่งนั้น ๆ และพร้อมที่จะแสดงออกมาเป็นความคิดเห็น หรือพฤติกรรมที่แสดงออกมาต่าง ๆ โดยเกิดขึ้นเมื่อมีการเรียนการสอนในวิชาเคมี

องค์ประกอบของเจตคติ

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2543) ได้กล่าวว่าแนวคิดของนักจิตวิทยาเกี่ยวกับองค์ประกอบของเจตคติ มีแนวคิดต่างกันอยู่ 3 กลุ่ม ดังนี้

1. เจตคติ 2 องค์ประกอบ ได้แก่ ด้านสติปัญญา (Cognitive) และด้านความรู้สึก (Affective)

2. เจตคติ 3 องค์ประกอบ ได้แก่ ด้านสติปัญญา (Cognitive component) ประกอบด้วยความรู้สึก และความเชื่อที่ผู้นั้นมีต่อเป้าเจตคติ ด้านความรู้สึก (Affective component) หมายถึง

ความรู้สึกหรืออารมณ์ของบุคคลใดบุคคลหนึ่งที่มีต่อเป้าเจตคติว่าชอบหรือไม่ชอบสิ่งนั้น หลังจากสัมผัสและรับรู้เป้าของเจตคติแล้วสามารถแสดงความรู้สึก ด้านพฤติกรรม (Behavioral component) เป็นแนวโน้มของการกระทำหรือแสดงพฤติกรรม

ศักดิ์ไทย สุรกิจบวร (2545) กล่าวว่า องค์ประกอบของเจตคติที่เกี่ยวข้องสัมพันธ์กันอยู่มี 3 องค์ประกอบ ดังนี้

1. องค์ประกอบเกี่ยวกับการรับรู้ การคิด (Cognitive component) ได้แก่ ความคิด ความเชื่อที่คนมีต่อสิ่งเร้า รู้ทางดีและไม่ดี หรือทางบวก หรือทางลบ

2. องค์ประกอบเกี่ยวกับความรู้สึก (Affective component) เป็นองค์ประกอบทางอารมณ์ความรู้สึก ที่มีต่อสิ่งเร้าเมื่อเกิดความรู้ การคิดต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งแล้วจะทำให้เราเกิดความรู้สึกทางดีไม่ดี

3. องค์ประกอบเกี่ยวกับแนวกระทำ (Active tendency component) เป็นความพร้อมที่จะตอบสนองต่อสิ่งนั้น ๆ ในทางใดทางหนึ่งคือ ความพร้อมที่จะสนับสนุนช่วยเหลือ หรือทำลายล้าง

จากแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับองค์ประกอบของเจตคติ สรุปได้ว่า เจตคติมีองค์ประกอบด้านปัญญา องค์ประกอบด้านความรู้สึก และองค์ประกอบด้านพฤติกรรม ซึ่งองค์ประกอบทั้งสามด้านนี้มีความสัมพันธ์กัน เพราะเมื่อมีความรู้ ความคิด หรือความเชื่อแล้ว จะสามารถทำให้เกิดความรู้สึก หรืออารมณ์ขึ้นได้ จึงส่งผลให้เกิดการแสดงออกทางด้านของพฤติกรรมในที่สุด

แบบวัดเจตคติต่อวิชาเคมี

Oskamp (1977 อ้างถึงใน ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543) กล่าวถึงวิธีการศึกษาเจตคติ ทำได้หลายวิธี ดังนี้

1. ศึกษาโดยวิธีการพรรณา (Description) สามารถศึกษาเป็นกลุ่มเดี่ยว ๆ หรือกลุ่มที่น่าสนใจ เช่น เด็กหนีเรียน เด็กปัญญาอ่อน เป็นต้น การศึกษาแบบนี้ใช้วิธีการสังเกต และสัมภาษณ์แล้วอธิบายข้อเท็จจริงที่ได้พบเห็น

2. ศึกษาโดยวิธีการวัด (Measurement) วิธีการวัดถือเป็นแบบมาตรฐาน คือ วิธีของเทอร์สโตน ลิเคอร์ท กัตแมน และออสกูด

3. ศึกษาโดยวิธีโหวตเสียง (Polls) การศึกษาแบบนี้โดยมากเพื่อแสวงหาความคิดเห็นของประชาชน แต่ขณะเดียวกันก็สามารถศึกษาเจตคติในกลุ่มใหญ่ได้

4. ศึกษาโดยวิธีการทางทฤษฎี (Theories) เป็นการศึกษาโดยนักทฤษฎี และต้องแสดงให้เห็นความถูกต้องผ่านการทดลอง

5. ศึกษาโดยวิธีการทดลอง การทดลองเป็นการจัดกระทำสถานการณ์หนึ่ง โดยทั่วไปจะมีตัวแปรควบคุมให้มีสภาพเหมือนเดิมกับตัวแปรทดลองที่จัดกระทำอะไรบางประการ แล้วนำมาเปรียบเทียบกันดูว่าจะมีผลอะไรเกิดขึ้นจากตัวแปรทดลองหรือไม่ นักทดลองทางเจตคติเน้นการค้นคว้าองค์ประกอบที่สามารถทำให้เจตคติเปลี่ยนแปลง และทดสอบสมมติฐานของนักทฤษฎีทางเจตคติ ซึ่งเกี่ยวข้องกับการสอบวัดหลายวิธี เนื้อหาที่ทำการทดลองมักจะเน้นความสำคัญของเจตคติต่อสังคม

รวีวรรณ อังคนุรักษ์พันธุ์ (2533) สรุปไว้ว่า การวัดเจตคติเป็นสิ่งที่วัดได้ยาก ไม่สามารถสังเกตเห็นได้โดยตรงแต่จะสังเกตจากสิ่งที่แสดงออกในรูปของการตอบสนอง ซึ่งอาจเป็นถ้อยคำหรือพฤติกรรมโดยสามารถตรวจสอบด้วยวิธีต่าง ๆ ดังนี้

1. การสังเกต (Observation) เป็นการศึกษาคุณลักษณะ และพฤติกรรมของบุคคลรวมถึงปรากฏการณ์ต่าง ๆ เกิดขึ้นเพื่อค้นหาความจริงโดยอาศัยประสาทสัมผัสทั้ง 5 ของผู้สังเกตโดยตรง ทำให้ได้ข้อมูลแบบปฐมภูมิ ซึ่งพฤติกรรมต่าง ๆ ของบุคคลนั้นจะสะท้อนให้เห็นถึงเจตคติของบุคคลนั้น ๆ ได้เป็นอย่างดี

2. การสัมภาษณ์ (Interview) เป็นการสนทนา หรือพูดคุยกันอย่างมีจุดมุ่งหมาย เพื่อให้ได้ข้อมูลตามที่วางแผนไว้ล่วงหน้า การสัมภาษณ์ประกอบด้วยผู้สัมภาษณ์ (Interviewer) และผู้ถูกสัมภาษณ์ (Interviewee) ในด้านปฏิภาณไหวพริบ ท่วงทีวาจาและนิสัยใจคอ

3. การใช้แบบวัดเจตคติโดยตรง หรือมาตราส่วนวัดเจตคติ (Attitude scales) ที่นิยมใช้กันแพร่หลาย คือ แบบวัดเจตคติของลิเคอร์ท (The Likert technique) และแบบวัดเจตคติของเทอร์สโตนน (The Thurstone method)

4. การรายงานตนเอง (Self-report) เป็นการให้เจ้าตัวรายงานความรู้สึกที่มีต่อเรื่องราวหรือเหตุการณ์นั้นออกมาว่า ชอบ-ไม่ชอบอย่างไร ด้วยการพูดหรือเขียนบรรยายความรู้สึกของตนเองจากประสบการณ์ที่ผ่านมา

5. โปรเจคทีฟเทคนิค (Projective technique) เป็นการใช้สิ่งเร้าที่มีลักษณะไม่ค่อยชัดเจนกระตุ้นให้บุคคลระบายความรู้สึกออกมา เพื่อจะได้สังเกตดูว่ามีความรู้สึกอย่างไร ซึ่งความรู้สึกของแต่ละบุคคลนั้นที่มีต่อสิ่งของเดียวกันอาจแตกต่างกัน

6. สังคมมิติ (Sociometry) เป็นวิธีการแสดงให้เห็นความสัมพันธ์ทางสังคมของบุคคลที่อยู่ร่วมกันเป็นหมู่คณะ โดยให้บุคคลอื่นประเมินค่าตัวเรา และตัวเราประเมินค่าบุคคลอื่น

จากการศึกษา สรุปได้ว่า การวัดเจตคติต่อวิชาเคมีสามารถทำได้หลายวิธีและจะช่วยให้มาได้ซึ่งข้อมูลที่นำไปพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ กระบวนการของครู รวมทั้งวิธีการวัดและประเมินผลให้เหมาะสมกับนักเรียน รวมทั้งเจตคติต่อวิชาเคมียังมีผลสำคัญต่อผลสัมฤทธิ์

ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนอีกด้วย โดยงานวิจัยนี้เลือกวิธีการใช้แบบวัดเจตคติโดยตรง หรือมาตราส่วนวัดเจตคติ (Attitude scales) ที่นิยมใช้กันแพร่หลาย คือแบบวัดเจตคติของลิเคอร์ท (The Likert technique) เนื่องจากมีความชัดเจน และแสดงผลออกมาในเชิงปริมาณ ซึ่งสามารถใช้เปรียบเทียบข้อมูลได้

การวิจัยปฏิบัติการ

ความหมายการวิจัยปฏิบัติการ

Kemmis and McTaggart (1988 อ้างถึงใน วีระยุทธ ชาตะกาญจน์, 2557) กล่าวว่าการวิจัยเชิงปฏิบัติการเป็นรูปแบบหนึ่งของการวิจัยที่ไม่ได้แตกต่างไปจากการวิจัยอื่น ๆ ในเชิงเทคนิค แต่แตกต่างในด้านวิธีการ ซึ่งวิธีการของการวิจัยเชิงปฏิบัติการคือการทำงานที่เป็นการสะท้อนผลการปฏิบัติงานของตนเองที่เป็นวงจรแบบขดลวด (Spiral of self-reflecting) โดยเริ่มต้นที่ขั้นตอนการวางแผน (Planning) การปฏิบัติ (Action) การสังเกต (Observing) และการสะท้อนกลับ (Reflecting) เป็นการวิจัยที่จำเป็นต้องอาศัยผู้มีส่วนร่วมในกระบวนการสะท้อนกลับเกี่ยวกับการปฏิบัติเพื่อให้เกิดการพัฒนาปรับปรุงการทำงานให้ดีขึ้น

เป็นงานวิจัยประเภทหนึ่งซึ่งหมายถึงกระบวนการศึกษาและ ตรวจสอบเพื่อการค้นพบแล้วนำผลการวิจัยไปใช้แก้ปัญหานั้นและในเวลานั้นเท่านั้น อาจไม่เกิดประโยชน์ต่อปัญหาอื่นก็ได้ และสามารถกระทำกับรายบุคคลหรือกลุ่มบุคคลได้ (นพเก้า ณ พัทลุง, 2551)

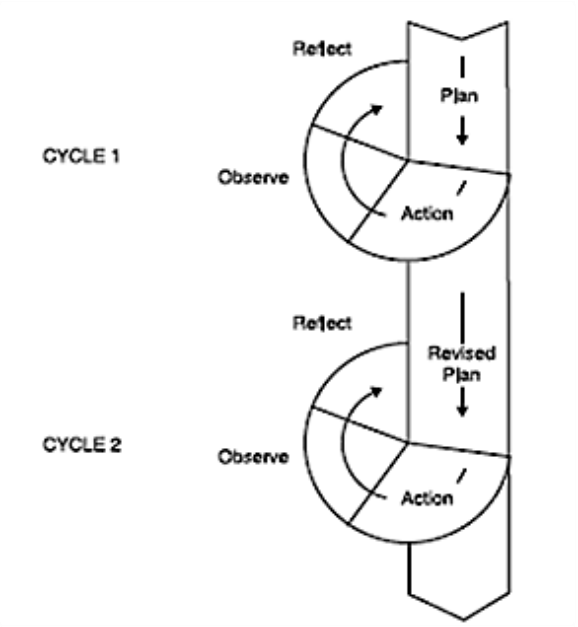
งานวิจัยเชิงปฏิบัติการ เป็นระเบียบวิธีที่มีการเน้นในการพัฒนาสภาพและการปฏิบัติ ณ สถานการณ์ของห้องเรียนนั้น ๆ ประกอบด้วยการทดสอบสภาพของการใช้ในห้องเรียน และผลที่ได้จากการลงมือปฏิบัติที่แตกต่าง โดยทำการวิจัยเป็นแบบเกลียวที่จะมีการลงมือปฏิบัติ และการพัฒนาอยู่เสมอ อีกทั้งยังงานวิจัยเชิงปฏิบัติการมีการมุ่งเน้นให้ครูมีปฏิสัมพันธ์กับกลุ่มนักเรียนที่สนใจในการวิจัยโดยตรง

กระบวนการดำเนินการวิจัยเชิงปฏิบัติการ

Kemmis and McTaggart (1988 อ้างถึงใน วีระยุทธ ชาตะกาญจน์, 2557) ได้เสนอกระบวนการดำเนินการวิจัยเชิงปฏิบัติการ โดยประกอบด้วยกิจกรรมในกระบวนการวิจัยที่สำคัญ 4 ขั้นตอนหลัก ดังนี้

1. วางแผนเพื่อไปสู่การเปลี่ยนแปลงที่ดีขึ้น (Planning)
2. ลงมือปฏิบัติการตามแผน (Action)
3. สังเกตการณ์ (Observation)
4. สะท้อนกลับ (Reflection)

กระบวนการและผลของการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น และปรับปรุงแผนการปฏิบัติงาน (Re-planning) โดยดำเนินการเช่นนี้ต่อไปเรื่อย ๆ แสดงรายละเอียดตามภาพที่ 2-2



ภาพที่ 2-2 วงจรการวิจัยเชิงปฏิบัติการตามแนวคิดของ Kemiss and McTaggart (1988 อ้างถึงใน วีระยุทธ ชาตะกาญจน์, 2557)

ความสัมพันธ์ระหว่างกิจกรรมการวิจัยหลักที่หมุนเคลื่อนไปเป็นวัฏจักรของกระบวนการวิจัยดังกล่าว จึงเป็นเสมือนแหล่งที่ก่อให้เกิดความรู้เชิงปฏิบัติการและกลไกการนำความรู้ที่ได้รับไปใช้แก้ปัญหาอย่างต่อเนื่องกล่าวอีกนัยหนึ่งคือ เป็นการดำเนินงานวิจัยที่ไม่แยกกิจกรรมการสืบค้นหาความรู้ ความจริงออกจากกิจกรรมการพัฒนา (องอาจ นัยพัฒน์, 2548) ซึ่งกิจกรรมการวิจัยหลักแต่ละขั้นตอนมี รายละเอียดดังต่อไปนี้

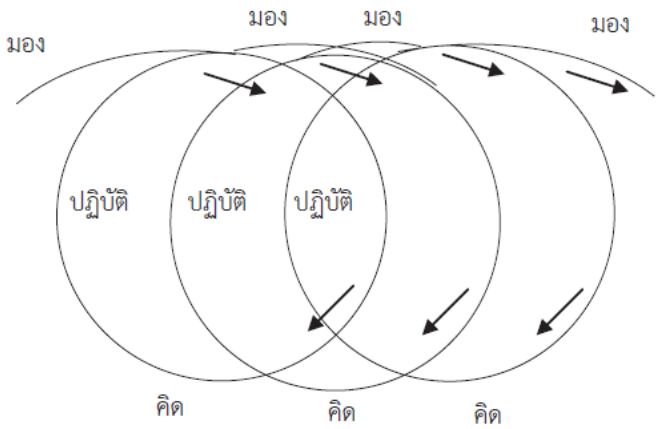
1. การวางแผน (Planning) เป็นการกำหนดแนวทางปฏิบัติการไว้ก่อนล่วงหน้าโดยอาศัยการคาดคะเนแนวโน้มของผลลัพธ์ที่อาจเกิดขึ้นจากการปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ ประกอบกับการระลึกถึงเหตุการณ์หรือเรื่องราวในอดีตที่เกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหาที่ต้องการแก้ไขตามประสบการณ์ทั้งทางตรงและทางอ้อมของผู้วางแผน ภายใต้การไตร่ตรองถึงปัจจัยสนับสนุน ขัดขวางความสำเร็จในการแก้ไข ปัญหาการต่อต้าน รวมทั้งสภาวการณ์เงื่อนไขอื่น ๆ ที่แวดล้อมปัญหาอยู่ในเวลานั้น โดยทั่วไปการวางแผนจะต้องคำนึงถึงความยืดหยุ่น ทั้งนี้เพื่อจะสามารถปรับเปลี่ยนให้เข้ากับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในอนาคต

2. การปฏิบัติการ (Action) เป็นการลงมือดำเนินงานตามแผนที่กำหนดไว้อย่างระมัดระวังและควบคุมการปฏิบัติงานให้เป็นไปตามที่ระบุไว้ในแผน อย่างไรก็ตามในความเป็นจริงการปฏิบัติตามแผนที่กำหนดไว้มีโอกาสแปรเปลี่ยนไปตามเงื่อนไขและข้อจำกัดของสภาวการณ์เวลานั้นได้ ด้วยเหตุนี้แผนปฏิบัติการที่ดีจะต้องมีลักษณะเป็นเพียงแผนชั่วคราว ซึ่งเปิดช่องให้ผู้ปฏิบัติการสามารถปรับเปลี่ยนได้ตามเงื่อนไขและปัจจัยที่เป็นอยู่ในขณะนั้น การปฏิบัติการที่ดีจะต้องดำเนินไปอย่างต่อเนื่องเป็นพลวัตรภายใต้การใช้ดุลยพินิจในการตัดสินใจ

3. การสังเกตการณ์ (Observation) เป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับกระบวนการและผลที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติงานที่ได้ลงมือกระทำลงไป รวมทั้งสังเกตการณ์ปัจจัยสนับสนุนและปัจจัยอุปสรรคการดำเนินงานตามแผนที่วางไว้ ตลอดจนประเด็นปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นระหว่างปฏิบัติการตามแผนว่ามีสภาพหรือลักษณะเป็นอย่างไร การสังเกตการณ์ที่ดีจะต้องมีการวางแผนไว้ก่อนล่วงหน้าอย่างคร่าว ๆ โดยจะต้องมีขอบเขตไม่แคบหรือจำกัดจนเกินไป เพื่อจะได้เป็นแนวทางสำหรับการสะท้อนกลับกระบวนการและผลการปฏิบัติที่จะเกิดขึ้นตามมา

4. การสะท้อนกลับ (Reflection) เป็นการให้ข้อมูลถึงการกระทำตามที่บันทึกข้อมูลไว้จากการสังเกตในเชิงวิพากษ์กระบวนการและผลการปฏิบัติงานตามที่วางแผนไว้ ตลอดจนการวิเคราะห์เกี่ยวกับปัจจัยสนับสนุนและปัจจัยอุปสรรคการพัฒนา รวมทั้งประเด็นปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นว่าเป็นไปตามวัตถุประสงค์หรือไม่ การสะท้อนกลับโดยอาศัยกระบวนการกลุ่มในลักษณะวิพากษ์วิจารณ์ หรือประเมินผลการปฏิบัติงานระหว่างบุคคลที่มีส่วนร่วมในการวิจัย จะเป็นวิธีการปรับปรุงวิธีการปฏิบัติงานตามแนวทางดั้งเดิมไปเป็นการปฏิบัติงานตามวิธีการใหม่ ซึ่งใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการทบทวนและปรับปรุงวางแผนปฏิบัติการในวงจรกระบวนการวิจัยในรอบหรือเกลียวต่อไป

Ernest (2014) ได้แบ่งกระบวนการดำเนินงานวิจัยเชิงปฏิบัติการออกเป็น 3 ขั้นตอนหลัก ได้แก่ 1) การพินิจพิเคราะห์ (มอง) 2) การคิดวิเคราะห์ (คิด) และ 3) การปฏิบัติการ (ปฏิบัติ) ซึ่งเป็นไปตามภาพที่ 2-3

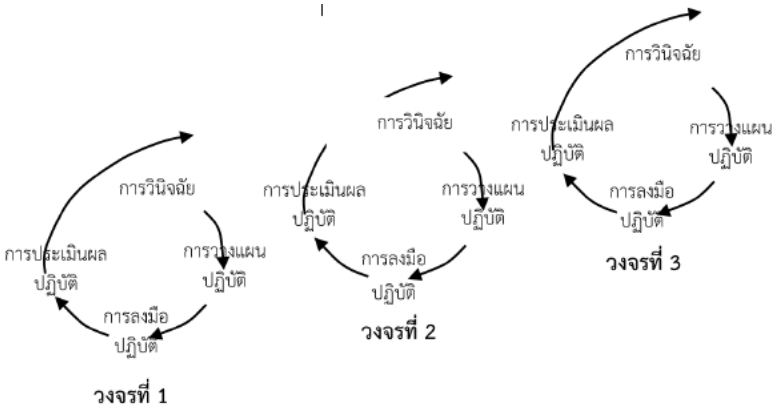


ภาพที่ 2-3 วงจรการวิจัยเชิงปฏิบัติการตามแนวคิดของ Ernest (2014)

กิจกรรมหลักทั้ง 3 ขั้นตอนนี้ เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องเป็นวัฏจักรซ้ำกันหลายรอบ (Recycling set of activities) การดำเนินกิจกรรมการวิจัยในขั้นตอนแรกมีจุดมุ่งหมายสำคัญเพื่อช่วยให้บุคคลทุกฝ่ายที่มีส่วนร่วมในกระบวนการวิจัยได้เข้าใจสภาพปัญหา ปัจจัยสนับสนุนและปัจจัยอุปสรรคการปรับปรุงแก้ไขปัญหาและบริบทอื่น ๆ ที่แวดล้อมปัญหาที่ต้องการแก้ไขอย่างถ่องแท้และชัดเจน เพื่อที่จะได้คิดหาหนทางที่จะนำไปสู่การบรรลุจุดมุ่งหมายดังกล่าวนี้ นักวิจัยที่เป็นบุคคลภายนอกจะเป็นผู้คอยให้ความช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกในการทำการวิจัย บุคคลภายในองค์กรหรือชุมชนทำหน้าที่นิยามปัญหาที่เกิดขึ้น ตลอดจนพรรณนารายละเอียดเกี่ยวกับบริบทแวดล้อมองค์กรหรือชุมชนและสภาวการณ์เงื่อนไขที่เกี่ยวข้องกับปัญหา นอกจากนี้ยังร่วมมือกันเก็บรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาและบริบทแวดล้อม โดยใช้วิธีการสังเกตการณ์ สัมภาษณ์ หรือการศึกษาเอกสาร ส่วนการดำเนินกิจกรรมในขั้นตอนที่ 2 ได้แก่ การตีความและวิเคราะห์ข้อมูลที่เก็บรวบรวมมาได้จากขั้นตอนแรก โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อสร้างความชัดเจนและขยายความเข้าใจเกี่ยวกับประเด็นปัญหาที่ต้องการแก้ไขมากยิ่งขึ้น และยังรวมทั้งการกำหนดรายละเอียดเกี่ยวกับลำดับขั้นตอนการปฏิบัติงานในขั้นตอนที่ 3 ซึ่งมีจุดมุ่งหมายเพื่อลงมือปฏิบัติการแก้ไขปัญหาให้สำเร็จลุล่วงไปตามที่ได้คิดวิเคราะห์ไว้โดยมีการประเมินผลการปฏิบัติงานเป็นกลยุทธ์สำคัญ เพื่อการระบุความสำเร็จของการแก้ไขปัญหาว่าอยู่ในระดับใด มีประเด็นใดบ้างที่จะต้องทำการแก้ไขในวงจรรอบต่อไป

Coghlan and Brannick (2001) ได้แบ่งกระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการเป็นขั้นตอนเบื้องต้น 1 ขั้นตอน คือ การทำความเข้าใจบริบทของปัญหาที่ต้องการแก้ไขและการกำหนดจุดมุ่งหมายการปฏิบัติการ และมีขั้นตอนหลัก 4 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การวินิจฉัย (Diagnosing)

2) การวางแผนปฏิบัติการ (Planning) 3) การลงมือปฏิบัติการ (Taking action) 4) การประเมินผลการปฏิบัติการ (Evaluation action) ซึ่งกระบวนการวิจัยเป็นไปตามภาพที่ 2-4



ภาพที่ 2-4 วงจรการวิจัยเชิงปฏิบัติการตามแนวคิดของ Coghlan and Brannick (2001)

กระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการประกอบด้วย 4 ขั้นตอนหลัก เริ่มต้นจากการวินิจฉัยสภาวการณ์ของปัญหาที่จำเป็นต้องแก้ไข รวมทั้งการระบุกรอบแนวคิดทฤษฎี และหลักการพื้นฐานสำหรับใช้รองรับการปฏิบัติงาน จากนั้นจึงทำการวางแผนปฏิบัติการตามจุดมุ่งหมายของการแก้ปัญหาหรือโครงการพัฒนาที่กำหนดไว้ โดยอาศัยข้อมูลจากผลการวินิจฉัยในขั้นตอนแรก และความร่วมมือร่วมใจของบุคลากรฝ่ายต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการประเมิน แล้วจึงลงมือปฏิบัติการตามแผนการที่วางไว้ทีละขั้นตอน เสร็จแล้วจึงทำการประเมินผลการปฏิบัติงานทั้งที่เกิดขึ้นโดยตั้งใจและไม่ตั้งใจ เพื่อตรวจสอบดูความถูกต้องและความเหมาะสมของการวินิจฉัยและการปฏิบัติการตามแผน สารสนเทศที่ได้จากการประเมินผลในขั้นตอนนี้จะนำไปสู่การดำเนินงานวิจัยเชิงปฏิบัติการในวงจรรอบต่อไป

องอาจ นัยพัฒน์ (2548) ได้สรุปกระบวนการของกิจกรรมการวิจัยปฏิบัติการเป็นขั้นตอนย่อย ๆ ไว้ 10 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1. ระบุแนวคิดและนิยามปัญหาอย่างชัดเจน
2. รวบรวมข้อมูลพื้นฐานที่เกี่ยวข้องเพื่ออธิบายข้อเท็จจริงของสภาวการณ์ที่เป็นปัญหาซึ่งต้องได้รับการแก้ไขปรับปรุง หรือพัฒนา
3. วางแผนเพื่อกำหนดยุทธวิธีปฏิบัติการแก้ไขปัญหา
4. นำยุทธวิธีปฏิบัติที่วางไว้ไปลงมือปฏิบัติจริง

5. สังเกตการณ์ ติดตามตรวจสอบ และประเมินผลการปฏิบัติงานตามยุทธวิธีปฏิบัติที่ได้ลงมือกระทำไปแล้ว

6. สะท้อนกลับผลของการนำยุทธวิธีปฏิบัติที่ได้ลงมือปฏิบัติแล้ว โดยอาศัยการคิดในเชิงวิพากษ์ด้วยทัศนะอันหลากหลายจากนักวิจัยเชิงปฏิบัติการและผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยบนพื้นฐานของข้อมูลหลักฐานร่องรอยต่าง ๆ ที่ได้รับจากขั้นตอนที่ 5

7. ทบทวนและปรับปรุงแผนยุทธวิธีปฏิบัติการแก้ไขปัญหา

8. นำแผนยุทธวิธีปฏิบัติที่ปรับแล้วไปลงมือปฏิบัติจริง

9. สะท้อนกลับผลของการนำยุทธวิธีปฏิบัติที่ปรับและลงมือปฏิบัติแล้ว

10. ดำเนินการเช่นนี้ต่อไปเรื่อย ๆ จนกระทั่งนักวิจัยเชิงปฏิบัติการและผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยมีความเห็นร่วมกันอย่างสอดคล้องว่า สถานการณ์ที่เป็นปัญหานั้นได้รับการปรับปรุงแก้ไขจนอยู่ในระดับที่พอใจ ภายใต้ข้อจำกัดทางด้านเวลาและทรัพยากรของการวิจัย

ขั้นตอนของการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน

วีรยุทธ์ ชาตะกาญจน์ (2557) ได้กล่าวถึงขั้นตอนกระบวนการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียนไว้ดังนี้

1. การจำแนกหรือพิจารณาปัญหาที่ประสงค์จะศึกษา ผู้วิจัยและกลุ่มที่ทำการวิจัยจะต้องศึกษารายละเอียดของปัญหาที่จะศึกษาอย่างชัดแจ้ง ปัญหาที่เกิดขึ้นในโรงเรียนที่จะทำการวิจัยเชิงปฏิบัติการจะต้องศึกษาค้นคว้า แสวงหาหลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับปัญหานั้น ๆ ให้กว้างขวางพอสมควร

2. เลือกปัญหาสำคัญที่เป็นสาระควรแก่การศึกษาวิจัย โดยอาศัยพื้นฐานจากหลักการและทฤษฎีมาใช้ในการวิเคราะห์ลักษณะของปัญหา แล้วสร้างวัตถุประสงค์และสมมุติฐานของการวิจัยในรูปแบบของข้อความที่แสดงให้เห็นความสัมพันธ์ของปัญหากับหลักการหรือทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

3. เลือกเครื่องมือดำเนินการวิจัยที่จะช่วยให้ได้คำตอบของปัญหาตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ โดยเครื่องมือที่จะใช้ในการวิจัยมีอยู่ 2 ลักษณะ คือ เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองปฏิบัติหรือการฝึกหัดตามวิธีการ และเครื่องมือที่ใช้สำหรับการเก็บรวบรวมข้อมูลที่เป็นผลจากการปฏิบัติการ เช่น แบบทดสอบ แบบสังเกตพฤติกรรม เป็นต้น

4. บันทึกเหตุการณ์อย่างละเอียดในแต่ละขั้นตอนของการวิจัย ทั้งส่วนที่เป็นความก้าวหน้าและที่เป็นอุปสรรคตามวงจรของการปฏิบัติการทั้ง 4 ขั้นตอน โดยจะต้องเก็บสะสมข้อบันทึกต่าง ๆ ไว้เพื่อใช้ในการปรับปรุงวงจรปฏิบัติในรอบต่อไป และเพื่อเป็นการรวบรวมข้อมูลสำหรับใช้วิเคราะห์หาคำตอบของสมมติฐาน

4.1 ขั้นวางแผน (Planning) เริ่มด้วยการสำรวจปัญหาร่วมกันระหว่างบุคลากรภายในโรงเรียน เพื่อให้ได้ปัญหาที่สำคัญที่ต้องการให้แก้ไข ตลอดจนการแยกแยะรายละเอียดของปัญหานั้น เกี่ยวกับลักษณะของปัญหา เกี่ยวข้องกับใคร แนวทางแก้ไขอย่างไร และจะต้องปฏิบัติอย่างไร

4.2 ขั้นปฏิบัติการ (Action) เป็นการนำแนวคิดที่กำหนดเป็นกิจกรรมในขั้นวางแผนมาดำเนินการ โดยวิเคราะห์วิจารณ์ปัญหาอุปสรรคที่เกิดขึ้นร่วมกันของทีมงานประกอบไปด้วย เพื่อทำการแก้ไขปรับปรุงแผน ฉะนั้นแผนที่กำหนดควรจะมีความยืดหยุ่นปรับได้

4.3 ขั้นสังเกตการณ์ (Observation) เป็นการศึกษาความเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นด้วยความรอบคอบ ซึ่งอาจเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นทั้งที่คาดหวังและไม่คาดหวัง โดยต้องอาศัยเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ เข้าช่วย

4.4 ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติการ (Reflection) ซึ่งเป็นขั้นสุดท้ายของวงจรการทำการวิจัยเชิงปฏิบัติการ โดยทำการประเมินหรือตรวจสอบกระบวนการแก้ปัญหาหรือสิ่งที่เป็นข้อจำกัดอันเป็นอุปสรรคต่อการปฏิบัติการ ผู้วิจัยร่วมกับกลุ่มผู้เกี่ยวข้องจะต้องตรวจสอบปัญหาที่เกิดขึ้นในแง่มุมต่าง ๆ ที่สัมพันธ์กับสภาพสังคม สิ่งแวดล้อม และระบบการศึกษาของโรงเรียนที่ประกอบกันอยู่ โดยผ่านการร่วมอภิปรายปัญหาและการประเมินโดยกลุ่ม ซึ่งจะทำให้ได้แนวทางของการพัฒนาและขั้นตอนการดำเนินกิจกรรม เพื่อจะได้ใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานที่นำไปสู่การปรับปรุงและวางแผนการปฏิบัติต่อไป

5. วิเคราะห์ความสัมพันธ์ในด้านต่าง ๆ ของข้อมูลที่ได้รวบรวมไว้ ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นข้อมูลเชิงคุณภาพ ทำการตรวจสอบรายละเอียดของข้อมูลเพื่อให้มั่นใจในความถูกต้อง แสดงรายละเอียดในการอธิบายเหตุการณ์ต่าง ๆ จัดหมวดหมู่และแยกประเภทของกลุ่มข้อมูลตามหัวข้อที่เหมาะสม เปรียบเทียบข้อแตกต่างและความคล้ายคลึงของข้อมูลแต่ละประเภทโดยการวิเคราะห์อย่างลึกซึ้งร่วมกับกลุ่มผู้วิจัย

6. ตรวจสอบข้อมูลที่กลุ่มวิจัยได้ร่วมกันพิจารณาไว้แล้วอีกครั้งหนึ่ง เพื่อสรุปหาคำตอบที่เป็นสาเหตุ วิธีการแก้ปัญหา และผลที่ได้รับ ตามวัตถุประสงค์ของการวิจัยที่ได้กำหนดไว้ ซึ่งจะก่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดหากผู้วิจัยสามารถทำการประมวลและสรุปเป็นหลักการ (Principle) รูปแบบ (Model) ของการปฏิบัติ ข้อเสนอเชิงทฤษฎี (Proposition) หรือทฤษฎี (Theory) ของปฏิบัติการแก้ปัญหานั้น ๆ ทั้งนี้ ต้องอาศัยหลักตรรกวิทยาโดยวิธีอุปนัย (Induction) และความรู้เชิงทฤษฎีของผู้วิจัยเป็นสำคัญ

การเก็บรวบรวมข้อมูลของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ

หลักการสำคัญของการวิจัยเชิงปฏิบัติการที่ต้องตระหนักอยู่เสมอ คือ กลุ่มบุคคลที่เกี่ยวข้องมีความสำคัญต่อกระบวนการดำเนินการวิจัย นั่นคือ การวิจัยชนิดนี้ไม่ควรจะทำตามลำพังและ

ควรใช้วงจรของกระบวนการวิจัยซึ่งประกอบด้วยการวางแผน การปฏิบัติ การสังเกต และการสะท้อนผลการปฏิบัติ เพื่อนำมาปรับปรุงแผนงานแล้วดำเนินกิจกรรมปรับปรุงใหม่ วงจรของทั้ง 4 ขั้นตอนดังกล่าวจะมีลักษณะการดำเนินการเป็นแบบบันไดเวียน (Spiral) กระทำซ้ำตามวงจร จนกว่าจะได้ผลการปฏิบัติการให้เกิดการเปลี่ยนแปลง พร้อมกับต้องมีการบันทึกผลในทุก ๆ ขั้นตอนที่สำคัญ ดังนี้

1. บันทึกผลของการเปลี่ยนแปลงกิจกรรมและการฝึกปฏิบัติ
2. บันทึกผลของการเปลี่ยนแปลงการใช้ภาษาและการสื่อสารในห้องเรียนหรือหน่วยงานและบุคคลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาที่ต้องการแก้ไข
3. บันทึกผลของการเปลี่ยนแปลงการสัมพันธภาพทางสังคมและการจัดระบบองค์กรที่ช่วยลดอุปสรรคต่อการฝึกปฏิบัติ
4. บันทึกผลของการพัฒนาการที่เป็นข้อค้นพบที่สำคัญของการวิจัย

การวิเคราะห์ข้อมูลของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ

การวิเคราะห์ข้อมูลของการวิจัยเชิงปฏิบัติการจะใช้วิธีการของการวิจัยเชิงคุณภาพหรือการแจกแจงข้อค้นพบที่สำคัญเชิงอธิบายความ ซึ่งจะนำไปสู่การสรุปเป็นผลของงานวิจัย และแสดงให้เห็นแนวทางหรือรูปแบบการปฏิบัติที่มีประสิทธิภาพ เพื่อการแก้ไขปัญหาของสิ่งที่ศึกษานั้น

กล่าวโดยสรุปได้ว่า การวิจัยเชิงปฏิบัติการ เป็นการแสวงหาความจริง ข้อมูล หรือข้อสรุป ด้วยระเบียบวิธีที่ถูกต้องและเป็นกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยผลที่ได้จากการวิจัยนำไปใช้ในการแก้ปัญหาหรือพัฒนางานที่ปฏิบัติอยู่ มุ่งเน้นในการพัฒนาประสิทธิภาพการปฏิบัติงานของสถานการณ์นั้น ๆ หรือใกล้เคียง มีขั้นตอนสำคัญ คือ เริ่มต้นด้วยการวางแผน การนำไปปฏิบัติและการประเมินผล ซึ่งมีความแตกต่างจากงานวิจัยแบบอื่น ๆ เนื่องจากการดำเนินการวิจัยใช้รูปแบบบันไดเวียน เพื่อให้เกิดความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ นั่นคือ ถ้าผลของการวิจัยสามารถแก้ปัญหาหรือพัฒนาหน่วยงาน ผลผลิตได้ตามที่ต้องการถือเป็นการสิ้นสุดขั้นตอนของการวิจัย แต่หากผลของการวิจัยยังไม่สามารถแก้ปัญหาหรือพัฒนาสิ่งที่ต้องการได้ ผู้วิจัยสามารถนำข้อมูลที่ได้จากการประเมินผลไปใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการวางแผนใหม่ นอกจากนี้ขณะดำเนินการวิจัยผู้วิจัยสามารถปรับปรุงแก้ไขแผนงานได้ตลอดเวลา เพื่อให้แผนงานมีความเหมาะสมกับสภาพจริงของการปฏิบัติงาน และในงานวิจัยในครั้งนี้ได้ใช้รูปแบบของวิจัยเชิงปฏิบัติการของ Kemmis and McTaggart ที่ได้เสนอกระบวนการดำเนินการวิจัยเชิงปฏิบัติการโดยประกอบด้วยกิจกรรมในกระบวนการวิจัยที่สำคัญ 4 ขั้นตอนหลัก คือ วางแผนเพื่อไปสู่การเปลี่ยนแปลงที่ดีขึ้น (Planning) ลงมือปฏิบัติการตามแผน (Action) สังเกตการณ์ (Observation) และสะท้อนกลับ (Reflection) ซึ่งเป็นรูปแบบที่แสดงผลออกมาในรูปแบบขั้นตอน ซึ่งสามารถเข้าใจได้ง่าย และสามารถตรวจสอบได้ในทุกขั้นตอน

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ด้วยรูปแบบ SSCS

งานวิจัยต่างประเทศ

Pizzini et al. (1995) ได้ศึกษาผลการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ด้วยรูปแบบ SSCS กับการสอนแบบปกติ ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนระดับประถมศึกษาและระดับมัธยมศึกษา ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ด้วยการสอนรูปแบบ SSCS ทั้งในระดับประถมศึกษาและระดับมัธยมศึกษามีความสามารถในการแก้ปัญหาสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการสอนแบบปกติ และนักเรียนในระดับมัธยมศึกษามีความสามารถในการแก้ปัญหาสูงกว่านักเรียนในระดับประถมศึกษา อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

Chiapetta and Rusell (1992) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการแก้ปัญหาและสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยรูปแบบ SSCS พบว่า นักเรียนที่มีความสามารถในการแก้ปัญหาสูงจะมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่มีความสามารถในการแก้ปัญหาต่ำ ผู้วิจัยจึงเชื่อว่าจะสามารถใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์และพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนได้

Chum-Yen (1999) ที่ศึกษาผลการเรียนการสอนรูปแบบ SSCS และการเรียนการสอนแบบปกติที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์โลก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยการสอนรูปแบบ SSCS มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์โลกสูงกว่านักเรียนกลุ่มที่ได้เรียนด้วยการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้รูปแบบ SSCS ในส่วนของงานวิจัยต่างประเทศ พบว่า การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบ SSCS สามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาได้

งานวิจัยในประเทศ

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องผู้ศึกษาได้ศึกษาเกี่ยวกับกับการสอน โดยใช้รูปแบบเอสเอสซีเอส ดังนี้

นวลจันทร์ ผมอุดทา (2545) ได้ศึกษาผลของการสอนโดยใช้รูปแบบเอสเอสซีเอส ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่อง สมการและอสมการ อัตราส่วนและร้อยละของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาที่ได้รับการสอนแบบเอสเอสซีเอส สูงกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำร้อยละ 50 ที่กาหนดไว้ และความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้รูปแบบเอสเอสซีเอส สูงกว่านักเรียนที่สอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ฐิติพร บริพันธ์ (2548) ได้ศึกษาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จากการสอนโดยใช้รูปแบบเอสเอสซีเอส กับการสอนปกติ พบว่า ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้รูปแบบเอสเอสซีเอส สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 และนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้รูปแบบเอสเอสซีเอสมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ยงยุทธ ทองจารูญ (2553) ได้ศึกษาการส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง จานวนนับ สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว และเลขยกกาลัง โดยใช้รูปแบบ เอสเอสซีเอส สำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษด้านคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนปรินส์รอยแยลส์วิทยาลัย จังหวัดเชียงใหม่ พบว่า นักเรียนที่มีความสามารถพิเศษ ด้านคณิตศาสตร์ที่ได้รับการสอนโดยใช้รูปแบบเอสเอสซีเอส สามารถใช้กลวิธีได้อย่างหลากหลาย มีความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ อยู่ในระดับดีมาก มีคะแนนเฉลี่ย 3.69 คะแนน

สันนิสา สมัยอยู่ (2554) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบเอสเอสซีเอสที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบเอสเอสซีเอส เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และได้คะแนนเฉลี่ย 59.50 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 85 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้รูปแบบ SSCS ในส่วนของงานวิจัยในประเทศ พบว่าการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบ SSCS สามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและความสามารถในการแก้ปัญหาได้ ซึ่งมีผลสอดคล้องกับงานวิจัยต่างประเทศ

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action research) เพื่อการศึกษาผลการจัดการเรียนการสอนด้วยรูปแบบ SSCS ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งมีวิธีการดำเนินการดังนี้

1. ประชากร
2. กลุ่มเป้าหมาย
3. รูปแบบการวิจัย
4. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
5. การสร้างและการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
6. วิธีการดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล
7. การวิเคราะห์ข้อมูล
8. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 โรงเรียนชลกันยานุกูล อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี ห้องเรียนสายวิทยาศาสตร์พิเศษ (Top star) จำนวน 65 คน จากห้องเรียนวิทยาศาสตร์ ทั้งหมด 2 ห้อง

กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 โรงเรียนชลกันยานุกูล อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี จำนวน 35 คน ซึ่งเป็นห้องเรียนสายวิทยาศาสตร์พิเศษ (Top star) ด้วยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยในการจัดกลุ่ม

รูปแบบการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action research) ดำเนินการทดลองตามแบบแผนการวิจัยแบบ 1 ขั้นตอน (PAOR) อย่างเป็นระบบและต่อเนื่อง 4 วงจร ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 วางแผน (Plan)

เป็นขั้นที่วิเคราะห์ปัญหาในการจัดการเรียนการสอนของครูและสภาพปัญหาของผู้เรียน วิเคราะห์สาระการเรียนรู้ และจุดประสงค์การเรียนรู้ เพื่อออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งจากการสังเกตชั้นเรียนผู้วิจัยได้นำเอาการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยรูปแบบ SSCS มาใช้ในการจัดการเรียนรู้

ขั้นตอนที่ 2 ปฏิบัติ (Act)

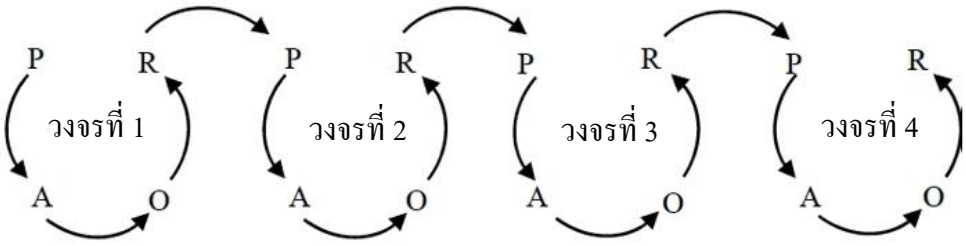
เป็นขั้นการนำเอาแผนการจัดการเรียนรู้ไปใช้ในชั้นเรียนกับกลุ่มเป้าหมาย โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 4 แผนการจัดการเรียนรู้ โดยแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ถึง 4 คือวงจรที่ 1 ถึง 4 ตามลำดับ

ขั้นตอนที่ 3 สังเกต (Observe)

เป็นกิจกรรมที่เกิดขึ้นขณะดำเนินการสอนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งวงจรวิจัยหนึ่ง ๆ จะมีการสังเกตการณ์เก็บรวบรวมข้อมูล โดยใช้เครื่องมือที่หลากหลาย อาจเก็บข้อมูลผู้เรียนเป็นรายบุคคลหรือเก็บข้อมูลผู้เรียนเป็นกลุ่มย่อย เครื่องมือที่ผู้วิจัยเลือกใช้ ได้แก่ การใช้แบบทดสอบย่อยท้ายวงจร การเขียนบันทึกหลังการสอนของครู และบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน เป็นต้น

ขั้นตอนที่ 4 สะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect)

ข้อมูลจากขั้นการสังเกตนั้นจะมีทั้งข้อมูลเชิงปริมาณ และข้อมูลเชิงบรรยาย ซึ่งจะนำมาทำการสรุปและสังเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาแนวทางการแก้ไขและพัฒนาคุณภาพของการจัดการเรียนการสอนในวงจรต่อไป โดยมีรูปแบบการวิจัย ดังภาพที่ 3.1



ภาพที่ 3-1 ขั้นตอนการทำวิจัยเชิงปฏิบัติการ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วยเครื่องมือ 2 ประเภท ได้แก่ เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง และเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

1. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

1.1 แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบ SSCS จำนวน 4 แผน ดังนี้

1.1.1 พันธะคาร์บอน

1.1.2 ไฮโดรคาร์บอน

1.1.3 แอลกอฮอลล์ และอีเทอร์

1.1.4 คาร์บอกซิลิก และเอสเทอร์

2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

2.1 แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา ซึ่งเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวนทั้งหมด 20 ข้อ

2.2 แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวนทั้งหมด 30 ข้อ

2.3 แบบวัดเจตคติต่อวิชาเคมี ตามวิธีการของลิเคิร์ท ซึ่งเป็นข้อคำถามที่มีลักษณะการตอบแบบมาตราส่วนประเมินค่า (Rating scale) 5 ระดับ ประกอบด้วยข้อคำถามเชิงบวก (Positive) และข้อคำถามเชิงลบ (Negative) จำนวนทั้งหมด 30 ข้อ

การสร้างและการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบแบบ SSCS จำนวน 4 แผนการเรียนรู้ มีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

1.1 วิเคราะห์เนื้อหา และจุดประสงค์การเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์จากหลักสูตรสถานศึกษากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ของโรงเรียนชลกันยานุกูล พ.ศ. 2559 โดยกำหนดเนื้อหาในสาระที่ 3 เรื่อง เคมีอินทรีย์ ซึ่งใช้เวลาทั้งสิ้น 18 ชั่วโมง ดังรายละเอียดในตารางที่ 3-1

ตารางที่ 3-1 การวิเคราะห์สาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้สาระที่ 3 เรื่อง เคมีอินทรีย์

สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	สัปดาห์ที่ใช้	เวลาเรียน (ชั่วโมง)	น้ำหนักความสำคัญ
แผนการเรียนรู้ที่ 1		1-2	3	4.5
1. สารประกอบเป็นสารที่ธาตุคาร์บอนเป็นองค์ประกอบมีทั้งที่เกิดในธรรมชาติ และที่มนุษย์สังเคราะห์ขึ้น 2. โครงสร้างของสารประกอบอินทรีย์เขียนแสดงได้หลายแบบ ได้แสดงถึงการจัดเรียงอะตอมในโมเลกุลในลักษณะสองมิติ 3. สารประกอบอินทรีย์ที่มีสูตรโมเลกุลเหมือนกัน แต่มีโครงสร้างที่ต่างกัน จัดเป็นไอโซเมอร์โครงสร้างกัน โดยเรียกปรากฏการณ์นี้ว่า ไอโซเมอริซึม และเรียกสารประกอบแต่ละชนิดว่าไอโซเมอร์	1. อธิบายความหมายของสารประกอบอินทรีย์และเคมีอินทรีย์ได้ 2. อธิบายเหตุผลที่ทำให้มีสารประกอบเคมีอินทรีย์เป็นจำนวนมากได้ 3. เขียนสูตรโครงสร้างของสารประกอบอินทรีย์ในรูปแบบย่อ แบบผสม แบบเส้นและมุม 4. เขียนไอโซเมอร์โครงสร้างของสารประกอบอินทรีย์ประเภทต่าง ๆ ได้			
แผนการเรียนรู้ที่ 2		3	6	7.5
4. สารประกอบอินทรีย์ที่มีหมู่ฟังก์ชันต่างกัน จัดเป็นสารประกอบต่างชนิดกัน และมีสมบัติที่แตกต่างกัน	5. ระบุประเภทของสารประกอบอินทรีย์โดยใช้หมู่ฟังก์ชันเป็นเกณฑ์ พร้อมทั้งยกตัวอย่างได้			

ตารางที่ 3-1 (ต่อ)

สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	สัปดาห์ที่ใช้	เวลาเรียน (ชั่วโมง)	น้ำหนักความสำคัญ
5. แอลเคนเป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนอิ่มตัว โดยคาร์บอนในโมเลกุลยึดเหนี่ยวด้วยพันธะเดี่ยวทั้งหมด แอลเคนที่อะตอมของคาร์บอนต่อกันเป็นวงเรียกว่า ไซโคลแอลเคน 6. แอลคีนเป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนไม่อิ่มตัว มีพันธะคู่เป็นหมู่ฟังก์ชัน แอลคีนที่อะตอมของคาร์บอนต่อกันเป็นวงเรียกว่า ไซโคลแอลคีน 7. แอลไคน์เป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนไม่อิ่มตัว มีพันธะสามเป็นหมู่ฟังก์ชัน มีสมบัติคล้ายกับแอลคีน	6. บอกประเภทของสารประกอบไฮโดรคาร์บอนโดยใช้พันธะในโมเลกุล และสมบัติบางประการเป็นเกณฑ์ พร้อมทั้งยกตัวอย่างได้ 7. อธิบายความแตกต่างระหว่างซิสไอโซเมอร์กับทรานส์ไอโซเมอร์ พร้อมทั้งยกตัวอย่างได้ 8. เรียกชื่อสารประกอบอินทรีย์ประเภทต่าง ๆ ได้ 9. สรุปความสัมพันธ์ระหว่างการละลายในน้ำ จุดหลอมเหลวและจุดเดือดกับจำนวนอะตอมของคาร์บอนในโมเลกุลของสารประกอบอินทรีย์ได้			
แผนการเรียนรู้ที่ 3 8. แอลกอฮอล์ ฟีนอล อีเทอร์ แอลดีไฮด์ คีโตน กรดคาร์บอกซิลิก และเอสเทอร์เป็นสารประกอบอินทรีย์ที่มีธาตุคาร์บอน ไฮโดรเจน	10. เปรียบเทียบจุดเดือดของสารประกอบอินทรีย์ชนิดต่าง ๆ ที่มีมวลโมเลกุลใกล้เคียงกันได้	4-5	3	4.5

ตารางที่ 3-1 (ต่อ)

สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	สัปดาห์ที่ใช้	เวลาเรียน (ชั่วโมง)	น้ำหนักความสำคัญ
แผนการเรียนรู้ที่ 3 9. อีเทอร์มีหมู่แอลคอกซีเป็นหมู่ฟังก์ชันและเป็นไอโซเมอร์กับแอลกอฮอลล์และฟีนอล	11. อธิบายการเกิดปฏิกิริยาบางชนิดของสารประกอบอินทรีย์ประเภทต่าง ๆ	4-5	3	4.5
แผนการเรียนรู้ที่ 4 10. กรดคาร์บอกซิลิกเป็นสารประกอบอินทรีย์ที่มีหมู่คาร์บอกซิลเป็นหมู่ฟังก์ชัน 11. เอสเทอร์มีหมู่แอลคอกซีคาร์บอนิลเป็นหมู่ฟังก์ชัน และเป็นไอโซเมอร์กับกรดคาร์บอกซิลิก	12. บอกประโยชน์หรือโทษของสารประกอบอินทรีย์บางชนิดได้ 13. ทำการทดลอง รวบรวมข้อมูล แปลความหมายข้อมูล และสรุปผลการทดลองเกี่ยวกับ - สมบัติบางประการของเอทานอลและกรดแอซิติก - สมบัติบางประการของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน - ปฏิกิริยาของเอสเทอร์	6	6	7.5
	รวม	6	8	24

1.2 ดำเนินการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยให้ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง จำนวน 4 แผนจัดการเรียนรู้ ซึ่งโครงสร้างของแผนการจัดการเรียนรู้แต่ละแผน ประกอบด้วย

1.2.1 ศึกษาหนังสือ เอกสาร วารสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในและต่างประเทศที่เกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนด้วยรูปแบบ SSCS เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา สรุปกระบวนการการเรียนการสอนได้ดังนี้

ขั้นที่ 1 กำหนดสถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาเคมีอินทรีย์

ขั้นที่ 2 ดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอน 4 ขั้นตอน คือ

1) ขั้นค้นปัญหา (Search) เพื่อให้นักเรียนต้องวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาเพื่อระบุปัญหา

2) ขั้นแก้ปัญหา (Solve) เพื่อให้นักเรียนต้องระบุสาเหตุของปัญหา ตั้งสมมติฐานการแก้ปัญหา ออกแบบขั้นตอน วิธีการในการแก้ปัญหา และดำเนินการแก้ปัญหา เพื่อค้นหาคำตอบของปัญหาตามขั้นตอน วิธีการที่ออกแบบไว้

3) ขั้นสร้างความรู้ที่ได้จากการแก้ไขปัญหา (Create) เพื่อให้นักเรียน ระบุสิ่งที่ได้จากการดำเนินการแก้ปัญหา แบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ (1) วิธีการที่หลากหลายในการ แก้ปัญหา (2) คำตอบที่ค้นพบจากการแก้ปัญหาด้วยวิธีการต่าง ๆ และ (3) การนำวิธีการและ คำตอบที่ค้นพบจากการแก้ปัญหาไปประยุกต์ใช้

4) ขั้นแลกเปลี่ยนแนวทางในการแก้ปัญหา (Share) เพื่อให้นักเรียนต้องนำเสนอกระบวนการแก้ไขปัญหา เริ่มตั้งแต่ระบุปัญหา ระบุสาเหตุของปัญหา วิธีการที่หลากหลายในการแก้ปัญหา คำตอบที่ค้นพบจากการแก้ปัญหาด้วยวิธีการต่าง ๆ และการนำวิธีการและคำตอบที่ค้นพบจากการแก้ปัญหาไปประยุกต์ใช้

1.2.2 กำหนดเนื้อหา เรื่อง เคมีอินทรีย์จากคู่มือครูและแบบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

1.2.3 เขียนแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบ SSCS เรื่อง เคมีอินทรีย์ จำนวน 4 แผน เพื่อนำไปใช้ในการทดลองใช้ ระยะเวลา 6 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 คาบเรียน คาบเรียนละ 45 นาที รวมทั้งสิ้น 18 ชั่วโมง แสดงรายละเอียดดังตารางที่ 3-1

1.2.4 นำแผนการจัดการเรียนรู้ให้อาจารย์ที่ปรึกษาพิจารณาตรวจสอบความถูกต้องความครอบคลุมเนื้อหาและความเหมาะสมกับระดับพัฒนาการของกลุ่มเป้าหมาย แล้วนำกลับมาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา แล้วนำแผนการจัดการเรียนรู้ให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 5 ท่าน พิจารณาตรวจสอบ ความถูกต้อง ความครอบคลุมเนื้อหา และความเหมาะสมกับระดับพัฒนาการของกลุ่มเป้าหมาย แล้วนำกลับมาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ

1.2.5 นำแผนการจัดการเรียนรู้ไปทดลองใช้กับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ห้อง 5/ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 โรงเรียนชลกันยานุกูล อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี ที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับกลุ่มเป้าหมาย แล้วนำกลับมาปรับปรุงแก้ไขและเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเป็นครั้งสุดท้ายเพื่อพิจารณาอนุมัติให้นำไปใช้ในการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

1.3 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน

ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน ประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน ด้านการสอนเคมี ด้านการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบ SSCS และด้านการวัดประเมินผล เพื่อประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหา กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียน และการวัดและประเมินผลของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยมีรายละเอียดและเกณฑ์ในการประเมิน ดังนี้

5 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

4 หมายถึง เหมาะสมมาก

3 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

2 หมายถึง เหมาะสมน้อย

1 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

โดยยึดเกณฑ์การตัดสินจากเกณฑ์ที่ค่าเฉลี่ยมีความเหมาะสมมาก และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เกิน 1.00 ซึ่งพบว่าแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ SSCS ซึ่งพบว่า มีค่าคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 3.89 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.22 (ภาคผนวก ค หน้า 206-209)

2. แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา มีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นแบบวัดที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นด้วยตนเอง ลักษณะเป็นแบบทดสอบที่ให้สถานการณ์ปัญหาทั้งหมด 5 สถานการณ์ แต่ละสถานการณ์ใช้เป็นข้อมูลในการตอบคำถาม 4 ข้อ แต่ละข้อกำหนดตัวเลือกแบบปรนัย 4 ตัวเลือก รวมข้อสอบ 20 ข้อ มีขั้นตอนในการสร้าง ดังนี้

2.1 ศึกษาตำรา หนังสือ ทั้งในและต่างประเทศ ที่เป็นแนวคิดเกี่ยวกับการวัดและการประเมินผลความสามารถในการแก้ปัญหา และการสร้างแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา สามารถสรุปลักษณะแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาซึ่งมีส่วนประกอบสำคัญ 2 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 สถานการณ์ปัญหา เป็นการให้ข้อมูลเบื้องต้นในรูปแบบต่าง ๆ คือ รูปภาพ กราฟ บทสนทนา ข้อมูลเชิงสถิติ ข่าวสารบ้านเมือง โดยในแต่ละสถานการณ์นั้นจะใช้เป็นข้อมูลประกอบการตอบคำถามทั้งหมด 4 คำถาม

ส่วนที่ 2 คำถาม เป็นการถามประเด็นสำคัญในกระบวนการแก้ปัญหาตามหลักของ Weir (1974) ได้เสนอขั้นตอนในการแก้ปัญหาไว้ 4 ขั้น และสามารถกำหนดระยะเวลาวิธีการทำงานที่แน่นอนได้ดี ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นระบุปัญหาวิเคราะห์ประโยคที่เป็นปัญหา หรือตั้งปัญหา หมายถึง ความสามารถในการบอกปัญหาภายในขอบเขตที่กำหนด

ขั้นที่ 2 ขั้นนิยามสาเหตุของปัญหา โดยแยกจากลักษณะที่สำคัญ หรือวิเคราะห์ปัญหา หมายถึง ความสามารถในการบอกสาเหตุที่แท้จริง หรือสาเหตุที่เป็นไปได้ของปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนด

ขั้นที่ 3 ขั้นค้นหาแนวทางแก้ปัญหา ตั้งสมมติฐานหรือวิธีการแก้ปัญหา หมายถึง ความสามารถในการหาวิธีการแก้ปัญหาให้ตรงกับสาเหตุของปัญหา

ขั้นที่ 4 ขั้นพิสูจน์คำตอบ ผลลัพธ์ที่ได้จากปัญหาหรือตรวจสอบผลลัพธ์ หมายถึง ความสามารถในการอภิปรายผลที่เกิดขึ้นหลังจากใช้วิธีการแก้ปัญหาว่าผลที่เกิดขึ้นจะเป็นอย่างไร โดยคำถามทั้งหมด 4 คำถาม แต่ละคำถามมีวัตถุประสงค์ ดังนี้

คำถามที่ 1 ให้ระบุปัญหา

คำถามที่ 2 ให้ระบุสาเหตุของปัญหา

คำถามที่ 3 ให้เสนอวิธีการแก้ปัญหา

คำถามที่ 4 ให้วิเคราะห์ผลของการแก้ปัญหา

2.2 สร้างแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา ทั้งหมด 5 สถานการณ์ โดยแต่ละสถานการณ์ใช้ในการตอบคำถาม 4 คำถาม รวมมีข้อสอบทั้งหมด 20 ข้อ พร้อมกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนในแต่ละข้อ ถ้าตอบคำถามถูกต้องให้คะแนน 1 คะแนน ถ้าตอบผิดให้ 0 คะแนน

2.3 นำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาให้อาจารย์ที่ปรึกษาพิจารณาตรวจสอบความสอดคล้องกันของสถานการณ์กับคำถาม ช คำถามกับตัวเลือกที่ถูกต้องและตัวลวง และความเหมาะสมกับระดับพัฒนาการของกลุ่มตัวอย่าง แล้วนำกลับมาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา แล้วนำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน พิจารณาตรวจสอบ ความถูกต้องเชิงเนื้อหาของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา โดยพิจารณาจากค่าดัชนีความตรง (IOC) จากนั้นจึงนำกลับมาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ โดยมีค่าดัชนีความตรง อยู่ในช่วง 0.60-1.00 (ภาคผนวก ค หน้า 210-214)

2.4 นำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ห้อง 5/ 3 จำนวน 35 คน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 โรงเรียนชลกันยานุกูล อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี ที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับกลุ่มตัวอย่าง แล้วนำคะแนนมาวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) ความเชื่อมั่นโดยใช้สูตรคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson: KR-20) โดยค่าความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง 0.53-0.67 มีค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.33-0.73 (ภาคผนวก ค หน้า 222) และมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.93 (ภาคผนวก ค หน้า 217)

2.5 นำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา ที่ได้รับการปรับปรุงแก้ไขหลังจากการทดลองใช้แล้ว เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเป็นครั้งสุดท้าย เพื่อพิจารณาอนุมัติ ให้ผู้วิจัยนำไปใช้ในการทดลองกับกลุ่มเป้าหมายต่อไป

3. แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

3.1 ศึกษาวิธีการสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.2 ศึกษาผลการเรียนรู้ และสาระการเรียนรู้ในวิชาเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง เคมีอินทรีย์ เพื่อสร้างตารางวิเคราะห์ข้อสอบ ซึ่งแบ่งพฤติกรรมด้านต่าง ๆ 6 ด้าน คือ ด้านความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า ดังตารางที่ 3-2

ตารางที่ 3-2 การกำหนดจำนวนข้อสอบที่ต้องการให้สอดคล้องระหว่างสาระการเรียนรู้กับจุดประสงค์การเรียนรู้

สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบ (ข้อ)							
		ความรู้	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์	การสังเคราะห์	การประเมินค่า	รวม (ข้อ)	ต้องการ (ข้อ)
1. สารประกอบเป็นสารที่ธาตุคาร์บอนเป็นองค์ประกอบมีทั้งที่เกิดในธรรมชาติ และที่มนุษย์สังเคราะห์ขึ้น	1. อธิบายความหมายของสารประกอบอินทรีย์และเคมีอินทรีย์ได้ 2. อธิบายเหตุผลที่ทำให้มีสารประกอบเคมีอินทรีย์เป็นจำนวนมากได้	4	-	-	-	-	-	4	2
2. โครงสร้างของสารประกอบอินทรีย์เขียนแสดงได้หลายแบบ	3. เขียนสูตรโครงสร้างของสารประกอบอินทรีย์ในรูปแบบต่าง ๆ ได้แก่ ลิวอิส แบบย่อ	-	4	-	-	-	-	4	2

ตารางที่ 3-2 (ต่อ)

สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบ (ข้อ)							
		ความรู้	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์	การสังเคราะห์	การประเมินค่า	รวม (ข้อ)	ต้องการ (ข้อ)
	แบบผสม แบบเส้น และมุม								
3. สารประกอบอินทรีย์ที่มีสูตรโมเลกุลเหมือนกัน แต่มีโครงสร้างที่ต่างกัน จัดเป็นไอโซเมอร์โครงสร้างกัน	4. เขียนไอโซเมอร์โครงสร้างของสารประกอบอินทรีย์ประเภทต่าง ๆ ได้	2	-	2	-	-	-	4	2
4. สารประกอบอินทรีย์ที่มีหมู่ฟังก์ชันต่างกัน จัดเป็นสารประกอบต่างชนิดกัน และมีสมบัติที่แตกต่างกัน	5. ระบุประเภทของสารประกอบอินทรีย์โดยใช้หมู่ฟังก์ชันเป็นเกณฑ์ พร้อมทั้งยกตัวอย่างได้		2	-	2	-	-	4	2
5. แอลเคนเป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนอิ่มตัว จากคาร์บอน	6. บอกประเภทของสารประกอบไฮโดรคาร์บอนโดยใช้พันธะในโมเลกุล และ	-	-	-	2	2	-	4	2

ตารางที่ 3-2 (ต่อ)

สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบ (ข้อ)							
		ความรู้	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์	การสังเคราะห์	การประเมินค่า	รวม (ข้อ)	ต้องการ (ข้อ)
พันธะเดี่ยวทั้งหมด แอลเคนที่อะตอมของคาร์บอนต่อกันเป็นวง เรียกว่าไซโคล แอลเคน	สมบัติบางประการเป็นเกณฑ์ พร้อมทั้งยกตัวอย่างได้								
6. แอลคีนเป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนไม่อิ่มตัว มีพันธะคู่เป็นหมู่ฟังก์ชัน แอลคีนที่อะตอมของคาร์บอนต่อกันเป็นวง เรียกว่า ไซโคล แอลคีน	7. อธิบายความแตกต่างระหว่างซิสไอโซเมอร์กับทรานส์ไอโซเมอร์พร้อมทั้งยกตัวอย่างได้	-	6	-	-	-	-	6	3
7. แอลไคน์เป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนไม่อิ่มตัว มีพันธะสามเป็นหมู่ฟังก์ชัน มีสมบัติคล้ายกับแอลคีน		-	2	2	4	-	-	8	4
8. แอลกอฮอล์ ฟีนอล อีเทอร์ แอลดี	8. เรียกชื่อสารประกอบ	-	-	2	2	-	2	6	3

ตารางที่ 3-2 (ต่อ)

สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบ (ข้อ)							
		ความรู้	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์	การสังเคราะห์	การประเมินค่า	รวม (ข้อ)	ต้องการ (ข้อ)
ไฮด์ คีโตน กรดคาร์บอกซิลิก และเอสเทอร์ เป็นสารประกอบอินทรีย์ที่มีธาตุคาร์บอน ไฮโดรเจน และออกซิเจนเป็นองค์ประกอบ	อินทรีย์ประเภทต่าง ๆ ได้ 9. สรุปความสัมพันธ์ระหว่างการละลายในน้ำ จุดหลอมเหลว และจุดเดือดกับจำนวนอะตอมของคาร์บอนในโมเลกุลได้								
9. อีเทอร์มีหมู่แอลคอกซีเป็นหมู่ฟังก์ชัน และเป็นไอโซเมอร์กับแอลกอฮอลล์และฟีนอล		-	2	-	4	-	-	6	3
10. กรดคาร์บอกซิลิก เป็น สารประกอบอินทรีย์ที่มีหมู่คาร์บอกซิลเป็นหมู่ฟังก์ชัน	10. เปรียบเทียบจุดเดือดของสารประกอบอินทรีย์ชนิดต่าง ๆ ที่มีมวลโมเลกุลใกล้เคียงกันได้	-	-	2	2	2	-	6	3

ตารางที่ 3-2 (ต่อ)

สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบ (ข้อ)							
		ความรู้	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์	การสังเคราะห์	การประเมินค่า	รวม (ข้อ)	ต้องการ (ข้อ)
11. เอสเทอร์มีหมู่แอลคอกซีคาร์บอนิลเป็นหมู่ฟังก์ชัน และเป็นไอโซเมอร์กับกรดคาร์บอกซิลิก	11. อธิบายการเกิดปฏิกิริยาบางชนิดของสารประกอบอินทรีย์ประเภทต่าง ๆ ได้	-	2	-	-	2	4	8	4
	รวม	8	16	10	14	6	6	60	30

3.3 สร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ เรื่อง เคมีอินทรีย์ แบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ (Multiple choice) 4 ตัวเลือก จำนวน 60 ข้อ ต้องการใช้จริงจำนวน 30 ข้อ ให้ครอบคลุมเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยให้มีสัดส่วนจำนวนข้อในแต่ละจุดประสงค์การเรียนรู้ตรงตามตารางวิเคราะห์

3.4 นำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้เพิ่มเติม เรื่อง เคมีอินทรีย์ที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบความเหมาะสมและความสอดคล้องของสาระการเรียนรู้กับจุดประสงค์การเรียนรู้ กับพฤติกรรมที่ต้องการวัดของข้อคำถามในแต่ละข้อรวมทั้งความเหมาะสมของภาษาที่ใช้

3.5 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ เรื่อง เคมีอินทรีย์ เสนอต่อเชี่ยวชาญ 5 ท่าน ประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน ด้านเนื้อหาเคมี ด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา ด้านการสอนวิทยาศาสตร์ และการวัดและประเมินผล เพื่อประเมินค่าความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบแต่ละข้อกับจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยใช้แบบประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

+1 เมื่อแน่ใจว่าแบบทดสอบตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการวัด

0 เมื่อไม่แน่ใจว่าแบบทดสอบตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการวัด

-1 เมื่อแน่ใจว่าแบบทดสอบไม่ตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการวัด

3.6 นำผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย แล้วพิจารณาเลือกแบบทดสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องมากกว่าหรือเท่ากับ .50 ขึ้นไป (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2543) ซึ่งถือว่าเป็นแบบทดสอบที่มีความสอดคล้องและความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) ผลการประเมินปรากฏว่า แบบทดสอบที่สร้างขึ้นทุกข้อมีค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่าง 0.60-1.00 (ภาคผนวก ค หน้า 218-220)

3.7 จัดพิมพ์แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แล้วนำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนชลกันยานุกูล อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี ภาคเรียนที่ 2 ปี การศึกษา 2560 จำนวน 30 คน ที่ผ่านการเรียนเรื่อง เคมีอินทรีย์มาแล้วและไม่ใช่กลุ่มเป้าหมาย เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ

3.8 ตรวจให้คะแนนแบบทดสอบที่นักเรียนได้ทำ โดยให้คะแนน 1 คะแนน สำหรับข้อที่ตอบถูก และให้ 0 คะแนนสำหรับข้อที่ตอบผิด หรือไม่ตอบ หรือตอบเกิน 1 คำตอบ

3.9 วิเคราะห์คะแนนรายข้อเพื่อหาค่าความยาก (p) (สมนึก ภัททิยธนี, 2549) และค่าอำนาจจำแนกรายข้อ (r) โดยคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายระหว่าง 0.20-0.80 และค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.20 ขึ้นไป (สมโภชน์ อเนกสุข, 2553) จากนั้นดำเนินการคัดเลือกข้อสอบจำนวน 30 ข้อ ที่มีค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกตามเกณฑ์ที่กำหนดโดยคำนึงถึงความครอบคลุมจุดมุ่งหมายการเรียนและโครงสร้างข้อสอบที่กำหนด และนำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่คัดเลือกไว้ 30 ข้อ มาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับของแบบทดสอบ โดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน โดยมีค่าความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง 0.43-0.60 มีค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.22-0.78 (ภาคผนวก ค หน้า 221 -222) และมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.92 (ภาคผนวก ค หน้า 224)

3.10 จัดพิมพ์แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เคมีอินทรีย์ จำนวน 30 ข้อ เพื่อนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการศึกษาค้นคว้าต่อไป

4. แบบวัดเจตคติต่อวิชาเคมี มีขั้นตอนในการสร้าง ดังนี้

4.1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบวัดเจตคติ

4.2 สร้างตารางวิเคราะห์เนื้อหาองค์ประกอบของเจตคติ ต่อวิชาเคมีและน้ำหนักในแบบวัดเจตคติต่อวิชาเคมี โดยมีเนื้อหาครอบคลุมองค์ประกอบของเจตคติต่อวิชาเคมี ดังนี้

4.2.1 ความคิดเห็นทั่วไปต่อวิชาเคมี

4.2.2 การเห็นความสำคัญของวิชาเคมี

4.2.3 ความสนใจในวิชาเคมี

4.2.4 ความนิยมชมชอบต่อวิชาเคมี

4.2.5 การแสดงออกหรือการมีส่วนร่วมในกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับวิชาเคมี

วิเคราะห์เนื้อหาองค์ประกอบของเจตคติต่อวิชาเคมีและน้ำหนักในแบบวัดเจตคติต่อวิชาเคมี ดังตารางที่ 3-3

ตารางที่ 3-3 วิเคราะห์เนื้อหาองค์ประกอบของเจตคติต่อวิชาเคมี และน้ำหนักแบบวัดเจตคติต่อวิชาเคมี

เนื้อหาองค์ประกอบของเจตคติต่อวิชาเคมี	**น้ำหนัก**	**ข้อคำถามเชิงนิมาน (ข้อ)**	**ข้อคำถามเชิงนิเสธ (ข้อ)**	**รวม (ข้อ)**
1. ความคิดเห็นทั่วไปต่อวิชาเคมี	20	4	2	6
2. การเห็นความสำคัญของวิชาเคมี	20	4	2	6
3. ความสนใจในวิชาเคมี	20	4	2	6
4. ความนิยมชมชอบต่อวิชาเคมี	20	4	2	6
5. การแสดงออกหรือการมีส่วนร่วมในกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับวิชาเคมี	20	4	2	6
รวม	100	20	10	30

4.3 สร้างแบบวัดเจตคติต่อวิชาเคมี เป็นแบบทดสอบชนิดมาตราส่วนประมาณค่าที่สร้างขึ้นโดยปรับจากแบบเจตคติของทิพย์รัตน์ ลิมพะสุต (2534 อ้างถึงใน เฉลิมพงค์ ทำงาน, 2552) วัดเจตคติความรู้สึก และความคิดเห็นที่ผู้เรียนมีความพึงพอใจและไม่พึงพอใจใน 5 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านความเห็นทั่วไปต่อวิชาเคมี 2) การเห็นความสำคัญต่อวิชาเคมี 3) ความสนใจในวิชาเคมี 4) การนิยมชมชอบต่อวิชาเคมี และ 5) การแสดงออกหรือมีส่วนร่วมในกิจกรรมเกี่ยวกับวิชาเคมี โดยแบ่งระดับความคิดเห็นเป็น 5 ระดับ ตามวิธีการของลิเกิร์ต (Likert) จำนวน 30 ข้อ ซึ่งประกอบด้วยข้อคำถามเชิงนิมาน (Positive) จำนวน 20 ข้อ และข้อคำถามเชิงนิเสธ (Negative) จำนวน 10 ข้อ

4.3.1 เมื่อปรับแบบเจตคติเสร็จสมบูรณ์ ผู้วิจัยได้นำไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบความถูกต้อง ความเที่ยงตรง และข้อเสนอแนะเพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไข

4.3.2 นำแบบวัดเจตคติต่อวิชาเคมีที่ได้รับการปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน ด้านเนื้อหาเคมี ด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา ด้านการสอนวิทยาศาสตร์ และการวัดและประเมินผล ประเมินค่าความสอดคล้อง (IOC) ของแบบสอบถามแต่ละข้อกับเนื้อหาองค์ประกอบของเจตคติต่อวิชาเคมี โดยใช้แบบประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

+1 เมื่อแน่ใจว่าแบบทดสอบตรงกับเนื้อหาองค์ประกอบของเจตคติต่อวิชาเคมีที่ต้องการวัด

0 เมื่อไม่แน่ใจว่าแบบทดสอบตรงกับเนื้อหาองค์ประกอบของเจตคติต่อวิชาเคมีที่ต้องการวัด

-1 เมื่อแน่ใจว่าแบบทดสอบไม่ตรงกับเนื้อหาองค์ประกอบของเจตคติต่อวิชาเคมีที่ต้องการวัด

แล้วนำผลการตรวจของผู้เชี่ยวชาญมาหาค่าดัชนีความสอดคล้อง โดยใช้เกณฑ์การพิจารณาแบบวัดเจตคติที่มีค่าตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2543) และนำแบบวัดเจตคติมาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ โดยมีค่าอยู่ในช่วง 0.60-1.00 (ภาคผนวก ค หน้า 225-226)

4.3.2 ผู้วิจัยนำแบบวัดเจตคติไปทดลองกับนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ห้อง 5/ 3 โรงเรียนชลกันยานุกูล จำนวน 30 คน กลุ่มเดิมที่ได้ทำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา วิชาเคมีมาก่อนหน้า และกำหนดเกณฑ์การให้คะแนน ดังตารางที่ 3-4

ตารางที่ 3-4 เกณฑ์การให้คะแนนเจตคติต่อวิชาเคมี

ข้อความแสดงเจตคติเชิงบวก		**ข้อความแสดงเจตคติเชิงลบ**	
ความหมาย	**น้ำหนัก**	**ความหมาย**	**น้ำหนัก**
เห็นด้วยอย่างยิ่ง	5	เห็นด้วยอย่างยิ่ง	1
เห็นด้วย	4	เห็นด้วย	2
ไม่แน่ใจ	3	ไม่แน่ใจ	3
ไม่เห็นด้วย	2	ไม่เห็นด้วย	4
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	1	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	5

4.3.3 เกณฑ์การแปลความหมายค่าเฉลี่ย มีการหาค่าเฉลี่ยของช่วงคะแนนดังนี้ (จิตตินันท์ เตชะคุปต์, 2542)

เกณฑ์ค่าเฉลี่ย 4.24-5.00 แปลความหมายว่า มีเจตคติที่ดีมาก

เกณฑ์ค่าเฉลี่ย 3.43-4.23 แปลความหมายว่า มีเจตคติที่ดี

เกณฑ์ค่าเฉลี่ย 2.62-3.42 แปลความหมายว่า มีเจตคติที่ปานกลาง

เกณฑ์ค่าเฉลี่ย 1.81-2.61 แปลความหมายว่า มีเจตคติที่ไม่ดี

เกณฑ์ค่าเฉลี่ย 1.00-1.80 แปลความหมายว่า มีเจตคติที่ไม่ดีอย่างมาก

4.3.4 นำแบบวัดเจตคติที่มีค่าอำนาจจำแนกตามเกณฑ์ที่กำหนด แล้วนำมาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับของแบบวัดเจตคติต่อวิชาเคมี โดยใช้สัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach) (สมโภชน์ อเนกสุข, 2553) มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.80 (ภาคผนวก ค หน้า 226)

4.3.5 นำแบบวัดที่ได้ไปใช้วัดเจตคติต่อการเรียนวิชาเคมีอินทรีย์กับกลุ่มเป้าหมาย

5. แบบทดสอบย่อยท้ายวงจร เป็นแบบทดสอบย่อยท้ายวงจรที่ให้นักเรียนทดสอบหลังจบกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละวงจร ประกอบด้วยแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา จำนวน 1 สถานการณ์ และแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนย่อยท้ายวงจร แบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวนวงจรละ 10 ข้อ เพื่อสะท้อนผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบย่อยท้ายวงจรการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีดังนี้

5.1 แบบวัดความสามารถในการณ์แก้ปัญหา มีขั้นตอนดังนี้

5.1.1 ศึกษาตำรา หนังสือ ทั้งในและต่างประเทศ ที่เป็นแนวคิดเกี่ยวกับการวัดและการประเมินผลความสามารถในการแก้ปัญหา และการสร้างแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา สามารถสรุปลักษณะแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาซึ่งมีส่วนประกอบสำคัญ 2 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 สถานการณ์ปัญหา เป็นการให้ข้อมูลเบื้องต้นในรูปแบบต่าง ๆ คือ รูปภาพกราฟ บทสนทนา ข้อมูลเชิงสถิติ ข่าวสารบ้านเมือง โดยในแต่ละสถานการณ์นั้นจะใช้เป็นข้อมูลประกอบการตอบคำถามทั้งหมด 4 คำถาม

ส่วนที่ 2 คำถาม เป็นการถามประเด็นสำคัญในกระบวนการแก้ปัญหาตามหลักของ Weir (1974) ได้เสนอขั้นตอนในการแก้ปัญหาไว้ 4 ขั้น และสามารถกำหนดระยะเวลาวิธีการทำงานที่แน่นอนได้ดี ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นระบุปัญหาวิเคราะห์ประโยคที่เป็นปัญหา หรือตั้งปัญหา หมายถึง ความสามารถในการบอกปัญหาภายในขอบเขตที่กำหนด

ขั้นที่ 2 ขั้นนิยามสาเหตุของปัญหา โดยแยกจากลักษณะที่สำคัญ หรือวิเคราะห์ปัญหาหมายถึง ความสามารถในการบอกสาเหตุที่แท้จริง หรือสาเหตุที่เป็นไปได้ของปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนด

ขั้นที่ 3 ขั้นค้นหาแนวทางแก้ปัญหา ตั้งสมมติฐานหรือวิธีการแก้ปัญหา หมายถึง ความสามารถในการหาวิธีการแก้ปัญหาให้ตรงกับสาเหตุของปัญหา

ขั้นที่ 4 ขั้นพิสูจน์คำตอบ ผลลัพธ์ที่ได้จากปัญหาหรือตรวจสอบผลลัพธ์ หมายถึง ความสามารถในการอภิปรายผลที่เกิดขึ้นหลังจากใช้วิธีการแก้ปัญหาว่าผลที่เกิดขึ้นจะเป็นอย่างไร โดยคำถามทั้งหมด 4 คำถาม แต่ละคำถามมีวัตถุประสงค์ ดังนี้

คำถามที่ 1 ให้ระบุปัญหา

คำถามที่ 2 ให้ระบุสาเหตุของปัญหา

คำถามที่ 3 ให้เสนอวิธีการแก้ปัญหา

คำถามที่ 4 ให้วิเคราะห์ผลของการแก้ปัญหา

5.2 แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนย่อยท้ายวงจร มีขั้นตอนดังนี้

5.2.1 ศึกษาหนังสือและตำราที่เกี่ยวข้องกับเรื่อง เคมีอินทรีย์

5.2.2 ศึกษาจุดประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหาจากแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้สร้างและพัฒนาขึ้น

5.2.3 สร้างตารางความสัมพันธ์ระหว่างสาระการเรียนรู้และผลการเรียนรู้ เรื่อง เคมีอินทรีย์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ดังแสดงในตารางที่ 3-5

ตารางที่ 3-5 การกำหนดจำนวนข้อของแบบทดสอบย่อยท้ายวงจรให้ครอบคลุมสาระการเรียนรู้และผลการเรียนรู้

สาระการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	จำนวนข้อสอบ (ข้อ)
1. สารประกอบเป็นสารที่ธาตุคาร์บอนเป็นองค์ประกอบมีทั้งที่เกิดในธรรมชาติ และที่มนุษย์สังเคราะห์ขึ้น 2. โครงสร้างของสารประกอบอินทรีย์เขียนแสดงได้หลายแบบ เช่น โครงสร้างลิวอิส โครงสร้างแบบย่อ แบบเส้นและมุม ซึ่งโครงสร้างเหล่านี้แสดงถึงการจัดเรียงอะตอมในโมเลกุลในลักษณะสองมิติ 3. สารประกอบอินทรีย์ที่มีสูตรโมเลกุลเหมือนกัน แต่มีโครงสร้างที่ต่างกัน จัดเป็นไอโซเมอร์โครงสร้างกัน โดยเรียกปรากฏการณ์นี้ว่า ไอโซเมอริซึม และเรียกสารประกอบแต่ละชนิดว่าไอโซเมอร์ 4. สารประกอบอินทรีย์ที่มีหมู่ฟังก์ชันต่างกัน จัดเป็นสารประกอบต่างชนิดกัน และมีสมบัติที่แตกต่างกัน 5. แอลเคนเป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนอิ่มตัว โดยคาร์บอนในโมเลกุลยึดเหนี่ยวกันด้วยพันธะเดี่ยวทั้งหมด	1. มีความรู้ในเรื่องพันธะคาร์บอนและสามารถเขียนสูตรของสารประกอบคาร์บอนได้ 2. เขียนสูตรโครงสร้างไอโซเมอร์ของสารประกอบของคาร์บอนประเภทต่าง ๆ ได้ 3. อธิบายและทดลองเกี่ยวกับสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่อิ่มตัวและไม่อิ่มตัวได้	10
	4. บอกสมบัติของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน (แอลเคน แอลคีน แอลไคน์) มลพิษที่อาจเกิดขึ้นและการแก้ไข 5. มีความรู้เกี่ยวกับสารประกอบไฮโดรคาร์บอนแบบวง สารประกอบอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน และอธิบายสมบัติบางประการได้	10

ตารางที่ 3-5 (ต่อ)

สาระการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	จำนวนข้อสอบ (ข้อ)
แอลเคนที่อะตอมของคาร์บอนต่อกันเป็นวงเรียกว่าไซโคลแอลเคน 6. แอลคีนเป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนไม่อิ่มตัว มีพันธะคู่เป็นหมู่ฟังก์ชัน แอลคีนที่อะตอมของคาร์บอนต่อกันเป็นวงเรียกว่าไซโคลแอลคีน 7. แอลไคน์เป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนไม่อิ่มตัว มีพันธะสามเป็นหมู่ฟังก์ชัน มีสมบัติคล้ายกับแอลคีน 8. แอลกอฮอล์ ฟีนอล อีเทอร์ แอลดีไฮด์ คีโตน กรดคาร์บอกซิลิก และเอสเทอร์เป็นสารประกอบอินทรีย์ที่มีธาตุคาร์บอน ไฮโดรเจน และออกซิเจนเป็นองค์ประกอบ 9. อีเทอร์มีหมู่แอลคอกซีเป็นหมู่ฟังก์ชันและเป็นไอโซเมอร์กับแอลกอฮอลล์และฟีนอล 10. กรดคาร์บอกซิลิกเป็นสารประกอบอินทรีย์ที่มีหมู่คาร์บอกซิลเป็นหมู่ฟังก์ชัน	6. สรุปสมบัติของสารประกอบคาร์บอน ซึ่งมีหมู่อะตอมที่แสดงสมบัติเฉพาะแต่ละประเภทได้ 7. สรุปสมบัติของสารประกอบคาร์บอนประเภทคาร์บอกซิลิกและเอสเทอร์ ซึ่งมีหมู่อะตอมที่	10 10

ตารางที่ 3-5 (ต่อ)

สาระการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	จำนวนข้อสอบ (ข้อ)
11. เอสเทอร์มีหมู่แอลคอกซีคาร์บอนิลเป็นหมู่ฟังก์ชันและเป็นไอโซเมอร์กับกรดคาร์บอกซิลิก	แสดงสมบัติเฉพาะแต่ละประเภทได้	
	รวม	40

5.2.4 สร้างแบบทดสอบย่อยในวงจรการเรียนรู้ 4 วงจร เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวนรวม 40 ข้อ วงจรละ 10 ข้อ

5.2.5 นำแบบทดสอบย่อยท้ายวงจรที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบความเหมาะสม ความสอดคล้องของจุดประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหาจำนวนข้อของแบบทดสอบและความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ และนำไปแก้ไขปรับปรุง

วิธีการดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลไปตลอดกระบวนการวิจัย โดยมีรายละเอียดการดำเนินการเป็น 4 ขั้นตอน (PAOR) ตามลำดับต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 การวางแผน (Plan) ประกอบด้วยกิจกรรมต่อไปนี้

1. วิเคราะห์และสำรวจปัญหา ศึกษาสภาพปัญหาของนักเรียนโดยการสัมภาษณ์และสอบถามจากครูผู้สอน และนักเรียน เพื่อวิเคราะห์ให้ได้รายละเอียดและตรงกับสภาพปัญหาจริงที่เกิดในห้องเรียนมากที่สุด

2. ศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้และเทคนิควิธีการจัดการเรียนรู้ เพื่อวิเคราะห์และหาแนวทางที่จะนำมาแก้ปัญหาในห้องเรียน

3. เลือกนวัตกรรมหรือวิธีการในแก้ปัญหา

4. การสร้างเครื่องมือวิจัย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย

4.1 แผนการจัดการเรียนรู้รูปแบบ SSCS เรื่อง เคมีอินทรีย์

4.2 แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

4.3 แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา

4.4 แบบวัดเจตคติต่อวิชาเคมี

4.5 แบบทดสอบย่อยท้ายวงจร

ขั้นที่ 2 การปฏิบัติตามแผน (Action) ก่อนเข้าสู่ขั้นการปฏิบัติตามแผน ผู้วิจัยทดสอบนักเรียนกลุ่มเป้าหมายด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน เรื่อง เคมีอินทรีย์ จากนั้นดำเนินการวิจัยโดยใช้กระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการ คือ การวางแผน (Plan) การปฏิบัติตามแผน (Action) การสังเกตผลที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติตามแผน (Observe) และการสะท้อนผล (Reflect) ดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS กับกลุ่มเป้าหมายในรายวิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์ ซึ่งผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการสอนด้วยตนเอง ใช้เวลาสอนทั้งสิ้น 18 ชั่วโมง จำนวน 4 แผน โดยผู้วิจัยจะดำเนินการเป็น 4 ขั้นตอน (PAOR) และต่อเนื่องเป็น 4 วงจร สามารถแสดงขั้นตอนรายละเอียดเกี่ยวกับการดำเนินการสอนแต่ละวงจร ดังต่อไปนี้

วงจรที่ 1 ผู้วิจัยดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 กับกลุ่มเป้าหมาย ซึ่งมีขั้นตอนย่อย ดังนี้

1. การวางแผน ปรับปรุงและแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS ที่ได้จากการนำไปทดลองใช้ (Try out)

2. การปฏิบัติตามแผน ผู้วิจัยดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง พันธะคาร์บอน

3. การสังเกตผลที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติตามแผน โดยใช้แบบทดสอบย่อยท้ายวงจร อนุทินสะท้อนผลการเรียนรู้ของนักเรียน การบันทึกท้ายแผนของผู้วิจัย

4. การสะท้อนผลผู้วิจัย และนักเรียน ร่วมกันสรุป หาจุดเด่นและจุดด้อยจากการใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS แผนที่ 1 เพื่อนำไปวางแผนในวงจรที่ 2 ต่อไป

วงจรที่ 2 ผู้วิจัยดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 กับกลุ่มเป้าหมาย ซึ่งมีขั้นตอนย่อย ดังนี้

1. การวางแผน ปรับปรุงและแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS โดยใช้ข้อมูลจากการสะท้อนผลในวงจรที่ 1

2. การปฏิบัติตามแผน ผู้วิจัยดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง ไฮโดรคาร์บอน

3. การสังเกตผลที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติตามแผน โดยใช้แบบทดสอบย่อยท้ายวงจร อนุทินสะท้อนผลการเรียนรู้ของนักเรียน การบันทึกท้ายแผนของผู้วิจัย

4. การสะท้อนผลผู้วิจัย และนักเรียน ร่วมกันสรุปปัญหาที่เกิดขึ้น หาจุดเด่นและจุดด้อยจากการใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS แผนที่ 2 เพื่อนำไปวางแผนในวงจรที่ 3 ต่อไป

วงจรที่ 3 ผู้วิจัยดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 กับกลุ่มเป้าหมาย ซึ่งมีขั้นตอนย่อย ดังนี้

1. การวางแผน ปรับปรุงและแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS โดยใช้ข้อมูลจากการสะท้อนผลในวงจรที่ 2

2. การปฏิบัติตามแผน ผู้วิจัยดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง แอลกอฮอล์ และอีเทอร์

3. การสังเกตผลที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติตามแผน โดยใช้แบบทดสอบย่อยท้ายวงจร อนุทินสะท้อนผลการเรียนรู้ของนักเรียน การบันทึกท้ายแผนของผู้วิจัย

4. การสะท้อนผล ผู้วิจัย และนักเรียน ร่วมกันสรุปปัญหาที่เกิดขึ้น หาจุดเด่นและจุดด้อยจากการใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS แผนที่ 3 เพื่อนำไปวางแผนในวงจรที่ 4 ต่อไป

วงจรที่ 4 ผู้วิจัยดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 กับกลุ่มเป้าหมาย ซึ่งมีขั้นตอนย่อย ดังนี้

1. การวางแผน ปรับปรุงและแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS โดยใช้ข้อมูลจากการสะท้อนผลในวงจรที่ 3

2. การปฏิบัติตามแผน ผู้วิจัยดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 คาร์บอกซิลิก และเอสเทอร์

3. การสังเกตผลที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติตามแผน โดยใช้แบบทดสอบย่อยท้ายวงจร อนุทินสะท้อนผลการเรียนรู้ของนักเรียน การบันทึกท้ายแผนของผู้วิจัย

4. การสะท้อนผลผู้วิจัย และนักเรียน ร่วมกันสรุปปัญหาที่เกิดขึ้น หาจุดเด่นละจุดด้อยจากการใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS แผนที่ 4 เพื่อนำไปเป็นข้อมูลเพื่อปรับปรุงต่อไป

ขั้นที่ 3 ขั้นการสังเกตผล (Observe) เมื่อสิ้นสุดการเรียนการสอนครบทุกวงจร ผู้วิจัยทดสอบหลังเรียนกับกลุ่มเป้าหมายด้วยแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนเรื่อง เคมีอินทรีย์ แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา และแบบวัดเจตคติต่อวิชาเคมี บันทึกผลการทดสอบไว้สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อวิเคราะห์ข้อมูล และสรุปผลการวิจัย

ขั้นที่ 4 ขั้นการสะท้อนผล (Reflect) ผู้วิจัย และนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลจากการใช้การเรียนรู้แบบ SSCS โดยพิจารณาจากผลการทดสอบแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา และแบบวัดเจตคติต่อวิชาเคมี เพื่ออธิบายปัญหาต่าง ๆ ที่ควรปรับปรุงและพัฒนาการจัดการเรียนรู้ต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ข้อมูลที่โดยใช้สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (*SD*) การวิเคราะห์พัฒนาการ และนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงบรรยาย

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติพื้นฐาน

1.1 ร้อยละ (Percentage) คำนวณจากสูตรต่อไปนี้ (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ, 2543)

$$p = 100 \times \frac{f}{N}$$

เมื่อ p แทน ค่าร้อยละ

f แทน ความถี่ที่ต้องการแปลงให้เป็นค่าร้อยละ

N แทน จำนวนความถี่ทั้งหมด

1.2 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Mean) โดยคำนวณจากสูตร (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543)

$$\overline{X} = \frac{\sum x}{N}$$

เมื่อ $\overline{X}$ แทน ค่าเฉลี่ยคะแนนของกลุ่มตัวอย่าง

$\sum$x แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

1.3 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยคำนวณจากสูตร (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ, 2543)

$$SD = \sqrt{\frac{n\sum x^2 - (\sum x)^2}{n(n-1)}}$$

เมื่อ SD แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน

x คือ ข้อมูล (ตัวที่ 1, 2, 3..., n)

n แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

2. สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือ

2.1 หาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบวัดเจตคติต่อวิชาเคมี โดยใช้ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม (IOC) (สมโภชน์ อเนกสุข, 2553)

$$\text{IOC} = \frac{\sum R}{N}$$

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อมูลกับจุดประสงค์

$\sum R$ แทน ผลรวมของคะแนนความสอดคล้องตามการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2.2 หาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบวัดความสามารในการแก้ปัญหา และแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คำนวณได้จากสูตร ดังนี้

2.2.1 ค่าความยากง่ายของแบบวัดความสามารถทางการเรียน และแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (สมโภชน์ อเนกสุข, 2553)

$$p = \frac{R}{N}$$

เมื่อ p แทน ค่าความยากของข้อสอบ

R แทน จำนวนผู้สอบที่ตอบถูก

N แทน จำนวนผู้สอบทั้งหมด

2.2.2 ค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา และแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทำได้โดยการใช้เทคนิค 50% เพื่อแบ่งข้อสอบออกเป็น 2 กลุ่ม แล้วใช้สูตรเพื่อหาค่าอำนาจจำแนก (สมโภชน์ อเนกสุข, 2553)

$$r = \frac{R_U}{N_U} - \frac{R_l}{N_l}$$

เมื่อ r แทน ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ

R_U แทน จำนวนผู้สอบที่ตอบถูกในกลุ่มสูง

R_l แทน จำนวนผู้สอบที่ตอบถูกในกลุ่มต่ำ

N_U แทน จำนวนผู้สอบในกลุ่มสูง

N_l แทน จำนวนผู้สอบในกลุ่มต่ำ

2.3 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา และแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้สูตรของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson Method) (สมโภชน์ อเนกสุข, 2553)

$$KR\text{-}20 = \frac{N}{(N-1)}\left[1 - \frac{\sum pq}{S^2}\right]$$

เมื่อ N แทน จำนวนข้อของคำถาม

p แทน สัดส่วนของผู้สอบที่ตอบได้ 1 คะแนน

q แทน สัดส่วนของผู้สอบที่ตอบได้ 0 คะแนน

S^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนรวมทั้งหมด

หาได้จากสูตร

$$S^2 = \frac{\sum\left(x - \bar{x}\right)^2}{N}$$

เมื่อ N แทน จำนวนคนที่ทำการทดสอบ

2.4 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดเจตคติต่อวิชาเคมี โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α - Coefficient) โดยใช้สูตรของครอนบาค (Cronbuch) (สมโภชน์ อเนกสุข, 2553)

$$\alpha = \frac{n}{n-1}1[-\frac{\sum S_i^2}{S^2}]$$

เมื่อ α แทน สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น

n แทน จำนวนข้อ

S_i^2 แทน คะแนนความแปรปรวนแต่ละข้อ

S_t^2 แทน คะแนนความแปรปรวนทั้งฉบับ

3. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์พัฒนาการใช้การวิเคราะห์คะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์ คำนวณจากสูตร (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2556)

$$GS\% = \frac{Y - X}{F - X} \times 100$$

เมื่อ GS% แทน คะแนนร้อยละของพัฒนาการของผู้เรียน

X แทน คะแนนวัดครั้งก่อน

Y แทน คะแนนวัดครั้งหลัง

F แทน คะแนนเต็ม

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัย เรื่อง ผลการจัดการเรียนการสอนด้วยรูปแบบ SSCS ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหา ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และเจตคติต่อวิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูลและได้นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลเป็น 4 ประเด็น ดังนี้

1. ผลการวิเคราะห์พัฒนาการด้านความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
2. ผลการวิเคราะห์พัฒนาการด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
3. ผลการวิเคราะห์พัฒนาการด้านความสามารถในการแก้ปัญหา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวงจรที่ 1 ถึงวงจรที่ 4
4. ผลการวิเคราะห์ด้านเจตคติต่อวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ผลการวิเคราะห์พัฒนาการด้านความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้รูปแบบ SSCS เรื่อง เคมีอินทรีย์ ได้ผลดังตารางที่ 4-1

ตารางที่ 4-1 คะแนนพัฒนาการด้านความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้รูปแบบ SSCS เรื่อง เคมีอินทรีย์

เลขที่	คะแนนก่อนเรียน					คะแนนหลังเรียน					คะแนนพัฒนาการ				
	ขั้นระบุปัญหา	ขั้นนิยามสาเหตุปัญหา	ขั้นค้นหาแนวทาง	ขั้นพิสูจน์คำตอบ	รวมทั้งฉบับ	ขั้นระบุปัญหา	ขั้นนิยามสาเหตุ	ขั้นค้นหาแนวทาง	ขั้นพิสูจน์คำตอบ	รวมทั้งฉบับ	ขั้นระบุปัญหา	ขั้นนิยามสาเหตุ	ขั้นค้นหาแนวทาง	ขั้นพิสูจน์คำตอบ	รวมทั้งฉบับ
	(1)	(1)	(1)	(1)	(4)	(1)	(1)	(1)	(1)	(4)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
1	1	0	1	1	3	1	1	0	1	3	0.00	100.0	0.00	0.00	0.00
2	1	0	1	1	3	1	1	1	0	3	0.00	100.0	0.00	0.00	0.00
3	1	0	1	1	3	1	1	1	0	3	0.00	100.0	0.00	0.00	0.00
4	1	0	1	1	3	1	1	1	0	3	0.00	100.0	0.00	0.00	0.00
5	1	0	0	0	1	1	1	0	0	2	0.00	100.0	0.00	0.00	33.33
6	1	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	-100.0
7	1	0	1	1	3	1	1	1	1	4	0.00	100.0	0.00	0.00	100.0
8	1	1	1	0	3	0	1	1	1	3	0.00	0.00	0.00	100.0	0.00
9	1	1	0	0	2	0	1	1	1	3	0.00	0.00	100.00	100.0	50.00

ตารางที่ 4-1 (ต่อ)

เลขที่	คะแนนก่อนเรียน					คะแนนหลังเรียน					คะแนนพัฒนาการ				
	ขั้นระบุปัญหา (1)	ขั้นนิยามสาเหตุปัญหา (1)	ขั้นค้นหาแนวทาง (1)	ขั้นพิสูจน์คำตอบ (1)	รวมทั้งฉบับ (4)	ขั้นระบุปัญหา (1)	ขั้นนิยามสาเหตุ (1)	ขั้นค้นหาแนวทาง (1)	ขั้นพิสูจน์คำตอบ (1)	รวมทั้งฉบับ (4)	ขั้นระบุปัญหา (%)	ขั้นนิยามสาเหตุ (%)	ขั้นค้นหาแนวทาง (%)	ขั้นพิสูจน์คำตอบ (%)	รวมทั้งฉบับ (%)
10	1	0	1	1	3	1	1	1	1	4	0.00	100.0	0.00	0.00	100.0
11	1	0	0	0	1	1	1	1	1	4	0.00	100.0	100. 0	100.0	100.0
12	1	0	1	1	3	0	0	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	-300.0
13	0	0	0	0	0	1	1	1	1	4	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
14	0	0	0	0	0	1	1	0	0	2	100.0	100.0	0.00	0.00	50.00
15	1	1	0	0	2	1	1	0	0	2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
16	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	-33.33
17	1	0	0	0	1	0	1	1	1	3	0.00	100.0	100.0	100.0	66.67
18	1	0	1	0	2	1	1	1	0	3	0.00	100.0	0.00	0.00	50.00

ตารางที่ 4-1 (ต่อ)

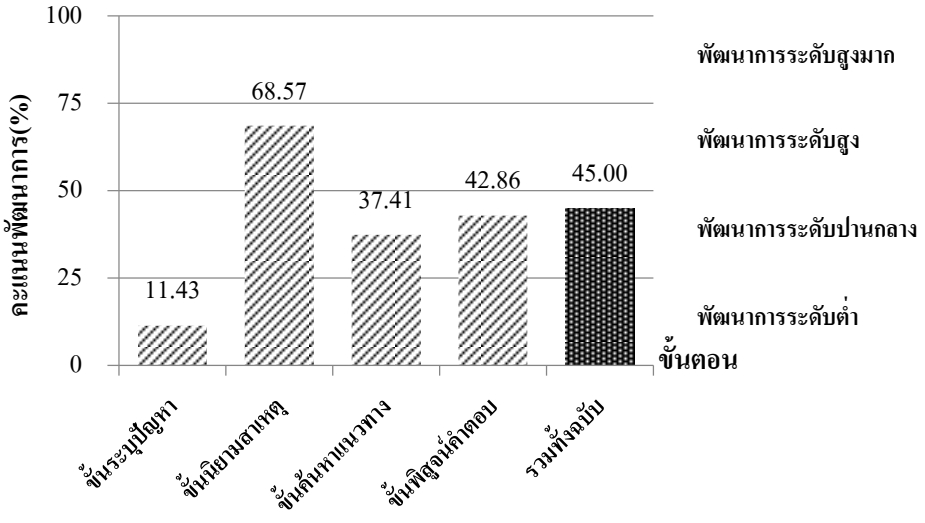
เลขที่	คะแนนก่อนเรียน					คะแนนหลังเรียน					คะแนนพัฒนาการ				
	ขั้นระบุปัญหา	ขั้นนิยามสาเหตุปัญหา	ขั้นค้นหาแนวทาง	ขั้นพิสูจน์คำตอบ	รวมทั้งฉบับ	ขั้นระบุปัญหา	ขั้นนิยามสาเหตุ	ขั้นค้นหาแนวทาง	ขั้นพิสูจน์คำตอบ	รวมทั้งฉบับ	ขั้นระบุปัญหา	ขั้นนิยามสาเหตุ	ขั้นค้นหาแนวทาง	ขั้นพิสูจน์คำตอบ	รวมทั้งฉบับ
	(1)	(1)	(1)	(1)	(4)	(1)	(1)	(1)	(1)	(4)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
19	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	-33.33
20	0	0	0	0	0	1	1	1	1	4	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
21	1	0	0	0	1	1	1	1	1	4	0.00	100.0	100.0	100.0	100.0
22	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	-33.33
23	1	0	1	1	3	0	1	1	1	3	0.00	100.0	0.00	0.00	0.00
24	0	0	0	0	0	1	1	1	1	4	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
25	1	0	1	1	3	0	0	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	-300.0
26	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	-33.33
27	1	0	1	0	2	0	1	1	1	3	0.00	100.0	0.00	100.0	50.00

ตารางที่ 4-1 (ต่อ)

เลขที่	คะแนนก่อนเรียน					คะแนนหลังเรียน					คะแนนพัฒนาการ				
	ขั้นระบุปัญหา	ขั้นวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา	ขั้นค้นหาแนวทางแก้ไข	ขั้นพิสูจน์คำตอบ	รวมทั้งฉบับ	ขั้นระบุปัญหา	ขั้นวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา	ขั้นค้นหาแนวทางแก้ไข	ขั้นพิสูจน์คำตอบ	รวมทั้งฉบับ	ขั้นระบุปัญหา	ขั้นวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา	ขั้นค้นหาแนวทางแก้ไข	ขั้นพิสูจน์คำตอบ	รวมทั้งฉบับ
	(1)	(1)	(1)	(1)	(4)	(1)	(1)	(1)	(1)	(4)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
28	1	0	0	0	1	1	1	1	1	4	0.00	100.0	100.0	100.0	100.0
29	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0.00	100.0	0.00	0.00	0.00
30	0	0	0	0	0	0	1	1	1	3	0.00	100.0	100.0	100.0	75.00
31	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0.00	100.0	0.00	0.00	0.00
32	1	0	0	0	1	1	1	1	1	4	0.00	100.0	100.0	100.0	100.0
33	1	0	0	0	1	1	1	1	1	4	0.00	100.0	100.0	100.0	100.0
34	1	0	0	0	1	1	1	1	1	4	0.00	100.0	100.0	100.0	100.0
35	1	1	0	0	2	1	1	1	1	4	0.00	0.00	100.0	100.0	100.0

ตารางที่ 4-1 (ต่อ)

เลขที่	คะแนนก่อนเรียน					คะแนนหลังเรียน					คะแนนพัฒนาการ				
	ขั้นระบุปัญหา	ขั้นนิยามสาเหตุปัญหา	ขั้นค้นหาแนวทาง	ขั้นพิสูจน์คำตอบ	รวมทั้งฉบับ	ขั้นระบุปัญหา	ขั้นนิยามสาเหตุ	ขั้นค้นหาแนวทาง	ขั้นพิสูจน์คำตอบ	รวมทั้งฉบับ	ขั้นระบุปัญหา	ขั้นนิยามสาเหตุ	ขั้นค้นหาแนวทาง	ขั้นพิสูจน์คำตอบ	รวมทั้งฉบับ
	(1)	(1)	(1)	(1)	(4)	(1)	(1)	(1)	(1)	(4)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
$\overline{X}$	0.86	0.14	0.34	0.26	1.60	0.57	0.80	0.63	0.54	2.54	11.43	68.57	37.14	42.86	45.00
SD	0.36	0.36	0.48	0.44	1.06	0.50	0.41	0.49	0.51	1.52	32.28	47.10	49.02	50.21	45.47



ภาพที่ 4-1 ระดับพัฒนาการด้านความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้รูปแบบ SSCS เรื่อง เคมีอินทรีย์

จากตารางที่ 4-1 และภาพที่ 4-1 แสดงให้เห็นว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้รูปแบบ SSCS มีคะแนนพัฒนาการของความสามารถในการแก้ปัญหารวมทั้งฉบับเฉลี่ยร้อยละ 45.00 ซึ่งมีพัฒนาการอยู่ในระดับปานกลาง เมื่อพิจารณาความสามารถในการแก้ปัญหาเป็นรายด้าน พบว่า ขั้นนิยามสาเหตุของปัญหา มีคะแนนพัฒนาการสูงที่สุด ร้อยละ 68.57 รองลงมาเป็นขั้นพิสูจน์คำตอบ ร้อยละ 42.86 ขั้นค้นหาแนวทางแก้ปัญหา ร้อยละ 37.14 และขั้นระบุปัญหา ร้อยละ 11.43 ตามลำดับ ซึ่งในภาพรวมนักเรียนมีพัฒนาการในระดับสูงในขั้นนิยามสาเหตุของปัญหา พัฒนาการในระดับปานกลางในขั้นพิสูจน์คำตอบ และขั้นค้นหาแนวทางแก้ปัญหา และพัฒนาการในระดับต่ำในขั้นระบุปัญหา ตามระดับคะแนนพัฒนาการด้านความสามารถในการแก้ปัญหา

2. ผลการวิเคราะห์พัฒนาการด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้รูปแบบ SSCS เรื่อง เคมีอินทรีย์ ได้ผลดังตารางที่ 4-2 และตารางที่ 4-3 ดังนี้

ตารางที่ 4-2 คะแนนพัฒนาการด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้รูปแบบ SSCS เรื่อง เคมีอินทรีย์

เลขที่	คะแนนก่อนเรียน							คะแนนหลังเรียน							คะแนนพัฒนาการ						
	ความรู้-จำ	ความเข้าใจ	นำไปใช้	วิเคราะห์	สังเคราะห์	ประเมินค่า	รวมทั้งฉบับ	ความรู้-จำ	ความเข้าใจ	นำไปใช้	วิเคราะห์	สังเคราะห์	ประเมินค่า	รวมทั้งฉบับ	ความรู้-จำ	ความเข้าใจ	นำไปใช้	วิเคราะห์	สังเคราะห์	ประเมินค่า	รวมทั้งฉบับ
	(4)	(8)	(5)	(7)	(3)	(3)	(30)	(4)	(8)	(5)	(7)	(3)	(3)	(30)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
1	1	2	0	0	0	0	3	3	7	4	6	2	2	24	66.67	83.33	80.00	85.71	66.67	66.67	77.78
2	1	3	0	2	1	1	8	2	7	3	4	1	3	20	33.33	80.00	60.00	40.00	0.00	100.0	54.55
3	0	4	1	3	1	0	9	3	6	4	7	1	1	22	75.00	50.00	75.00	100.0	0.00	33.33	61.90
4	1	1	1	3	1	0	7	2	4	1	5	0	1	13	33.33	42.86	0.00	50.00	0.00	33.33	26.09
5	0	7	0	3	1	0	11	2	6	2	4	0	0	14	50.00	0.00	40.00	25.00	0.00	0.00	15.79
6	1	2	0	1	1	0	5	2	5	2	5	1	2	17	33.33	50.00	40.00	66.67	0.00	66.67	48.00
7	1	1	2	4	0	1	9	2	4	1	4	2	2	15	33.33	42.86	0.00	0.00	66.67	50.00	28.57
8	1	5	4	3	0	0	13	3	7	4	6	2	2	24	66.67	66.67	0.00	75.00	66.67	66.67	64.71
9	1	3	3	2	0	1	10	3	7	4	6	1	2	23	66.67	80.00	50.00	80.00	33.33	50.00	65.00
10	1	2	0	2	2	1	8	3	5	0	3	1	0	12	66.67	50.00	0.00	20.00	0.00	0.00	18.18
11	1	1	0	1	0	0	3	3	7	3	7	1	1	22	66.67	85.71	60.00	100.0	33.33	33.33	70.37
12	1	3	2	4	1	1	12	2	6	2	7	1	2	20	33.33	60.00	0.00	100.0	0.00	50.00	44.44

ตารางที่ 4-2 (ต่อ)

เลขที่	คะแนนก่อนเรียน							คะแนนหลังเรียน							คะแนนพัฒนาการ						
	ความรู้ - จำ	ความเข้าใจ	นำไปใช้	วิเคราะห์	สังเคราะห์	ประเมินค่า	รวมทั้งฉบับ	ความรู้ - จำ	ความเข้าใจ	นำไปใช้	วิเคราะห์	สังเคราะห์	ประเมินค่า	รวมทั้งฉบับ	ความรู้ - จำ	ความเข้าใจ	นำไปใช้	วิเคราะห์	สังเคราะห์	ประเมินค่า	รวมทั้งฉบับ
	(4)	(8)	(5)	(7)	(3)	(3)	(30)	(4)	(8)	(5)	(7)	(3)	(3)	(30)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
13	1	0	1	3	0	2	7	3	7	3	5	1	1	20	66.67	87.50	50.00	50.00	33.33	0.00	56.52
14	0	2	2	1	1	0	6	2	8	2	5	1	1	19	50.00	100.0	0.00	66.67	0.00	33.33	54.17
15	2	2	2	1	0	0	7	2	5	3	2	0	1	13	0.00	50.00	33.33	16.67	0.00	33.33	26.09
16	0	2	3	3	1	0	9	3	8	3	6	2	1	23	75.00	100.0	0.00	75.00	50.00	33.33	66.67
17	0	3	0	1	1	1	6	3	8	4	7	1	1	24	75.00	100.0	80.00	100.0	0.00	0.00	75.00
18	0	3	0	3	1	0	7	4	7	2	5	2	2	22	100.0	80.00	40.00	50.00	50.00	66.67	65.22
19	0	3	0	4	2	1	10	3	7	3	6	2	1	22	75.00	80.00	60.00	66.67	0.00	0.00	60.00
20	1	2	0	3	1	1	8	2	8	2	6	1	0	19	33.33	100.0	40.00	75.00	0.00	0.00	50.00
21	0	1	0	2	1	0	4	3	7	4	7	1	1	23	75.00	85.71	80.0	100.0	0.00	33.33	73.08
22	1	4	0	1	0	1	7	2	5	2	4	1	2	16	33.33	25.00	40.00	50.00	33.33	50.00	39.13
23	0	5	0	4	1	0	10	3	8	2	7	1	2	23	75.00	100.0	40.00	100.0	0.00	66.67	65.00
24	0	3	1	2	0	1	7	2	6	1	2	1	1	13	50.00	60.00	0.00	0.00	33.33	0.00	26.09
25	0	3	3	2	0	1	9	2	6	1	5	1	2	17	50.00	60.00	0.00	60.00	33.33	50.00	38.10
26	1	2	4	1	0	0	8	2	7	3	6	2	2	22	33.33	83.33	0.00	83.33	66.67	66.67	63.64

ตารางที่ 4-2 (ต่อ)

เลขที่	คะแนนก่อนเรียน							คะแนนหลังเรียน							คะแนนพัฒนาการ						
	ความรู้ - จำ	ความเข้าใจ	นำไปใช้	วิเคราะห์	สังเคราะห์	ประเมินค่า	รวมทั้งฉบับ	ความรู้ - จำ	ความเข้าใจ	นำไปใช้	วิเคราะห์	สังเคราะห์	ประเมินค่า	รวมทั้งฉบับ	ความรู้ - จำ	ความเข้าใจ	นำไปใช้	วิเคราะห์	สังเคราะห์	ประเมินค่า	รวมทั้งฉบับ
	(4)	(8)	(5)	(7)	(3)	(3)	(30)	(4)	(8)	(5)	(7)	(3)	(3)	(30)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
27	1	1	1	1	0	2	6	3	7	4	5	1	2	22	66.67	85.71	75.00	66.67	33.33	0.00	66.67
28	2	1	2	3	1	1	10	2	7	1	6	1	2	19	0.00	85.71	0.00	75.00	0.00	50.00	45.00
29	0	2	2	1	1	1	7	3	7	4	6	1	2	23	75.00	83.33	66.67	83.33	0.00	50.00	69.57
30	1	3	2	2	0	0	8	2	6	0	2	2	0	12	33.33	60.00	0.00	0.00	66.67	0.00	18.18
31	1	3	1	1	0	1	7	2	4	1	4	1	2	14	33.33	20.00	0.00	50.00	33.33	50.00	30.43
32	1	2	0	3	0	2	8	4	7	2	6	1	2	22	100.0	83.33	40.00	75.00	33.33	0.00	63.64
33	2	3	0	0	1	2	8	3	6	5	6	1	2	23	50.00	60.00	100.0	85.71	0.00	0.00	68.18
34	1	2	0	1	0	0	4	2	6	3	5	1	2	19	33.33	66.67	60.00	66.67	33.33	66.67	57.69
35	1	2	2	1	0	1	7	1	5	1	3	2	1	13	0.00	50.00	0.00	33.33	66.67	0.00	26.09
$\overline{X}$	0.74	2.51	1.11	2.06	0.57	0.66	7.66	2.51	6.37	2.46	5.14	1.17	1.46	19.1	51.67	68.51	34.57	62.04	23.81	34.29	50.84
SD	0.61	1.36	1.25	1.16	0.61	0.68	2.29	0.66	1.17	1.29	1.48	0.57	0.74	4.06	25.31	24.40	31.98	30.06	25.97	28.57	18.70

ตารางที่ 4-3 คะแนนพัฒนาการด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้รูปแบบ SSCS เรื่อง เคมีอินทรีย์ แบ่งตามสาระการเรียนรู้

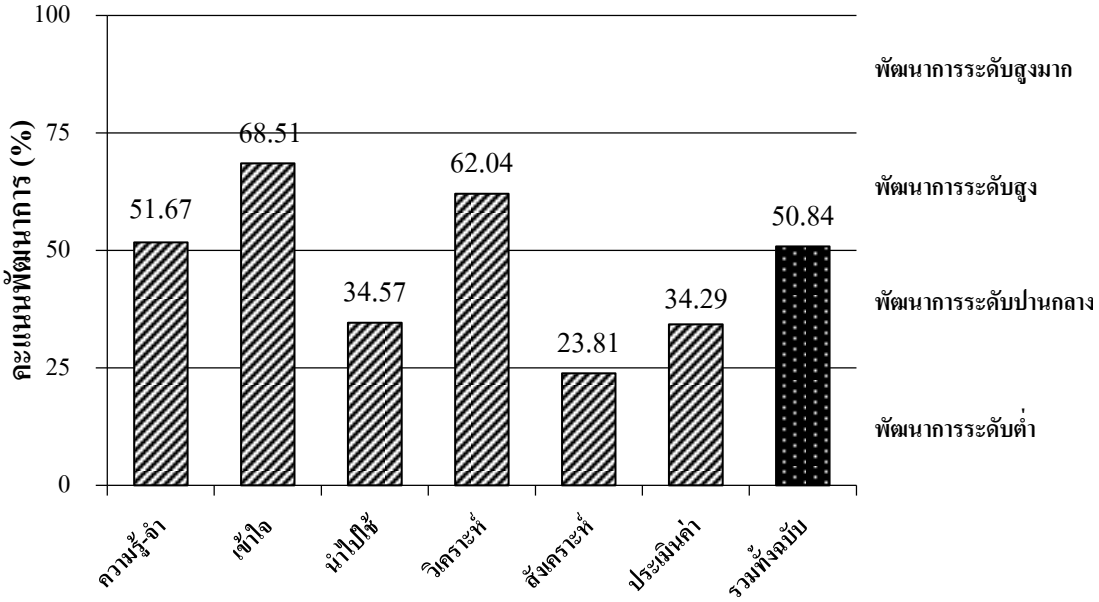
เลขที่	คะแนนพัฒนาการ(%)										
	สาระที่ 1 (2)	สาระที่ 2 (2)	สาระที่ 3 (2)	สาระที่ 4 (2)	สาระที่ 5 (2)	สาระที่ 6 (3)	สาระที่ 7 (4)	สาระที่ 8 (3)	สาระที่ 9 (3)	สาระที่ 10 (3)	สาระที่ 11 (4)
1	100.0	100.0	100.0	100.0	50.00	100.0	75.00	66.67	66.67	100.0	75.00
2	0.00	50.00	0.00	50.00	-100.0	0.00	66.67	0.00	100.0	66.67	100.0
3	50.00	100.0	100.0	100.0	50.00	0.00	75.00	0.00	100.0	0.00	75.00
4	50.00	50.00	0.00	-100.0	0.00	50.00	33.33	0.00	33.33	66.67	25.00
5	50.00	0.00	100.0	0.00	50.00	0.00	-50.00	0.00	0.00	33.33	25.00
6	0.00	0.00	50.00	50.00	50.00	66.67	25.00	33.33	50.00	50.00	75.00
7	50.00	0.00	0.00	0.00	50.00	66.67	-200.0	0.00	50.00	100.0	100.0
8	50.00	100.0	0.00	100.0	0.00	0.00	66.67	50.00	50.00	100.0	75.00
9	50.00	100.0	0.00	100.0	0.00	100.0	75.00	50.00	0.00	50.00	66.67
10	100.0	100.0	50.00	0.00	0.00	33.33	-33.33	0.00	50.00	0.00	33.33
11	50.00	100.0	100.0	50.00	0.00	100.0	50.00	66.67	100.0	66.67	75.00
12	50.00	100.0	0.00	0.00	0.00	50.00	0.00	50.00	100.0	66.67	100.0

ตารางที่ 4-3 (ต่อ)

เลขที่	คะแนนพัฒนาการ(%)										
	สาระที่ 1 (2)	สาระที่ 2 (2)	สาระที่ 3 (2)	สาระที่ 4 (2)	สาระที่ 5 (2)	สาระที่ 6 (3)	สาระที่ 7 (4)	สาระที่ 8 (3)	สาระที่ 9 (3)	สาระที่ 10 (3)	สาระที่ 11 (4)
13	50.00	100.0	0.00	100.0	0.00	100.0	25.00	50.00	100.0	66.67	50.00
14	50.00	100.0	0.00	-100.0	50.00	100.0	50.00	66.67	66.67	50.00	75.00
15	0.00	100.0	0.00	-100.0	50.00	33.33	0.00	33.33	33.33	33.33	50.00
16	50.00	100.0	100.0	0.00	100.0	100.0	33.33	50.00	100.0	50.00	75.00
17	50.00	100.0	100.0	100.0	50.00	100.0	50.00	50.00	100.0	50.00	75.00
18	100.0	100.0	50.00	50.00	100.0	0.00	75.00	0.00	50.00	66.67	100.0
19	50.00	100.0	100.0	50.00	100.0	100.0	0.00	0.00	100.0	0.00	50.00
20	0.00	100.0	50.00	50.00	50.00	100.0	66.67	33.33	0.00	0.00	33.33
21	50.00	100.0	100.0	100.0	50.00	100.0	33.33	66.67	100.0	50.00	75.00
22	0.00	100.0	50.00	50.00	0.00	0.00	0.00	33.33	66.67	66.67	66.67
23	50.00	0.00	50.00	100.0	0.00	100.0	75.00	0.00	100.0	50.00	100.0
24	50.00	100.0	50.00	0.00	50.00	66.67	25.00	-50.00	0.00	0.00	33.33

ตารางที่ 4-3 (ต่อ)

เลขที่	คะแนนพัฒนาการ(%)										
	สาระที่ 1 (2)	สาระที่ 2 (2)	สาระที่ 3 (2)	สาระที่ 4 (2)	สาระที่ 5 (2)	สาระที่ 6 (3)	สาระที่ 7 (4)	สาระที่ 8 (3)	สาระที่ 9 (3)	สาระที่ 10 (3)	สาระที่ 11 (4)
25	50.00	100.0	50.00	-100.0	50.00	66.67	-200.0	33.33	50.00	50.00	100.0
26	0.00	100.0	0.00	50.00	50.00	100.0	0.00	50.00	66.67	100.0	75.00
27	50.00	100.0	100.0	100.0	0.00	100.0	75.00	-100.0	66.67	66.67	66.67
28	0.00	100.0	0.00	0.00	0.00	66.67	33.33	0.00	100.0	-100.0	100.0
29	50.00	100.0	100.0	100.0	0.00	100.0	75.00	50.00	66.67	50.00	66.67
30	50.00	50.00	0.00	-100.0	0.00	0.00	50.00	0.00	0.00	-50.00	50.00
31	50.00	100.0	100.0	-100.0	0.00	33.33	0.00	33.33	0.00	33.33	66.67
32	100.0	100.0	50.00	50.00	50.00	66.67	66.67	33.33	0.00	66.67	100.0
33	50.00	100.0	100.0	100.0	0.00	50.00	100.0	100.0	66.67	66.67	33.33
34	0.00	100.0	100.0	50.00	0.00	66.67	25.00	33.33	66.67	66.67	100.0
35	-100.0	0.00	0.00	0.00	100.0	66.67	33.33	-100.0	66.67	0.00	50.00
$\bar{X}$	40.00	82.86	50.00	28.57	28.57	62.38	25.00	22.38	59.05	43.81	69.05
SD	35.97	36.26	43.72	69.96	40.74	38.42	65.74	42.58	36.46	42.03	24.13



ภาพที่ 4-2 ระดับพัฒนาการด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้รูปแบบ SSCS เรื่อง เคมีอินทรีย์

จากตารางที่ 4-2 และภาพที่ 4-2 แสดงให้เห็นว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้รูปแบบ SSCS เรื่อง เคมีอินทรีย์ มีคะแนนพัฒนาการด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรวมทั้งฉบับ เฉลี่ยร้อยละ 50.84 ซึ่งมีพัฒนาการอยู่ในระดับสูง เมื่อพิจารณาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นรายด้าน พบว่า ด้านความเข้าใจ มีคะแนนพัฒนาการสูงที่สุด ร้อยละ 68.51 รองลงมาเป็นด้านการวิเคราะห์ ร้อยละ 62.04 ด้านความรู้-จำ ร้อยละ 51.67 ด้านการนำไปใช้ ร้อยละ 34.57 ด้านการประเมินค่า ร้อยละ 34.29 และด้านการสังเคราะห์ ร้อยละ 23.81 ตามลำดับ ซึ่งในภาพรวมนักเรียนมีพัฒนาการในระดับสูงในด้านความเข้าใจ ด้านการวิเคราะห์ และด้านความรู้-จำ พัฒนาการในระดับปานกลางในด้านการนำไปใช้ และด้านการประเมินค่า และพัฒนาการในระดับต่ำในด้านการสังเคราะห์ ตามระดับคะแนนพัฒนาการด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

จากตารางที่ 4-3 แสดงให้เห็นว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้รูปแบบ SSCS เรื่อง เคมีอินทรีย์ มีคะแนนพัฒนาการด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบ่งตามสาระการเรียนรู้ เมื่อพิจารณารายสาระการเรียนรู้พบว่า สาระการเรียนรู้ที่ 2 มีคะแนนพัฒนาการสูงที่สุด ร้อยละ 82.86 ซึ่งเป็นสาระการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับโครงสร้างของสารประกอบอินทรีย์เขียนแสดงได้หลายแบบได้แสดงถึงการจัดเรียงอะตอมในโมเลกุลในลักษณะสองมิติ และพบว่าสาระการเรียนรู้ที่ 8 มีคะแนนพัฒนาการต่ำที่สุด ร้อยละ 22.38 ซึ่งเป็นสาระการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับ

แอลกอฮอล์ ฟีนอล อีเทอร์ แอลดีไฮด์ คีโตน กรดคาร์บอกซิลิก และเอสเทอร์เป็นสารประกอบอินทรีย์ที่มีธาตุคาร์บอนไฮโดรเจน ซึ่งแสดงรายละเอียดรายข้อตามสาระการเรียนรู้เป็นรายบุคคลในภาคผนวก ข (ภาคผนวก ข หน้า 189-191)

3. ผลการวิเคราะห์พัฒนาการด้านความสามารถในการแก้ปัญหา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เคมีอินทรีย์ วงจรที่ 1 ถึงวงจรที่ 4 ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการเป็น 4 ขั้นตอน คือ การวางแผน (Plan) การปฏิบัติตามแผน (Action) การสังเกตผล (Observe) และการสะท้อนผล (Reflect) ในหนึ่งวงจร และต่อเนื่องทั้งหมด 4 วงจร ดังนี้

วงจรที่ 1 ผู้วิจัยดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 กับกลุ่มเป้าหมาย โดยดำเนินการ ดังนี้

1. การวางแผน (Plan) ผู้วิจัยดำเนินการปรับปรุงและแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้รูปแบบ SSCS หน่วยการเรียนรู้ เคมีอินทรีย์ เรื่อง พันธะของคาร์บอน ซึ่งเป็นแผนจัดการเรียนรู้ที่ 1 ที่ได้จากการนำไปทดลองใช้ (Try out) กับกลุ่มตัวอย่างที่มีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มเป้าหมาย ผลปรากฏว่านักเรียนมีแนวคำตอบของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ไม่สามารถตอบในประเด็นของสิ่งที่โจทย์ถาม ผู้วิจัยจึงปรับแก้ข้อคำถามให้มีความชัดเจนเพื่อให้ได้คำตอบที่ถูกต้องและสอดคล้องกับข้อคำถาม

2. การปฏิบัติตามแผน (Action) ผู้วิจัยดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง พันธะคาร์บอน รวมเป็นจำนวน 6 คาบ (270 นาที) ซึ่งผู้วิจัยสามารถจัดการเรียนการสอนได้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ได้เกือบทั้งหมด แต่มีความเคลื่อนของเวลาที่ไม่เป็นไปตามกำหนดในคาบเรียนที่ 1 และ 3 ด้วยเนื้อหาที่ต้องมีการเสริม และเชื่อมโยงความรู้ให้แก่นักเรียน นอกเหนือจากเนื้อหาหลัก เช่น ต้องมีการเสริมความรู้ในเรื่องพันธะเคมี ซึ่งเป็นเนื้อหาวิชาเคมีในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่นักเรียนได้เรียนผ่านมา เพื่อให้การจัดการเรียนรู้บรรลุตามวัตถุประสงค์ และได้บันทึกผลการจัดการเรียนรู้ทั้งหมดลงในแบบบันทึกหลังการสอน

3. การสังเกตผล (Observe) ผู้วิจัยดำเนินการโดยใช้แบบทดสอบย่อยท้ายวงจรที่ 1 ซึ่งประกอบไปด้วยแบบความสามารถในการแก้ปัญหา และแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ได้ผลดังแสดงตารางที่ 4-4

ตารางที่ 4-4 คะแนนแบบทดสอบย่อยท้ายวงจรที่ 1 หลังการใช้แผนการจัดการเรียนรู้รูปแบบ SSCS เรื่อง เคมีอินทรีย์ แผนที่ 1

นักเรียนเลขที่	คะแนนแบบทดสอบย่อยท้ายวงจรที่ 1	
	แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา (4 คะแนน)	แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (10 คะแนน)
1	2	8
2	3	8
3	3	8
4	3	3
5	3	8
6	2	8
7	3	7
8	2	8
9	4	8
10	2	7
11	3	7
12	2	9
13	1	8
14	1	8
15	3	6
16	1	7
17	4	8
18	1	9
19	1	6
20	2	5
21	1	6
22	1	8
23	2	7

ตารางที่ 4-4 (ต่อ)

นักเรียนเลขที่	คะแนนแบบทดสอบย่อยท้ายวงจรที่ 1	
	แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา (4 คะแนน)	แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (10 คะแนน)
24	3	7
25	2	9
26	1	8
27	1	8
28	1	3
29	2	8
30	1	2
31	2	6
32	2	8
33	2	8
34	3	6
35	1	8
$\overline{X}$	2.03	7.09
SD	0.92	1.67

จากตารางที่ 4-4 แสดงให้เห็นว่าแบบทดสอบย่อยท้ายวงจรที่ 1 ของนักเรียนมีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.03 คะแนน จากคะแนนเต็ม 4 คะแนน (*SD* = 0.92) และคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.09 คะแนน จากคะแนนเต็ม 10 คะแนน (*SD* = 1.67) คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหามีค่าเฉลี่ยค่อนข้างน้อย สาเหตุที่นักเรียนได้คะแนนน้อย เนื่องจากนักเรียนยังไม่ได้ถูกฝึก ไม่คุ้นเคยกับแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา และยังไม่มีพื้นฐานในการคิดแก้ปัญหา เช่น นักเรียน เลขที่ 35 กล่าวว่า “ไม่คุ้นเคยกับรูปแบบการสอนแบบนี้ และไม่เข้าใจวิธีการหาคำตอบของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา” แต่คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยค่อนข้างสูง หากพิจารณาเป็นรายบุคคล นักเรียนบางคนมีผลคะแนนออกมาค่อนข้างต่ำ จากการสังเกตของผู้วิจัยพบว่าปัญหาเกิดจากเนื้อหาในแผนของวงจรที่ 1 เรื่องพันธะคาร์บอนเป็นเรื่องที่มีธรรมชาติของเนื้อหา ได้แก่ รูปร่าง โครงสร้างโมเลกุล

ซึ่งควรจะมีลักษณะที่เป็นสามมิติเพื่อให้ง่ายต่อความเข้าใจ ทำให้นักเรียนบางคนได้คะแนนผลสัมฤทธิ์ต่ำ ซึ่งมีนักเรียน จำนวน 3 คน ที่ได้คะแนนต่ำกว่า 3 คะแนนจากคะแนนเต็ม 10 คะแนน เช่น เลขที่ 30 กล่าวว่า “มองไม่ออกเกี่ยวกับรูปร่างแบบสามมิติของโมเลกุลของสารประกอบอินทรีย์ และค่อนข้างลืมเรื่องพันธะเคมีไปแล้ว”

4. การสะท้อนผล (Reflect) ผู้วิจัยและนักเรียนร่วมกันสรุปผลที่เกิดขึ้นจากการใช้แผนการจัดการเรียนรู้รูปแบบ SSCS เรื่อง เคมีอินทรีย์ แผนที่ 1 พบว่า การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีดังกล่าวเป็นครั้งแรก นักเรียนยังไม่ได้ถูกฝึกกระบวนการการคิดแก้ปัญหามาก่อน และในด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนั้นพบว่า เนื้อหาที่เรียนเป็นเรื่องที่มีความลึกของเนื้อหา และขาดการเชื่อมโยงของเนื้อหา จากข้อมูลดังกล่าวทำให้ผู้วิจัยได้แนวทางในการปรับปรุงแผนในวงจรที่ 2 ต่อไปดังนี้

1. ผู้วิจัยให้บทความเคมีที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันกับนักเรียนเป็นรายบุคคล เพื่อให้นักเรียนเกิดความคุ้นเคยกับรูปแบบการวัดความสามารถในการแก้ปัญหา

2. ผู้วิจัยแนะนำแนวทางในการตอบซึ่งประกอบด้วย การระบุปัญหา การนิยามสาเหตุของปัญหา การค้นหาแนวทางการแก้ปัญหา และการพิสูจน์คำตอบ

3. ผู้วิจัยปรับเพิ่มการสอนเพิ่มเติมนอกเหนือจากเนื้อหาที่มีในบทเรียน เพื่อครอบคลุมเนื้อหา ซึ่งมีเนื้อหาเกี่ยวข้องกับเนื้อหาเคมีในบทอื่น

4. ผู้วิจัยแนะแนวให้ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้า และร่วมกันอภิปรายให้มากขึ้น เพื่อให้นักเรียนที่ตามไม่ทันหรือไม่เข้าใจเนื้อหาที่เรียน และเสริมแรงด้วยการกล่าวชื่นชมและให้กำลังใจกับผู้เรียน

วงจรที่ 2 ผู้วิจัยดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 กับกลุ่มเป้าหมาย โดยดำเนินการดังนี้

1. การวางแผน (Plan) ผู้วิจัยดำเนินการปรับปรุงและแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง ไฮโดรคาร์บอนที่ได้จากการนำไปทดลองใช้ (Try out) กับกลุ่มตัวอย่างที่มีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มเป้าหมาย ตามแนวทางที่ได้จากการใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

2. การปฏิบัติตามแผน (Action) ผู้วิจัยดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง ไฮโดรคาร์บอน รวมเป็นจำนวน 3 คาบ (135 นาที) ผู้วิจัยพบปัญหาในระหว่างสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 ซึ่งเน้นการทดลองเป็นหลัก เช่น การทดลองสมบัติของเฮกเซน เฮกซีน และเบนซีนว่ามีความเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร เพราะเหตุใด และได้บันทึกผลการจัดการเรียนรู้ทั้งหมดลงในแบบบันทึกหลังการสอน

3. การสังเกตผล (Observe) ผู้วิจัยดำเนินการโดยใช้แบบทดสอบย่อยท้ายวงจรที่ 2 ซึ่งประกอบไปด้วยแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา และแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งได้ผลแสดงดังตารางที่ 4-5

ตารางที่ 4-5 คะแนนแบบทดสอบย่อยท้ายวงจรที่ 2 หลังการใช้แผนการจัดการเรียนรู้รูปแบบ SSCS เรื่อง เคมีอินทรีย์ แผนที่ 2

นักเรียนเลขที่	คะแนนแบบทดสอบย่อยท้ายวงจรที่ 2	
	แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา (4 คะแนน)	แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (10 คะแนน)
1	2	8
2	3	8
3	3	8
4	3	6
5	3	8
6	2	8
7	2	6
8	3	8
9	2	8
10	3	6
11	3	10
12	2	8
13	3	10
14	3	10
15	2	6
16	2	10
17	3	6
18	3	8
19	2	10

ตารางที่ 4-5 (ต่อ)

นักเรียนเลขที่	คะแนนแบบทดสอบย่อยท้ายวงจรที่ 2	
	แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา (4 คะแนน)	แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (10 คะแนน)
20	3	6
21	3	10
22	2	8
23	3	10
24	2	4
25	2	8
26	2	6
27	3	8
28	2	4
29	3	8
30	3	6
31	3	6
32	2	10
33	3	6
34	4	6
35	3	6
$\overline{X}$	2.63	7.54
SD	0.55	1.75

จากตารางที่ 4-5 แบบทดสอบย่อยท้ายวงจรที่ 2 นักเรียนมีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาเฉลี่ยเท่ากับ 2.63 คะแนน จากคะแนนเต็ม 4 คะแนน (*SD* = 0.55) และด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.54 คะแนน จากคะแนนเต็ม 10 คะแนน (*SD* = 1.75) เห็นได้ว่าคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาเฉลี่ยวงจรที่ 2 สูงกว่าคะแนนเฉลี่ยในวงจรที่ 1 ($\overline{X}$ = 2.03, *SD* = 0.92) และคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยวงจรที่ 2 สูงกว่าคะแนนเฉลี่ยในวงจรที่ 1 ($\overline{X}$ = 2.01, SD = 0.92) เมื่อพิจารณาเป็นภาพรวม พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ได้คะแนน

ความสามารถในการแก้ปัญหา เกินร้อยละ 50 และคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนค่อนข้างสูง เกินร้อยละ 60 โดยคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาโดยรวมมีคะแนนใกล้เคียงกัน นักเรียนเลขที่ 34 กล่าวว่า “เริ่มมีความคุ้นเคยกับรูปแบบการสอน และการวัดมากขึ้น เพราะแบบวัดไม่อิงเนื้อหา และเป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน” แต่มีนักเรียนบางคนที่ได้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนค่อนข้างน้อย เช่น นักเรียนเลขที่ 24 และ 28 สาเหตุเนื่องจากนักเรียนต้องซ้อมดุริยางค์ของโรงเรียน ซึ่งเป็นกิจกรรมที่นักเรียนได้ทำอยู่สม่ำเสมอ ทำให้เข้าเรียนล่าช้า

4. การสะท้อนผล (Reflect) ผู้วิจัยและนักเรียนร่วมกันสรุปผลที่เกิดขึ้นจากการใช้แผนการจัดการเรียนรู้รูปแบบ SSCS เรื่อง เคมีอินทรีย์ แผนที่ 2 พบว่า การปรับปรุงแผนที่ใช้ในการสอนในวงจรที่ 1 โดยนักเรียนส่วนใหญ่มีพัฒนาการที่ดีขึ้นทั้งในด้านความสามารถในการแก้ปัญหา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยนักเรียนมีความคุ้นเคยและเข้าใจกับรูปแบบการสอนที่เน้นให้เกิดความสามารถในการแก้ปัญหามากขึ้น จากข้อมูลดังกล่าวทำให้ผู้วิจัยได้แนวทางในการปรับปรุงแผนในวงจรที่ 3 ต่อไปดังนี้

1. ผู้วิจัยปรับสถานการณ์ที่ใช้ในการทดสอบให้มีความกระชับมากขึ้น เพื่อให้นักเรียนสามารถจับใจความสำคัญของเนื้อเรื่องได้ดีขึ้น

2. ผู้วิจัยสรุปเนื้อหาหลังสอนเสร็จ เพื่อให้นักเรียนได้ทบทวนเนื้อหา และสรุปองค์ความรู้

3. ผู้วิจัยมีการเสริมแรง ชื่นชมและให้กำลังใจนักเรียนอยู่เสมอ

วงจรที่ 3 ผู้วิจัยดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 กับกลุ่มเป้าหมาย โดยดำเนินการดังนี้

1. การวางแผน (Plan) ผู้วิจัยดำเนินการปรับปรุงและแก้ไขแผนการจัดการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง แอลกอฮอลล์และอีเทอร์ที่ได้จากการนำไปทดลองใช้ (Try out) กับกลุ่มตัวอย่างที่มีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มเป้าหมาย ตามแนวทางที่ได้จากแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

2. การปฏิบัติตามแผน (Action) ผู้วิจัยดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง แอลกอฮอลล์ และอีเทอร์ รวมเป็นจำนวน 3 คาบ (135 นาที) ซึ่งผู้วิจัยสามารถจัดการเรียนการสอนได้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ และได้บันทึกผลการจัดการเรียนรู้ทั้งหมดลงในแบบบันทึกหลังการสอน

3. การสังเกตผล (Observe) ผู้วิจัยดำเนินการ โดยใช้แบบทดสอบย่อยท้ายวงจรที่ 3 ซึ่งประกอบไปด้วยแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา และแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งได้ผลแสดงดังตารางที่ 4-6

ตารางที่ 4-6 คะแนนแบบทดสอบย่อยท้ายวงจรที่ 3 หลังการใช้แผนการจัดการเรียนรู้รูปแบบ SSCS เรื่อง เคมีอินทรีย์ แผนที่ 3

นักเรียนเลขที่	คะแนนแบบทดสอบย่อยท้ายวงจรที่ 3	
	แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา (4 คะแนน)	แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (10 คะแนน)
1	3	9
2	3	9
3	3	9
4	3	5
5	3	4
6	3	8
7	1	9
8	3	9
9	3	8
10	2	5
11	4	9
12	3	10
13	4	9
14	4	8
15	3	4
16	3	9
17	3	9
18	3	9
19	3	9
20	3	7
21	4	9
22	3	8
23	3	10
24	1	5

ตารางที่ 4-6 (ต่อ)

นักเรียนเลขที่	คะแนนแบบทดสอบย่อยท้ายวงจรที่ 3	
	แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา (4 คะแนน)	แบบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (10 คะแนน)
21	4	9
22	3	8
23	3	10
24	1	5
25	3	9
26	3	9
27	1	7
28	4	9
29	1	8
30	3	3
31	1	7
32	1	10
33	4	7
34	4	9
35	2	4
$\overline{X}$	2.80	7.77
SD	0.96	1.96

จากตารางที่ 4-6 แบบทดสอบย่อยท้ายวงจรที่ 3 คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาเฉลี่ยเท่ากับ 2.80 คะแนน จากคะแนนเต็ม 4 คะแนน (*SD* = 0.96) และคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 7.77 (*SD* = 1.96) ซึ่งคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาเฉลี่ยในวงจรที่ 3 สูงกว่าคะแนนเฉลี่ยในวงจรที่ 2 ($\overline{X}$ = 2.63, *SD* = 0.55) และวงจรที่ 1 ($\overline{X}$ = 2.03, *SD* = 0.92) ตามลำดับ และคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยในวงจรที่ 3 สูงกว่าคะแนนเฉลี่ยในวงจรที่ 2 ($\overline{X}$ = 7.54, *SD* = 1.75) และวงจรที่ 1 ($\overline{X}$ = 7.09, *SD* = 1.67) ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาเป็นภาพรวมพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ได้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาค่อนข้างสูง เกินร้อยละ 75 และคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนค่อนข้างสูง เกินร้อยละ 80 มีนักเรียนบางคนที่ได้คะแนนด้านความสามารถในการแก้ปัญหาค่อนข้างน้อย แต่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง เป็นเพราะนักเรียนไม่ได้ฝึกฝนจากแบบฝึกหัดที่ผู้วิจัยให้ไป เช่น นักเรียนเลขที่ 27, 29 และ 32 โดยเลขที่ 29 กล่าวว่า “ไม่ได้อ่านบทความที่ครูให้มา จึงไม่รู้วิธีการทำแบบวัดที่ถูกต้อง” มีนักเรียนที่ได้คะแนนด้านความสามารถในการแก้ปัญหา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนค่อนข้างน้อย เช่น นักเรียนเลขที่ 24 กล่าวว่า “ต้องซ้อมดุริยางค์ของโรงเรียน ทำให้เข้าเรียนช้า ตามไม่ทันเลยขาดความสนใจในชั่วโมงเรียนไป”

4. การสะท้อนผล (Reflect) ผู้วิจัยและนักเรียนร่วมกันสรุปผลที่เกิดขึ้นจากการใช้แผนการจัดการเรียนรู้รูปแบบ SSCS เรื่อง เคมีอินทรีย์ แผนที่ 3 การปรับปรุงแผนที่ใช้ในการสอนในวงจรที่ 2 ช่วยให้นักเรียนได้เข้าใจถึงรูปแบบของการจัดการเรียนการสอนที่เน้นให้เกิดการคิดแก้ปัญหามากขึ้น จากวงจรที่ 3 คะแนนพัฒนาการในด้านความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีแนวโน้มสูงขึ้นเมื่อเทียบกับวงจรที่ 2 และ 1 ตามลำดับ จากข้อมูลดังกล่าวทำให้ผู้วิจัยได้แนวทางในการปรับปรุงแผนในวงจรที่ 4 ต่อไปดังนี้

1. ผู้วิจัยเพิ่มเติมสถานการณ์อื่น ๆ ที่ประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน

2. ผู้วิจัยได้มอบหมายงานให้นักเรียนค้นหาเกี่ยวกับสิ่งประดิษฐ์ หรือนวัตกรรมที่เกี่ยวข้องในชีวิตประจำวัน ในรูปแบบของอินโฟกราฟฟิค (Info graphic) ซึ่งเป็นการแสดงผลของข้อมูลที่สามารถแนบรูปภาพพร้อมข้อมูลและเข้าใจง่าย เพื่อเป็นการปรับทัศนคติต่อวิชาเคมี และมองเห็นประโยชน์ต่อการเรียนเคมี

3. ผู้วิจัยต้องชื่นชมและให้กำลังใจนักเรียนอยู่เสมอ เพื่อเป็นการเพิ่มความกระตือรือร้นในการเรียนมากขึ้น

วงจรที่ 4 ผู้วิจัยดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 กับกลุ่มเป้าหมาย โดยดำเนินการดังนี้

1. การวางแผน (Plan) ผู้วิจัยดำเนินการปรับปรุงและแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง คาร์บอกซิลิกและเอสเทอร์ที่ได้จากการนำไปทดลองใช้ (Try out) กับกลุ่มตัวอย่างที่มีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มเป้าหมาย และนำไปทดลองใช้กลุ่มเป้าหมาย

2. การปฏิบัติตามแผน (Action) ผู้วิจัยดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง คาร์บอกซิลิก และเอสเทอร์ รวมเป็นจำนวน 6 คาบ (270 นาที) ซึ่งผู้วิจัยสามารถจัดการเรียนการสอนได้ตามแผนการจัดการเรียนรู้เกือบเป็นไปตามแผนทั้งหมด และได้บันทึกผลการจัดการเรียนรู้ทั้งหมดลงในแบบบันทึกหลังการสอน

3. การสังเกตผล (Observe) ผู้วิจัยดำเนินการโดยใช้แบบทดสอบย่อยท้ายวงจรที่ 4 ซึ่งประกอบไปด้วยแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา และแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งได้ผลแสดงดังตารางที่ 4-7

ตารางที่ 4-7 คะแนนแบบทดสอบย่อยท้ายวงจรที่ 4 หลังการใช้แผนการจัดการเรียนรู้รูปแบบ SSCS เรื่อง เคมีอินทรีย์ แผนที่ 4

นักเรียนเลขที่	คะแนนแบบทดสอบย่อยท้ายวงจรที่ 4	
	แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา (4 คะแนน)	แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (10 คะแนน)
1	4	10
2	4	10
3	4	10
4	4	7
5	4	8
6	1	10
7	4	10
8	4	8
9	4	7
10	0	6
11	2	10
12	1	9
13	2	10
14	2	10
15	2	10
16	1	8
17	4	7
18	4	10
19	1	8

ตารางที่ 4-7 (ต่อ)

นักเรียนเลขที่	คะแนนแบบทดสอบย่อยท้ายวงจรที่ 4	
	แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา (4 คะแนน)	แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (10 คะแนน)
20	3	10
21	2	6
22	1	10
23	4	9
24	4	10
25	1	10
26	1	9
27	2	10
28	2	4
29	4	10
30	2	10
31	4	7
32	4	8
33	2	5
34	4	10
35	3	6
$\overline{X}$	2.71	8.63
SD	1.32	1.73

จากตารางที่ 4-7 แบบทดสอบย่อยท้ายวงจรที่ 4 คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาเฉลี่ยเท่ากับ 2.71 คะแนน จากคะแนนเต็ม 4 คะแนน (*SD* = 1.32) และคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 8.63 คะแนน จากคะแนนเต็ม 10 คะแนน (*SD* = 1.73) ซึ่งคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาในวงจรที่ 4 ลดลงเล็กน้อยเมื่อเทียบกับคะแนนในวงจรที่ 3 ($\overline{X}$ = 2.80, *SD* = 0.96) แต่สูงกว่าคะแนนวงจรที่ 2 ($\overline{X}$ = 2.63, SD =0.55) และวงจรที่ 1 ($\overline{X}$ = 2.03, *SD* =0.92) ตามลำดับ สาเหตุที่คะแนนลดลงเนื่องจากนักเรียนบางคนได้คะแนน

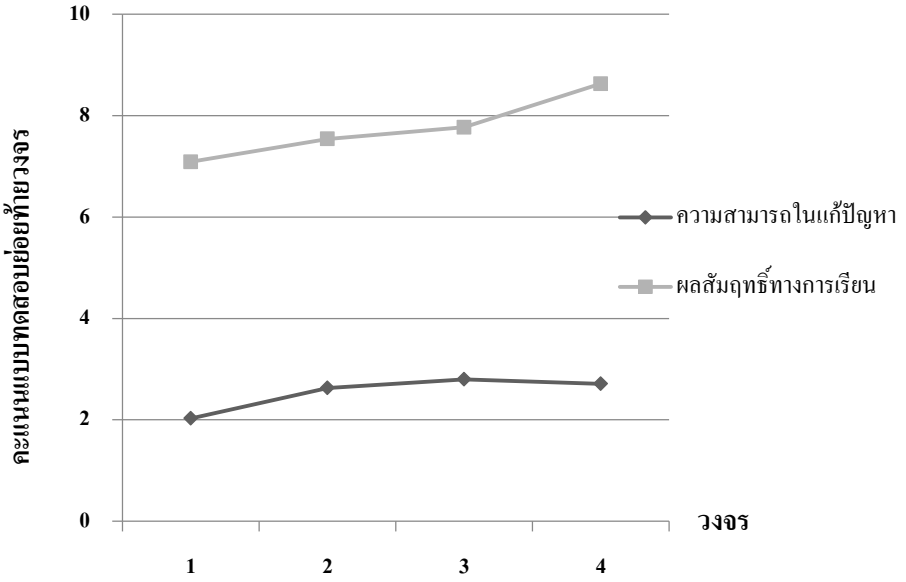
ความสามารถในการแก้ปัญหาน้อย เช่น นักเรียนเลขที่ 10 ทำแบบทดสอบไม่ครบถ้วน กล่าวว่า “ทำแบบทดสอบไม่เสร็จ เพราะต้องรีบไปสอบอีกวิชาหนึ่งในชั่วโมงถัดไป” และคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวงจรที่ 4 มีคะแนนเฉลี่ยสูงขึ้นเมื่อเทียบกับคะแนนในวงจรที่ 3 ($\overline{X}$ = 7.77, *SD* = 1.96) วงจรที่ 2 ($\overline{X}$ = 7.54, *SD* = 1.75) และวงจรที่ 1 ($\overline{X}$ = 7.09, *SD* = 1.67) ตามลำดับ

4. การสะท้อนผล (Reflect) ผู้วิจัยและนักเรียนร่วมกันสรุปผลที่เกิดขึ้นจากการใช้แผนการจัดการเรียนรู้รูปแบบ SSCS เรื่อง เคมีอินทรีย์ แผนที่ 4 การปรับปรุงแผนที่ใช้ในการสอนในวงจรที่ 3 ช่วยให้นักเรียนได้เข้าใจถึงกระบวนการคิดแก้ปัญหา จากวงจรที่ 4 สะท้อนให้เห็นว่านักเรียนมีคะแนนพัฒนาการทั้งสองด้านสูงขึ้น

จากวงจรที่ 1 ถึง 4 ผู้วิจัยสามารถสรุปคะแนนพัฒนาการของความสามารถในการแก้ปัญหา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดังตารางที่ 4-8 และภาพที่ 4-3

ตารางที่ 4-8 คะแนนพัฒนาการแบบทดสอบย่อยท้ายวงจรหลังการใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS เรื่อง เคมีอินทรีย์ วงจรที่ 1-4

คะแนนแบบทดสอบย่อยท้ายวงจร	วงจร				$\overline{X}$	*SD*
	1	2	3	4		
ความสามารถในแก้ปัญหา (4)	2.03	2.63	2.80	2.71	2.54	0.35
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (10)	7.09	7.54	7.77	8.63	7.76	0.65



ภาพที่ 4-3 กราฟแสดงระดับคะแนนพัฒนาการด้านความสามารถในการแก้ปัญหา
และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้รูปแบบ SSCS เรื่อง เคมีอินทรีย์
วงจรที่ 1-4

จากข้อมูลในตารางที่ 4-8 และภาพที่ 4-3 แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้รูปแบบ SSCS เรื่อง เคมีอินทรีย์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีคะแนนพัฒนาการด้านความสามารถในการแก้ปัญหา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

4. ผลการวิเคราะห์ด้านเจตคติต่อวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้รูปแบบ SSCS เรื่อง เคมีอินทรีย์ ได้ผลดังตารางที่ 4-9

ตารางที่ 4-9 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับเจตคติต่อวิชาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำแนกรายด้านและโดยรวม (n = 35)

เจตคติต่อวิชาเคมี	ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (*SD*)	ระดับเจตคติต่อวิชาเคมี
1. ด้านการเห็นความสำคัญต่อวิชาเคมี	4.04	0.79	ดี
2. ด้านความเห็นทั่วไปต่อวิชาเคมี	3.98	0.79	ดี
3. ด้านความสนใจในวิชาเคมี	3.39	0.79	ดี
4. ด้านการนิยมชมชอบต่อวิชาเคมี	3.21	0.97	ปานกลาง
5. ด้านการแสดงออกหรือมีส่วนร่วมในกิจกรรมเกี่ยวกับวิชาเคมี	3.11	0.87	ปานกลาง
เฉลี่ยรวม	3.54	0.85	ดี

จากตารางที่ 4-9 พบว่า นักเรียนมีระดับเจตคติต่อวิชาเคมี โดยรวมอยู่ในระดับดี โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.54 (*SD* = 0.85) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า นักเรียนมีเจตคติต่อวิชาเคมีด้านการเห็นความสำคัญต่อวิชาเคมีอยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.04 (*SD* = 0.79) รองลงมา ได้แก่ ด้านความเห็นทั่วไปต่อวิชาเคมีอยู่ในระดับดีมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.98 (*SD* = 0.79) ส่วนด้านความสนใจในวิชาเคมีอยู่ในระดับปานกลางมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.39 (*SD* = 0.79) ด้านการนิยมชมชอบต่อวิชาเคมีอยู่ในระดับปานกลางมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.21 (*SD* = 0.97) และด้านการแสดงออกหรือมีส่วนร่วมในกิจกรรมเกี่ยวกับวิชาเคมีอยู่ในระดับปานกลาง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.11 (*SD* = 0.87)

บทที่ 5
สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน (Action research) มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลการจัดการเรียนการสอนด้วยรูปแบบ SSCS ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหา ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และเจตคติต่อวิชาเคมี เรื่องเคมีอินทรีย์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งกลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 โรงเรียนชลกันยานุกูล อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี จำนวน 35 คน โดยเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบแบบ SSCS จำนวน 4 แผน 2) แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา ซึ่งเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวนทั้งหมด 20 ข้อ ค่าความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง 0.53-0.67 มีค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.33-0.73 และมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.93 3) แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวนทั้งหมด 30 ข้อ ค่าความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง 0.43-0.60 มีค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.22-0.78 และมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.92 และ 4) แบบวัดเจตคติต่อวิชาเคมี จำนวนทั้งหมด 30 ข้อ มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.80 ทั้งนี้ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลโดยการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา และแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับกลุ่มเป้าหมาย ซึ่งแบบทดสอบที่ใช้เป็นแบบทดสอบชุดเดียวกัน และเก็บรวบรวมหลังเรียนของแบบวัดเจตคติต่อวิชาเคมีกับกลุ่มเป้าหมาย นอกจากนี้ยังมีการเก็บข้อมูลโดยใช้แบบทดสอบย่อยท้ายวงจร ซึ่งอยู่ท้ายแผนการจัดการเรียนรู้ เพื่อดูพัฒนาการของนักเรียนตลอดระยะเวลาที่ดำเนินการจัดการเรียนการสอน และวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติ ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการวิเคราะห์พัฒนาการ

ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลและทำการวิเคราะห์ข้อมูลตลอดกระบวนการวิจัย มีการเก็บข้อมูลด้วยการทดสอบก่อนเรียนกับกลุ่มเป้าหมาย และใช้แบบทดสอบชุดเดิมในการทดสอบหลังเรียน นอกจากนั้นยังมีการเก็บข้อมูลด้วยแบบทดสอบย่อยท้ายวงจร เพื่อวัดพัฒนาการของนักเรียนระหว่างการดำเนินการจัดการเรียนการสอนอีกด้วย โดยการหาค่าความถี่ ร้อยละ และการวิเคราะห์เนื้อหา แล้วสะท้อนผลการปฏิบัติในแต่ละวงจร รวมทั้งหมด 4 วงจร ดังนี้

วงจรที่ 1 ผู้วิจัยดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง พันธะคาร์บอน ผลการวิเคราะห์คะแนนด้านความสามารถในการแก้ปัญหามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.03 คะแนน และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.09 คะแนน จากการสะท้อนผล พบว่า นักเรียนยังไม่ได้ถูกฝึกกระบวนการการคิดแก้ปัญหามาก่อน และในด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนั้นพบว่า เนื้อหา

ที่เรียนเป็นเรื่องที่มีความลึกของเนื้อหา และขาดการเชื่อมโยงของเนื้อหา แนวทางการปรับแผนในวงจรที่ 2 ผู้วิจัยได้เพิ่มเติมบทความเคมีที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันกับนักเรียนเป็นรายบุคคล และแนะนำแนวทางในการตอบซึ่งประกอบด้วย การระบุปัญหา การนิยามสาเหตุของปัญหา การค้นหาแนวทางการแก้ปัญหา และการพิสูจน์คำตอบ

วงจรที่ 2 ผู้วิจัยดำเนินการปรับปรุงและแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง ไฮโดรคาร์บอน ผลการวิเคราะห์คะแนนด้านความสามารถในการแก้ปัญหาเฉลี่ยเท่ากับ 2.63 คะแนน และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.54 คะแนน ซึ่งสูงกว่าคะแนนในวงจรที่ 1 จากการสะท้อนผล พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีพัฒนาการที่ดีขึ้นทั้งในด้านความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยนักเรียนมีความคุ้นเคยและเข้าใจกับรูปแบบการสอน ที่เน้นให้เกิดความสามารถในการแก้ปัญหามากขึ้น แนวทางการปรับแผนในวงจรที่ 3 ผู้วิจัยปรับสถานการณ์ที่ใช้ในการทดสอบให้มีความกระชับมากขึ้น สรุปเนื้อหาหลังสอนเสร็จ เพื่อให้นักเรียนได้ทบทวนเนื้อหา และสรุปองค์ความรู้ และมีการเสริมแรง

วงจรที่ 3 ผู้วิจัยดำเนินการปรับปรุงและแก้ไขแผนการจัดการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง แอลกอฮอลล์และอีเทอร์ ผลการวิเคราะห์คะแนนเฉลี่ยด้านความสามารถในการแก้ปัญหาเฉลี่ยเท่ากับ 2.80 คะแนน และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเท่ากับ 7.77 คะแนน ซึ่งสูงกว่าวงจรที่ 2 และ 1 ตามลำดับ จากการสะท้อนผล พบว่า นักเรียนเข้าใจถึงรูปแบบของการจัดการเรียนการสอนที่เน้นให้เกิดความสามารถในการแก้ปัญหา และสามารถพิจารณาประเด็นคำถามแล้วตัดสินใจเลือกคำตอบข้อที่ถูกต้องที่สุดได้อย่างมีเหตุผลมากขึ้น แนวทางการปรับแผนในวงจรที่ 4 ผู้วิจัยเตรียมสถานการณ์ตัวอย่างอื่น ๆ ที่หลากหลาย และชี้ให้เห็นถึงประเด็นหลักเพื่อเชื่อมโยงหรือเป็นแนวทางให้ได้มาซึ่งคำตอบ ทำให้นักเรียนสามารถคิดแก้ปัญหาได้มากขึ้น เพิ่มเติมแบบฝึกหัดที่ประยุกต์เนื้อหาทางเคมีอื่น ๆ เพื่อช่วยให้ผู้เรียนมีความรู้ที่ลึกและกว้างขึ้น และให้นักเรียนจัดทำแผนผังอินโฟกราฟฟิค (Info graphic) เพื่อสรุปมโนทัศน์ที่สำคัญ และจดจำได้ง่าย

วงจรที่ 4 ผู้วิจัยดำเนินการปรับปรุงและแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง คาร์บอกซิลิกและเอสเทอร์ ผลการวิเคราะห์คะแนนเฉลี่ยด้านความสามารถในการแก้ปัญหาเท่ากับ 2.71 คะแนน และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเท่ากับ 8.63 คะแนน จากการสะท้อนผล พบว่า นักเรียนได้เข้าใจถึงกระบวนการคิดแก้ปัญหา จากวงจรที่ 4 สะท้อนให้เห็นว่านักเรียนมีคะแนนพัฒนาการทั้งสองด้านสูงขึ้น

สรุปผลการวิจัย

1. การจัดการเรียนรู้รูปแบบ SSCS ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาวิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยมีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาก่อนเรียนเฉลี่ย 1.60 คะแนน และคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาหลังเรียนเฉลี่ย 2.54 คะแนน คะแนนพัฒนาการสูงขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 45.00 ซึ่งมีพัฒนาการอยู่ในระดับปานกลาง

2. การจัดการเรียนรู้รูปแบบ SSCS ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนเฉลี่ย 7.66 คะแนน และคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนเฉลี่ย 19.1 คะแนน คะแนนพัฒนาการสูงขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 50.84 ซึ่งมีพัฒนาการอยู่ในระดับสูง

3. การจัดการเรียนรู้รูปแบบ SSCS ส่งผลต่อเจตคติต่อวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีคะแนนเฉลี่ยรวมเท่ากับ 3.54 คะแนน ซึ่งอยู่ในระดับดี

อภิปรายผลการวิจัย

จากการศึกษาผลการจัดการเรียนการสอนด้วยรูปแบบ SSCS ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหา ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และเจตคติต่อวิชาเคมี เรื่องเคมีอินทรีย์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งแบ่งประเด็นการอภิปรายเป็น 3 ประเด็นดังนี้

1. ความสามารถในการแก้ปัญหา

ผลการจัดการเรียนการสอนด้วยรูปแบบ SSCS ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหา พบว่า คะแนนพัฒนาการความสามารถในการแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ทั้งนี้เนื่องมาจากการจัดการเรียนการสอนรูปแบบ SSCS เป็นการจัดการเรียนการสอนที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา ซึ่งสอดคล้องกับ Pizzini et al. (1989) ได้กล่าวถึงหลักการจัดการเรียนการสอนรูปแบบ SSCS สรุปได้ว่า ครูควรให้นักเรียนได้ดำเนินการแก้ปัญหาด้วยตนเอง โดยให้นักเรียนเผชิญสถานการณ์ปัญหาแล้วให้นักเรียนวิเคราะห์ปัญหาเพื่อระบุปัญหา ค้นหาสาเหตุของปัญหา ทดลองเพื่อแก้ปัญหา และหาคำตอบหลังจากการแก้ปัญหา เพื่อให้นักเรียนได้พัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา โดยที่ครูเป็นเพียงผู้ที่จะต้องคอยให้ความช่วยเหลือในทุกขั้นตอนในการสอนการแก้ปัญหา ในส่วนของการจัดการเรียนรู้รูปแบบ SSCS ได้ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้น Search (S) ผู้วิจัยให้นักเรียนได้เผชิญสถานการณ์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับปัญหาที่ผู้วิจัยได้กำหนดขึ้น เริ่มจากการทำความเข้าใจปัญหา ซึ่งนักเรียนต้องตอบคำถามให้ได้ว่าจากสถานการณ์ปัญหามีประเด็นปัญหาอย่างไร โจทย์กำหนดข้อมูลอะไรให้บ้าง และในการจัดกิจกรรม

ในแต่ละคาบเรียนผู้วิจัยให้นักเรียนได้ศึกษา และค้นหาข้อมูลจากสถานการณ์ปัญหาต่าง ๆ ด้วยตนเองให้มากที่สุด โดยให้นักเรียนทำกิจกรรมเป็นรายบุคคลหรือเป็นกลุ่ม ซึ่งนักเรียนได้มีการวิเคราะห์ และทำความเข้าใจเกี่ยวกับปัญหา เพื่อค้นหาข้อมูลที่มีอยู่ในปัญหาให้ได้ครบถ้วน ดังนั้น สิ่งสำคัญที่นักเรียนต้องกระทำ คือ นักเรียนต้องมีการจัดระบบของข้อมูลที่ได้ให้เป็นลำดับขั้นตอน เพื่อนำไปสู่ขั้นวางแผนในการแก้ปัญหา และเลือกดำเนินการแก้ปัญหาในข้อนั้น ๆ ได้อย่างถูกต้อง อีกทั้งในระหว่างที่นักเรียนได้ดำเนินทำกิจกรรมการค้นหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหานั้น ผู้วิจัยได้มีการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน เพื่อดูว่านักเรียนสามารถวิเคราะห์หรือทำความเข้าใจกับสถานการณ์ปัญหาได้มากน้อยเพียงใด พบว่า มีนักเรียนบางคนไม่สามารถค้นหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาได้ถูกต้องครบถ้วน ดังนั้น ผู้วิจัยจึงมีการกระตุ้นด้วยคำถาม และให้นักเรียนศึกษาเพิ่มเติมจากประเด็นปัญหาจากแหล่งอ้างอิงข้อมูลเช่น หนังสือเรียน เว็บไซต์และใบความรู้ พบว่า นักเรียนสามารถค้นหาข้อมูลได้ถูกต้อง และครบถ้วนมากขึ้น

ขั้นที่ 2 ขั้น Solve (S) เป็นขั้นวางแผน และดำเนินการแก้ปัญหาด้วยวิธีการต่าง ๆ โดยผู้วิจัยมีการกระตุ้นความคิดของนักเรียนอย่างต่อเนื่องเพื่อนำไปสู่การวางแผนการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง โดยนักเรียนสามารถวางแผนตามวิธีการที่นักเรียนคิดขึ้นเอง และเสนอวิธีการในการแก้ปัญหาจากขั้นที่ 1 ได้ เช่น การทดลองทางเคมีอินทรีย์ นักเรียนสามารถตั้งสมมติฐาน วางแผนการทดลองอย่างเป็นระบบ โดยผู้วิจัยเป็นเพียงผู้อำนวยความสะดวก เช่น จัดหาวัสดุอุปกรณ์ และสารเคมีในการทดลอง เพื่อนำไปสู่ขั้นการทดลองในขั้นต่อไป ส่งผลให้นักเรียนสามารถวางแผนแก้ปัญหาได้ดียิ่งขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ John (1966) กล่าวไว้พอสรุปได้ว่า การสอนโดยให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง ครูเพียงแต่ให้คำแนะนำเท่านั้น จะส่งผลให้นักเรียนมีความสามารถในการคิดหาเหตุผลในการแก้ปัญหาดีขึ้นกว่าเดิม

ขั้นที่ 3 ขั้น Create (C) ขั้นนี้นักเรียนสามารถดำเนินการทดลอง หรือกิจกรรม ซึ่งได้จากการวางแผนในขั้นที่ 1 และ 2 เช่น กิจกรรมแยกออกไหม นักเรียนสามารถสรุปผลการแก้ปัญหาและเสนอผลการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และการทดลองทางเคมีอินทรีย์นักเรียนสามารถดำเนินการทดลอง สรุปผลการทดลองได้ นักเรียนสามารถนำข้อมูลที่ได้มาจัดกระทำในรูปแบบต่าง ๆ เช่น ตารางบันทึกผลการทดลอง กราฟ รูปภาพ และสูตรโครงสร้างทางเคมี และสามารถอธิบายผลที่ได้จากการแก้โจทย์ปัญหาอย่างเป็นลำดับขั้นตอน จึงส่งผลให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาที่ดีขึ้น

ขั้นที่ 4 ขั้น Share (S) นักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงวิธีการต่าง ๆ โดยให้แต่ละกลุ่มออกมานำเสนอ และมีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างนักเรียนด้วยกันเอง โดยผู้วิจัยได้ให้ข้อเสนอแนะ

เพิ่มเติมเพื่อให้นักเรียนทุกคนเกิดการเรียนรู้ และเข้าใจวิธีการแก้ปัญหาหรือการสรุปประเด็นต่าง ๆ ไปในทางเดียวกัน เช่น การเพิ่มเติมรูปแบบการแก้ปัญหาที่หลากหลายมากขึ้น ส่งผลให้นักเรียนมีความเข้าใจในวิธีการแก้ปัญหาและสามารถที่จะแก้ปัญหาได้ดีขึ้น

จากผลการจัดการเรียนการสอนด้วยรูปแบบ SSCS ที่มีต่อคะแนนพัฒนาการด้านความสามารถในการแก้ปัญหา นักเรียนมีคะแนนพัฒนาการความสามารถในการแก้ปัญหาสูงขึ้นร้อยละ 45.00 ซึ่งมีพัฒนาการอยู่ในระดับปานกลาง ซึ่งงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยให้นักเรียนวิเคราะห์ประเด็นปัญหา และออกแบบการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่หลากหลาย แล้วนักเรียนดำเนินการแก้ปัญหา เพื่อค้นหาคำตอบของปัญหาที่ถูกต้อง ซึ่งสอดคล้องกับ Weir (1976) นักเรียนจะมีความสามารถในการแก้ปัญหาที่สมบูรณ์ได้นั้น นักเรียนจะต้องสามารถระบุปัญหา วิเคราะห์สาเหตุของปัญหา เสนอวิธีการแก้ปัญหา และวิเคราะห์ผลจากการแก้ปัญหา อีกทั้งสอดคล้องกับงานวิจัยของจิราภรณ์ อินทะวงศ์ (2557) ที่ศึกษาการสอนโดยใช้รูปแบบ SSCS เพื่อส่งเสริมความคิดรวบยอดและความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่า นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาโดยรวมอยู่ในระดับดี โดยได้คะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 68.13 และสอดคล้องกับงานวิจัยของปาริชาติ รายแก้ว (2556) ที่ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS ต่อความสามารถในการแก้ปัญหา และการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยมีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่ได้รับการจัดการเรียนรู้รูปแบบ SSCS หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อย่างไรก็ตาม ถึงแม้ว่านักเรียนคะแนนพัฒนาการด้านความสามารถในการแก้ปัญหาที่สูงขึ้น แต่เมื่อพิจารณาคะแนนพัฒนาการ พบว่า นักเรียนมีพัฒนาการอยู่ในระดับปานกลาง ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากนักเรียนไม่สามารถทำแก้ปัญหาได้หมดในทุกขั้นตอน จากผลคะแนนพัฒนาการในแต่ละขั้น โดยเรียงจากคะแนนพัฒนาการต่ำสุดไปสูงสุด สามารถเรียงได้เป็น ขั้นระบุปัญหา ร้อยละ 11.43 ขั้นค้นหาแนวทางในการแก้ปัญหา ร้อยละ 37.14 ขั้นพิสูจน์คำตอบ ร้อยละ 42.86 และขั้นนิยามสาเหตุของปัญหา ร้อยละ 68.57 ซึ่งหากต้องการให้นักเรียนมีความสามารถในแก้ปัญหาในระดับที่สูงขึ้น จำเป็นจะต้องพัฒนาศักยภาพในทุกขั้นตอน

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การจัดการเรียนรู้รูปแบบ SSCS ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สูงขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 50.84 ซึ่งมีพัฒนาการอยู่ในระดับสูง โดยตามหลักการจัดการเรียนการสอนและเป้าหมายของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ด้วยรูปแบบ SSCS ของ Pizzini et al. (1989) ที่กล่าวว่าการจัดการเรียนการสอนเรียนวิทยาศาสตร์

ด้วยรูปแบบ SSCS ต้องเน้นให้นักเรียนออกแบบวิธีการทดลองและดำเนินการทดลองด้วยตนเอง นำไปสู่การสรุปความรู้ที่เป็นหลักการ ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ และเสนอการนำความรู้วิทยาศาสตร์ไปประยุกต์ใช้กับเหตุการณ์ที่แตกต่างจากที่ทดลองในบทเรียน ทำให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจวิทยาศาสตร์ อันจะพัฒนาให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ที่สูงขึ้นได้ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะเมื่อนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้ และเชื่อมโยงความรู้เดิมกับสิ่งที่เรียนรู้ใหม่ด้วยสถานการณ์ที่หลากหลาย ทำให้นักเรียนสามารถนำความรู้ที่มีไปเชื่อมโยง และปรับใช้ในสถานการณ์ที่แตกต่างออกไปได้ ทำให้พฤติกรรมทางพุทธิพิสัยอยู่ในระดับสูง ในส่วนของการจัดการเรียนรู้รูปแบบ SSCS ได้ส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้น Search (S) ผู้วิจัยให้นักเรียนหาปัญหาจากการทดลอง หรือการทำกิจกรรมซึ่งเป็นปัญหาที่เกิดจากผู้วิจัยเป็นผู้กำหนด หรือนักเรียนเป็นผู้ที่ทำการหาปัญหานั้น ๆ ขึ้นมา โดยใช้ข้อมูลประกอบจากที่ผู้วิจัยได้เตรียมไว้ เช่น การตั้งปัญหาจากการทำการทดลอง จากการที่ผู้วิจัยได้ทำการเตรียมวัสดุอุปกรณ์ และสารเคมีที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่เรียน นักเรียนทำการวิเคราะห์และทำความเข้าใจเกี่ยวกับปัญหา เพื่อค้นหาข้อมูลของปัญหาให้ครบถ้วนโดยทำกิจกรรมเป็นรายบุคคลหรือรายกลุ่ม เพื่อนำไปสู่ขั้นการวางแผนในการแก้ปัญหาต่อไป พบว่า นักเรียนบางคนไม่เข้าใจว่าจะตั้งประเด็นปัญหาอย่างไร จะนำข้อมูลที่ได้มากำหนดประเด็นปัญหาอย่างไร ทำให้ผู้วิจัยต้องยกตัวอย่างสถานการณ์ หรือให้นักเรียนทำการศึกษาเพิ่มเติมจากหนังสือเรียน หรือใบคำสั่ง เพื่อเป็นการช่วยให้นักเรียนเข้าใจการกำหนดประเด็นปัญหามากขึ้น รวมทั้งใช้คำถามเป็นตัวกระตุ้นเพื่อให้นักเรียนเห็นแนวทางในการตั้งประเด็นปัญหามากขึ้น

ขั้นที่ 2 ขั้น Solve (S) เป็นขั้นวางแผน และดำเนินการแก้ปัญหาด้วยวิธีการต่าง ๆ โดยผู้วิจัยให้นักเรียนทำการวางแผนการทดลองจากประเด็นปัญหาในขั้นก่อน นักเรียนได้วางแผนการแก้ปัญหารวมไปถึงการวางแผนการใช้เครื่องมือในการแก้ปัญหาด้วยตนเอง ซึ่งนักเรียนได้มีการออกแบบวิธีการทดลองแก้ปัญหา การใช้อุปกรณ์การทดลองต่าง ๆ วิธีการในการแก้ปัญหา และเพื่อให้นักเรียนได้ดำเนินการแก้ปัญหาเพื่อค้นหาคำตอบของปัญหาตามขั้นตอนที่ออกแบบไว้ เช่น การวางแผนเพื่อการใช้อุปกรณ์ หรือสารเคมีที่ถูกต้องในการทำการทดลองการแยกสมบัติของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน ที่จำเป็นจะต้องมีการวางแผนเพื่อที่จะชี้ชัดถึงสมบัติและปฏิกิริยาที่แตกต่างของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน (แอลเคน แอลคีน แอลไคน์ และอะโรมาติก) โดยผู้วิจัยคอยชี้แนะพร้อมยกตัวอย่างประกอบจากสถานการณ์ปัญหาที่นักเรียนได้เผชิญ

ขั้นที่ 3 ขั้น Create (C) ขั้นนี้นักเรียนสามารถดำเนินการทดลอง หรือกิจกรรม ซึ่งได้จากการวางแผนในขั้นที่ 1 และ 2 โดยนักเรียนได้ลงมือปฏิบัติการทดลอง หรือทำกิจกรรมตามที่ได้วางแผนไว้ รวมไปถึงการออกแบบตารางบันทึกผลการทดลอง และการสรุปผลการทดลอง เช่น

การลงมือทำการทดลองเพื่อแยกสมบัติ และปฏิกิริยาของสารประกอบอินทรีย์ ซึ่งบางกลุ่มมีการทดลองที่ถูกต้องครบถ้วน แต่บางกลุ่มมีการปรับเปลี่ยนวิธีการทดลองไปโดยมีการปรับแก้ในขั้นตอนที่ 2 เพิ่มเติม โดยผู้วิจัยคอยแนะนำ และช่วยในการออกแบบตารางบันทึกผลการทดลองให้มีความถูกต้องครบถ้วนตามการวางแผนการแก้ปัญหา และเพื่อให้นักเรียนได้ตอบสมมุติฐานของการทดลองได้ครบทุกข้อ

ขั้นที่ 4 ขั้น Share (S) นักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงวิธีการต่าง ๆ โดยให้แต่ละกลุ่มออกมานำเสนอ และมีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างนักเรียนด้วยกันเอง โดยผู้วิจัยเชื่อมโยงการทดลองกับเนื้อหาที่ทำการเรียนการสอน เพื่อให้นักเรียนทุกคนเกิดการเรียนรู้ และเข้าใจวิธีการแก้ปัญหาหรือการสรุปประเด็นต่าง ๆ ไปในทางเดียวกัน เช่น การทดสอบคุณสมบัติความเป็นกรดเบสของสารประกอบอินทรีย์ โดยการเปรียบเทียบกรดอินทรีย์ และเอสเทอร์ พบว่ามีการทดสอบที่เกิดขึ้นหลากหลายวิธีการ เช่น การใช้กระดาษลิตมัส หรือการทดสอบกับสารที่มีคุณสมบัติกรดเบส เป็นต้น ซึ่งเป็นการขยายขอบเขตของความรู้ไปอีกขั้น

เมื่อพิจารณาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นรายด้าน พบว่า พิจารณาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นรายด้าน พบว่า ด้านความเข้าใจ มีคะแนนพัฒนาการสูงที่สุด ร้อยละ 68.51 รองลงมาเป็นด้านการวิเคราะห์ ร้อยละ 62.04 ด้านความรู้-จำ ร้อยละ 51.67 ด้านการนำไปใช้ ร้อยละ 34.57 ด้านการประเมินค่า ร้อยละ 34.29 และด้านการสังเคราะห์ ร้อยละ 23.81 ตามลำดับซึ่งเป็นไปตามจุดมุ่งหมายทางด้านพุทธิพิสัยของบลูม 6 ด้าน ที่ความรู้ในระดับต่ำจะพัฒนาได้ง่ายกว่าความรู้ในระดับสูงโดยนักเรียนจะค่อย ๆ เรียนรู้จากระดับต่ำสุดพัฒนาขึ้นไปสู่ระดับสูง และหากพิจารณาจากคะแนนในด้านความเข้าใจและด้านการวิเคราะห์ในระดับที่สูง เนื่องมาจากกลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์ (Top star) ซึ่งนักเรียนกลุ่มนี้มีความถนัดในการคิดวิเคราะห์ และมีความถนัดทางวิทยาศาสตร์เป็นอย่างดี ซึ่งดีกว่าการจดจำความรู้เพียงอย่างเดียว สอดคล้องกับพัทธมน วิริยะธรรม (2559) ที่ศึกษาการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้รูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับเทคนิค KWDL ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีคะแนนพัฒนาการด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในด้านการสังเคราะห์ (ร้อยละ 51.02) สูงกว่าด้านการประเมินค่า (ร้อยละ 40.82)

3. เจตคติต่อวิชาเคมี

การจัดการเรียนรู้รูปแบบ SSCS ส่งผลต่อเจตคติต่อวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีคะแนนเฉลี่ยรวมเท่ากับ 3.54 คะแนน ซึ่งอยู่ในระดับดี เนื่องจากในทุกขั้นตอนเน้นให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยการแก้ปัญหา นิยามสาเหตุของปัญหา วางแผนการแก้ปัญหา และดูผล

จากการพิสูจน์คำตอบจากการปฏิบัติกิจกรรม เช่น กิจกรรมแยกออกไหม ซึ่งแต่ละกลุ่มแข่งขันติดบัตรภาพของสูตรโครสร้างของสารประกอบอินทรีย์ให้ตรงกับหมวดหมู่ ภายในระยะเวลาที่กำหนด และร่วมกันนำเสนอผลที่ได้ นักเรียนมีความกระตือรือร้น และให้ความสนใจกิจกรรมเป็นอย่างมาก นักเรียนกล่าวว่า “เป็นกิจกรรมที่สนุกมาก มีการแข่งขันระหว่างกลุ่ม โดยเฉพาะตอนติดบัตรคำ และได้เห็นหมวดหมู่ของโครงสร้างออกมาอย่างชัดเจน” หรือการทดลอง เช่น การทดสอบปฏิกิริยา และสมบัติของสารประกอบอินทรีย์ เพื่อหาความเหมือนและความต่างของสารประกอบอินทรีย์ นักเรียนได้เริ่มค้นหาปัญหา วางแผนการทดลอง และลงมือปฏิบัติการทดลองโดยที่ครูเพียงเป็นผู้แนะนำ และจัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์เท่านั้น นักเรียนกล่าวว่า “รู้สึกตื่นเต้นกับการทดลองที่เกิดจากการวางแผนของตนเอง ไม่ได้ทำตามแบบแผนของคู่มือปฏิบัติการ และได้ลงมือปฏิบัติเอง” และนักเรียนมีความกระตือรือร้นของวิธีการที่แตกต่างของเพื่อนกลุ่มอื่นที่มีผลแตกต่างจากกลุ่มของตนเอง นักเรียนกล่าวว่า “รู้สึกแปลกใจและสนใจที่ถึงการทดสอบรูปแบบอื่นนอกเหนือจากแบบแผนการทดลองของกลุ่มตนเองได้อีก” นอกจากนี้การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนผู้วิจัยมีการชมเชย และให้กำลังใจนักเรียน ซึ่งเป็นสิ่งที่สามารถกระตุ้นให้เกิดเจตคติที่ดีต่อวิชาเคมีได้ ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์ (2548) การให้การเสริมแรงแก่นักเรียน เมื่อนักเรียนได้มีเจตคติที่ดีต่อการเรียน ครูให้ความสนใจและให้กำลังใจ คำชมเชยจะสามารถทำให้นักเรียนมีเจตคติต่อการเรียนได้เพิ่มขึ้น

เมื่อพิจารณาเจตคติต่อวิชาเคมีเป็นรายด้าน พบว่า นักเรียนมีเจตคติต่อวิชาเคมีด้านการเห็นความสำคัญต่อวิชาเคมีอยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 4.04 รองลงมาได้แก่ ด้านความเห็นทั่วไปต่อวิชาเคมีอยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.98 ส่วนด้านความสนใจในวิชาเคมีอยู่ในระดับปานกลางมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.39 ด้านการนิยมชมชอบต่อวิชาเคมีอยู่ในระดับปานกลาง มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 3.21 และด้านการแสดงออกหรือมีส่วนร่วมในกิจกรรมเกี่ยวกับวิชาเคมีอยู่ในระดับปานกลาง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.11 ตามลำดับ

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 การจัดการเรียนการสอนด้วยรูปแบบ SSCS ควรเริ่มจากการสร้างความคุ้นเคยในลำดับขั้นของการสอน โดยบทบาทของครูจำเป็นจะต้องกระตุ้นให้นักเรียนคิดวิเคราะห์สถานการณ์ ใช้คำถามในเชิงของการแนะนำแนวทางในลำดับขั้นต่อไป

1.2 ผู้วิจัยควรประมาณระยะเวลาอย่างเหมาะสมในการทำวิจัยให้มากขึ้น เพื่อเปิดโอกาสให้นักเรียนได้คิดแก้ปัญหาในแต่สถานการณ์ ซึ่งนักเรียนแต่ละคนมีความสามารถในการแก้ปัญหาไม่เท่ากัน จึงจำเป็นต้องคำนึงถึงความสามารถของนักเรียนเป็นรายบุคคล

1.3 ผู้วิจัยควรปรับสถานการณ์ที่ใช้ในการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาให้สอดคล้องกับบริบท หรือประสบการณ์ของนักเรียน เพื่อกระตุ้นความสนใจของนักเรียน และความเชื่อมโยงสถานการณ์กับนักเรียนได้มากขึ้น

1.4 ผู้วิจัยควรให้นักเรียนฝึกการแสดงวิธีการได้มาของคำตอบ พร้อมชี้แนะให้เห็นถึงความสำคัญของการตรวจคำตอบ เพื่อให้เห็นถึงแนวการได้มาของความสามารถในการแก้ปัญหา

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ผู้วิจัยสามารถนำการจัดการเรียนการสอนรูปแบบ SSCS ทำการปรับใช้ในการจัดการเรียนการสอนในเนื้อหาอื่น ๆ ที่มีธรรมชาติของเนื้อหาที่ใกล้เคียงกับเนื้อหาเคมีอินทรีย์ หรือเนื้อหาที่เหมาะสมในวิชาอื่น ๆ ที่อาศัยพื้นฐานในการแก้ปัญหา

2.2 ผู้วิจัยสามารถศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้รูปแบบ SSCS ที่ส่งผลกับตัวแปรอื่น ๆ เช่น ทักษะในการแก้ปัญหา ทักษะการให้เหตุผล ทักษะการเชื่อมโยง และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ เป็นต้น

2.3 ออกแบบการศึกษาในระยะยาว (Longitudinal study) เพื่อตรวจสอบอิทธิพลของวิธีการสอนรูปแบบ SSCS ว่าส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหา ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และเจตคติต่อวิชาเคมีว่ามีผลเพียงใด

2.4 มีการออกแบบการวิจัยเพื่อเปรียบเทียบกับการสอนรูปแบบอื่น หรือวิธีการสอนทั่วไปโดยมีจุดเชื่อมโยงตัวแปรตามที่ต้องการพัฒนา

บรรณานุกรม

กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรแกนกลางขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551.* กรุงเทพฯ: กระทรวงศึกษาธิการ.

กลุ่มงานหลักสูตร โรงเรียนชลกันยานุกูล. (2559). *หลักสูตรโรงเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาค ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2554 (ฉบับปรับปรุงพุทธศักราช 2558).* ชลบุรี: โรงเรียนชลกันยานุกูล.

คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2542). *พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติพุทธศักราช 2542.* กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ครุสภาลาดพร้าว.

คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2544). *รายงานการวิจัยเพื่อพัฒนานโยบายการปฏิรูปวิทยาศาสตร์ศึกษาของประเทศไทย.* กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์เซเว่น พริ้นติ้งกรุ๊ป.

จิตตินันท์ เดชะคุปต์. (2542). *เจตคติและความพึงพอใจในการบริการ*. นนทบุรี: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

จิราภรณ์ อินทะวงศ์. (2557). *การสอนโดยใช้รูปแบบ SSCS เพื่อส่งเสริมความคิดรวบยอดและความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2.* เชียงใหม่: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

จักรพันธ์ ภาชนะ. (2546). *ผลการใช้ชุดกิจกรรมเพื่อสร้างเสริมเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น*. เชียงใหม่: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

เฉลิมพงค์ ทำงาน. (2552).*การใช้วิธีสอนแบบโยนิโสมนสิการเพื่อพัฒนาความสามารถทางการพูดภาษาอังกฤษและส่งเสริมเจตคติเชิงบวกต่อการเรียนภาษาอังกฤษของพระนิสิต.* เชียงใหม่: คณะมนุษยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ชนินทร์ชัย อินทิราภรณ์ และสุวิทย์ หิรัณยกาณฑ์. (2548). *ปทานุกรม ศัพท์การศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: รำไทยเพรส.

ชมนาด สืบศรี. (2533). *การเปรียบเทียบความสามารถในกระบวนการคิดแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.* กรุงเทพฯ: คณะคุรุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ชวาล แพรัตกุล. (2552). *เทคนิคการวัดผล* (พิมพ์ครั้งที่ 7). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์วิฑูรย์การปก.

ฐิติพร บริพันธ์. (2548). *การศึกษาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จากการสอนโดยใช้รูปแบบเอสเอสซีเอส กับการสอนปกติ.* วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, บัณฑิตวิทยลัย, มหาวิทยาลัยทักษิณ.

ธนาวุฒิ ลาตวงษ์. (2548). *ผลของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ด้วยรูปแบบ เอสเอสซีเอส ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น*. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์, คณะครุศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นพเก้า ณ พัทลุง. (2551). *เทคนิคการวิจัยในชั้นเรียน* (พิมพ์ครั้งที่ 4). สงขลา: เทมการพิมพ์สงขลา.

นวลจันทร์ ผมอุดทา. (2545). *ผลของการสอนโดยใช้รูปแบบเอสเอสซีเอส ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่อง สมการและอสมการ อัตราส่วนและร้อยละของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2.* วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์, คณะครุศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นารีรัตน์ ฟักสมบูรณ์. (2541). *การใช้ชุดส่งเสริมศักยภาพทางวิทยาศาสตร์ในการพัฒนาความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และบุคลิกภาพนักวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1.* วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการมัธยมศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

บุญชม ศรีสะอาด. (2553). *การวิจัยเบื้องต้น* (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์สุวีริยาสาส์น.

ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์. (2548). *จิตวิทยาการศึกษา.* กรุงเทพฯ : ศูนย์สื่อเสริมการสอน.

ปาริชาติ รายแก้ว. (2556). *ผลการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS ต่อความสามารถในการแก้ปัญหา และการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย.* วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2543). *วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์* (พิมพ์ครั้งที่ 8). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร.

พิมพันธ์ เดชะคุปต์. (2545). *พฤติกรรมการสอนวิทยาศาสตร์.* กรุงเทพฯ: เดอร์มาสเตอร์.

พิชิต ฤทธิ์จรูญ. (2548). *หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: เฮ้าส์ ออฟเคอร์มีสท์.

พิไลวรรณ พรรณขาม. (2560). *ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ที่เน้นการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง เคมีอินทรีย์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.* วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.

พัชรินทร์ ศรีพล. (2556). *ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีและเจตคติต่อวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการสอนโดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับการเรียนรู้รูปแบบ STAD.* วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.

พัทธมน วิริยะธรรม. (2559). *การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้รูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับเทคนิค KWDL.* วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.

ภพ เลาวหไพบูลย์. (2537). *แนวการสอนวิทยาศาสตร์.* กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช.

ยงยุทธ ทองจำรูญ. (2553). *การส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนนับ สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว และเลขยกกำลัง โดยใช้รูปแบบ เอสเอสซีเอส สำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษด้านคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนปรินส์รอยแยลส์วิทยาลัย จังหวัดเชียงใหม่.* วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

รศนา อัชชะกิจ. (2539). *กระบวนการแก้ปัญหาและตัดสินใจเชิงวิทยาศาสตร์* (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: โรงพิมพจุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย.

รวีวรรณ อังคนุรักษ์พันธุ์. (2533). *การวัดทัศนคติเบื้องต้น.* ชลบุรี: ภาควิชาหลักสูตร และการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.

ราชบัณฑิตยสถาน. (2555). *พจนานุกรมศัพท์ศึกษาศาสตร์ ฉบับราชบัณฑิตยสถาน*. กรุงเทพฯ: อรุณการพิมพ์.

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2543). *หลักการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษา.* กรุงเทพ: สำนักพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช.

วิชชุดา งามอักษร. (2545). *ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการขั้นบูรณาการ และความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยการสอนแบบ SSCS กับการสอนตามคู่มือครู.* วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการมัธยมศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

วีระยุทธ ชาตะกาญจน์. (2557). *การวิจัยเพื่อพัฒนาการบริหารการศึกษา.* กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ศิริชัย กาญจนวิสี. (2556). *สถิติประยุกต์สำหรับการวิจัย.* กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ศักดิ์ไทย สุรกิจบวร. (2545). *จิตวิทยาสังคม.* กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2552). *การวัดผลประเมินผลวิทยาศาสตร์.* กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น.

สมนึก ภัททิยธนี. (2549). *การวัดผลการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กาฬสินธุ์: ประสานการพิมพ์.

สมโภชน์ อเนกสุข. (2553). *วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์.* ชลบุรี: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.

สุกัญญา ยุติธรรมนนท์. (2539). *ผลการใช้กระบวนการคิดแก้ปัญหาอนาคตตามแนวคิดของทอร์แรนซ์ที่มีต่อความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6.* วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาประถมศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุวัฒภ์ นิยมค้า. (2531). *ทฤษฎีและทางปฏิบัติในการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ เล่ม 1-2.* กรุงเทพฯ: เจเนอรัลบุ๊คส์ เซนเตอร์.

สันนิสา สมัยอยู่. (2554). *ผลการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS ที่มีผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว.* วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการสอนมัธยมศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

องอาจ นัยพัฒน์. (2548). *วิธีวิทยาการวิจัยเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์.* กรุงเทพฯ: สามลดา.

อมราลักษณ์ ฤทธิเดช. (2553). *ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่สอนโดยใช้กลวิธีแก้ปัญหาเชิงตรรกะของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์.* วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรการสอน, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

อุษณีย์ โพธิสุข. (2543). *การปฏิรูปการเรียนรู้ ผู้เรียนสำคัญที่สุด.* กรุงเทพฯ: สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ.

Bloom, B. S. (1956). *Taxonomy of education objective handbook I*: *Cognitive domain*. New York: David Mac Kay.

Butt, D., & Jones, H. (1966). Inquiry training and problem solving in elementary school children. *Journal of Research in Science Teaching, 4*, 21-27.

Chiappetta, E. L., & Rusell, J. M. (1992). The relationship among logical thinking problem solving instruction and knowledge and application on science. *Science Education, 66*, 85-93.

Chun-Yen, C. (1999). The use of problem-solving-based instructional model in initiating change in students' achievement. *Science Education, 66*, 373-388.

Coghlan, D., & Brannick, T. (2001). *Doing action research in your own organization.* London: Sage.

Dewey, J. (1976). How we think. *Science Education, 49*(March), 38.

Ernest, T. S. (2014). *Action research Curtin University of Technology*. New York: SAGE.

Gagné, R. M. (1970). *The cognitive of learning* (2nd ed.). New York: Holt Rinehart and Winston.

Good, C. V. (1973). *Dictionary of education.* New York: McGraw-Hill.

John, K. W. (1966). A comparisons of two methods of teaching eight grade general science: traditional and structured problem solving. *Dissertation Abstracts, 4*(October), 994-995.

Krathwohl, D. R., Bloom, B. S., & Masia, B. B. (1973). *Taxonomy of educational objectives the classification of educational goals handbook II: Affective domain*. New York: David McKay.

Likert, R. (1967). *The method of constructing and attitude scale.* New York: Wiley & Son.

Parnes, S. J. (1967). *Creative behavior guidebook.* New York: Scribners.

Pizzini, L., Shepardson, P., & Abell, K. (1989). A Rational for and development of a problem solving model of instruction in science education. *Science Education, 73*(5), 523-534.

Weir, J. J. (1974). Problem solving is everybody's problem. *The Science Teacher, 41*(April), 16-18.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

- รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ
- สำเนาหนังสือขอความอนุเคราะห์

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

1. อาจารย์ สุภาพ แป้นดี	ครูชำนาญการพิเศษโรงเรียนชลกันยานุกูล อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี (ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์)
2. อาจารย์ ธาริณี แดงน้อย	ครูโรงเรียนชลกันยานุกูล อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี (ผู้เชี่ยวชาญด้านด้านเนื้อหาเคมี)
3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นพมณี เชื้อวัชรินทร์	อาจารย์ประจำภาควิชาการจัดการเรียนรู้คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา (ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน)
4. อาจารย์ ดร. สมพงษ์ ปั้นหุ่น	อาจารย์ประจำภาควิจัยและจิตวิทยาประยุกต์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา (ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผลการศึกษา)
5. อาจารย์ ดร. สุภชัย ศรีนวล	ครูชำนาญการ วิทยาลัยเทคนิคชลบุรี อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี (ผู้เชี่ยวชาญด้านด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา)

(สำเนา)

ที่ ศธ 6218/ 2215

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
169 ถ.ลงหาดบางแสน ต.แสนสุข
อ.เมือง จ.ชลบุรี 20131

4 ธันวาคม 2560

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบความเที่ยวตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนชลกันยานุกูล

สิ่งที่ส่งมาด้วย เค้าโครงวิทยานิพนธ์ และเครื่องมือเพื่อการวิจัย จำนวน 1 ชุด

ด้วยนายศุภการณ์ ปลาสุวรรณ์ นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “ผลการจัดการเรียนการสอนด้วยรูปแบบ SSCS ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหา ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และเจตคติต่อวิชาเคมี เรื่องเคมีอินทรีย์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5” โดยอยู่ในความควบคุมดูแลของ ดร.ภัทรภร ชัยประเสริฐ ประธานกรรมการ ขณะนี้อยู่ในขั้นตอนการสร้างเครื่องมือเพื่อการวิจัย ในการนี้ คณะศึกษาศาสตร์ ได้พิจารณาแล้วว่าท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัยของนิสิตในครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ลงชื่อ) เชษฐ์ ศิริสวัสดิ์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เชษฐ์ ศิริสวัสดิ์)
รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา ปฏิบัติการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์ ปฏิบัติการแทน
ผู้รักษาการแทนอธิการบดีมหาวิทยาลัยบูรพา

ภาควิชาการจัดการเรียนรู้
โทรศัพท์ 0-3839-3486, 0-3810-2069
โทรสาร 0-3839-3485 ผู้วิจัย 087-6615775

ภาคผนวก ข

- ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้
- แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา
- แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- แบบวัดเจตคติต่อวิชาเคมี

ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้

โรงเรียนชลกันยานุกูล กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
รายวิชาเพิ่มเติม เคมี 3 (ว 32224) ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง เคมีอินทรีย์ จำนวน 6 คาบ
เรื่องที่ 1 พันธะของคาร์บอน เวลา 45 นาที ต่อคาบ
ผู้สอน นายศุภการณ์ ปลาสุวรรณ์

---

1. มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยาเคมี มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 8.1 เข้าใจกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหาว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่อยู่ในช่วงเวลานั้น ๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน (ข้อ 1-12)

2. สาระสำคัญ

สารประกอบอินทรีย์ หมายถึงสารประกอบที่มีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบ ยกเว้น ออกไซด์ของคาร์บอน เกลือคาร์บอเนต เกลือไฮโดรเจนคาร์บอเนต เกลือคาร์ไบด์ เกลือไซยาไนด์ เกลือไซยาเนต คาร์บอนไดซัลไฟด์ และ คาร์บอนเตระคลอไรด์ และคาร์บอนิลคลอไรด์

สารประกอบคาร์บอน คือ สารประกอบที่มีคาร์บอนและไฮโดรเจน เป็นธาตุหลักและมีธาตุอื่น ๆ เป็นองค์ประกอบร่วมอยู่ด้วย เช่น ไนโตรเจน ออกซิเจน กามะถัน ฟอสฟอรัส และแฮโลเจน แต่ถ้าสารประกอบนั้นมีเฉพาะธาตุคาร์บอนกับธาตุไฮโดรเจนเรียกว่าสารประกอบไฮโดรคาร์บอน ซึ่งพันธะระหว่างคาร์บอนกับคาร์บอนในโมเลกุลของสารประกอบอาจเป็นพันธะเดี่ยว พันธะคู่ หรือพันธะสามก็ได้ คาร์บอนสามารถใช้อิเล็กตรอนร่วมกับธาตุอื่นได้ 4 คู่ เกิดพันธะโคเวเลนซ์ การเขียนสูตรของสารประกอบคาร์บอนอาจเขียนเป็นสูตรโมเลกุล สูตรโครงสร้างลิวอิส หรือ สูตรโครงสร้างแบบย่อ สารอินทรีย์บางชนิดมีสูตรโมเลกุลเหมือนกันแต่สูตรโครงสร้างต่างกัน จึงมีสมบัติต่างกัน เรียกว่า ไอโซเมอริซึม การจัดเรียงอะตอมของสารอินทรีย์อาจเป็นแบบโซ่ตรง แบบโซ่กิ่ง

3. ผลการเรียนรู้/ จุดประสงค์การเรียนรู้

ผลการเรียนรู้

1. บอกความแตกต่างระหว่างสารประกอบอินทรีย์และกับสารประกอบอนินทรีย์ได้
2. อธิบายเหตุผลที่ทำให้มีสารประกอบอินทรีย์เป็นจำนวนมากได้

จุดประสงค์การเรียนรู้

- ด้านความรู้ (K: Knowledge)

1. อธิบายเกิดพันธะของธาตุคาร์บอนและธาตุชนิดอื่นสารประกอบอินทรีย์ได้
2. อธิบายเหตุผลที่ทำให้มีสารประกอบอินทรีย์เป็นจำนวนมากได้

- ด้านทักษะกระบวน (P: Process)

1. เขียนสูตรโครงสร้างแบบต่าง ๆ ได้แก่ ลิวอิส แบบย่อ แบบผสม แบบเส้นและมุมของสารประกอบ อินทรีย์ชนิดต่าง ๆ ได้
2. เขียนไอโซเมอร์โครงสร้างของสารประกอบอินทรีย์ประเภทต่าง ๆ ได้
3. ทำการทดลองและอธิบายเกี่ยวกับการจัดเรียงอะตอมของคาร์บอนในสารประกอบอินทรีย์ได้

- ด้านคุณลักษณะ (A: Attribute)

1. มุ่งมั่นในการทำงาน อดทน รอบคอบ
2. มีวินัย ใฝ่เรียนรู้

4. สาระการเรียนรู้

พันธะของคาร์บอน

1) การเขียนสูตรโครงสร้างของสารประกอบอินทรีย์
2) ไอโซเมอริซึม

5. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

5.1 ความสามารถในการสื่อสาร (รู้ เข้าใจ การพูดคุย ร่วมสนทนา รับฟังความเห็นของผู้อื่น)

5.2 ความสามารถในการคิด (คิดวิเคราะห์ คิดสร้างสรรค์ สร้างองค์ความรู้ แสดงความคิดเห็นกับผู้อื่น)

5.3 ความสามารถในการแก้ปัญหา (นำเสนอแนวความคิดเห็นในการแก้ปัญหา คิดวิธีแก้ปัญหา)

5.4. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต (การทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข)

5.5 ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี (ใช้เทคโนโลยีในการศึกษา ค้นคว้าเพิ่มเติม)

6. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

6.1 ซื่อสัตย์สุจริต 6.2 มีวินัย 6.3 ใฝ่เรียนรู้

6.4 อยู่อย่างพอเพียง 6.5 มุ่งมั่นในการทำงาน 6.6 มีจิตสาธารณะ

7. ชิ้นงาน/ ภาระงาน

7.1 ใบกิจกรรมที่ 1: ใบกิจกรรม “แยกออกไหม”

7.2 ใบกิจกรรมที่ 2: ใบกิจกรรมการแก้ปัญหา

8. การจัดกระบวนการเรียนรู้ (ชั่วโมงที่ 1-2)

ขั้นนำ (15 นาที)

1. ครูชี้แจงจุดประสงค์การเรียนรู้ของเรื่อง พันธะคาร์บอน

2. ครูทบทวนความรู้เดิมของนักเรียน โดยการให้นักเรียนตอบคำถามดังต่อไปนี้ ลงในกระดาษที่ครูแจกให้ โดยข้อคำถามดังต่อไปนี้ โดยมีคำถามสำคัญต่อไปนี้

- นักเรียนเคยได้ยินเกี่ยวกับสารอินทรีย์ หรือเคมีอินทรีย์หมายถึงอะไร และมีความสำคัญลักษณะใด เพื่อเป็นการทดสอบความรู้เดิมของนักเรียน

- สารต่าง ๆ ที่ใช้ในชีวิตประจำวันเกี่ยวข้องกับเคมีอินทรีย์หรือไม่ อย่างไร

- นักเรียนต้องการเรียนรู้อะไรเพิ่มเติมเกี่ยวกับสารอินทรีย์ หรือเคมีอินทรีย์ หรือความคาดหวังเกี่ยวกับเรื่อง เคมีอินทรีย์ เพื่อเป็นการดูความสนใจของนักเรียน และเป็นการหาแนวทางในการจัดการเรียนการสอนเพิ่มเติม

ขั้นสอน (70 นาที)

ขั้นที่ 1 ขั้นค้นหา (Search: S) (15 นาที)

3. ครูนำอภิปรายภาพต่าง ๆ ที่ใช้ในชีวิตประจำวัน และเกี่ยวข้องกับเคมีอินทรีย์ เรื่อง พันธะของคาร์บอน โดยให้นักเรียนดูและร่วมกันอภิปราย และนักเรียนต้องบันทึกผลการเรียนรู้จากการร่วมอภิปรายทุกครั้งหลังสรุป

4. นักเรียนคิด ตอบคำถามครู โดยบอกชื่อสารอินทรีย์ที่พบในชีวิตประจำวันให้ได้มากที่สุดในเวลา 5 นาที พร้อมสุ่มตัวแทนนักเรียนตอบคำถาม 2-3 คน โดยมีคำถามสำคัญต่อไปนี้

- หากนักเรียนนึกถึงสารอินทรีย์ในชีวิตประจำวันนักเรียนนึกถึงสิ่งใดได้บ้าง

- รู้จักสารเคมี หรือชื่อของสารเคมี ที่นักเรียนคิดว่าเป็นสารอินทรีย์ในความคิดของนักเรียน สารมารถยกตัวอย่างได้หรือไม่

5. ครูอภิปรายและสรุปเกี่ยวกับความสำคัญของสารอินทรีย์ แหล่งสารอินทรีย์ในธรรมชาติ ประเภทของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน ความหมายของเคมีอินทรีย์ เคมีอนินทรีย์ สมบัติของสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์

6. ครูให้นักเรียนศึกษาเอกสารประกอบการสอน เรื่อง พันธะเคมี ในหัวข้อที่เกี่ยวข้องกับสารอินทรีย์ เช่น สูตรโมเลกุล สูตรโครงสร้างลิวอิส สูตรโครงสร้างแบบย่อ สูตรแบบเส้นและมุม

7. ครูให้นักเรียนแบ่งกุล่ม กลุ่มละ 4-5 คน ทำกิจกรรม “แยกออกไหม” โดยศึกษาบัตรคำสั่งในข้อที่ 1 เพื่อให้นักเรียนศึกษา สำรวจ สูตรโมเลกุล หรือสูตรโครงสร้างของสารประกอบอินทรีย์ พร้อมทั้งให้นักเรียนเขียนข้อมูลที่โจทย์กำหนดลงในใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง “แยกออกไหม” ดูรายละเอียดที่สื่อการเรียนรู้ เรื่องพันธะคาร์บอน ซึ่งมีจุดประสงค์เพื่อให้นักเรียนช่วยกันหาความเหมือนความแตกต่างเพื่อจัดกลุ่มและบอกสมบัติของสูตรโมเลกุล สูตรโครงสร้างของลิวอิส สูตรโครงสร้างแบบย่อ และสูตรแบบเส้นและมุม

บัตรคำสั่งที่ 1 สำหรับใบกิจกรรมที่ 1

1. ให้นักเรียนแยกสูตรที่โจทย์ให้มาว่าเป็นสูตรโมเลกุล หรือสูตรโครงสร้างแบบใด (สูตรโมเลกุล สูตรโครงสร้างของลิวอิส สูตรโครงสร้างแบบย่อ และสูตรแบบเส้นและมุม)
2. ให้เหตุผลประกอบ ทำไมจึงแยกเป็นสูตรโครงสร้างเช่นนั้น พร้อมบอกข้อดีและข้อเสียของแต่ละรูปแบบของสูตร
3. ให้นักเรียนเขียนสรุปผลการแก้ปัญหา “แยกออกไหม” ลงในกระดาษปรู๊ฟเพื่อนำเสนอ
4. เขียนสรุปขั้นตอนการแก้ปัญหาลงในใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง “แยกออกไหม”

ขั้นที่ 2 การขั้นแก้ปัญหา (Solve: S) (10 นาที)

8. นักเรียนแต่ละกลุ่มทำกิจกรรม “แยกออกไหม” โดยศึกษาในบัตรคำสั่งข้อที่ 2 เพื่อให้นักเรียนร่วมกันให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจในการจัดกลุ่มของพันธะของคาร์บอน ตามชนิดที่เป็นข้อตกลงของกลุ่ม โดยบอกว่าปัญหากำหนดสิ่งใดให้บ้างและต้องการให้นักเรียนทำอะไร พร้อมทั้งให้นักเรียนเขียนข้อมูลที่เป็นข้อตกลงร่วมกันจากการหารือภายในกลุ่ม ลงในใบกิจกรรมที่ 2: ใบกิจกรรมการแก้ปัญหา

9. ครูให้คำปรึกษา เกี่ยวกับข้อสงสัยของนักเรียนและให้ข้อเสนอแนะ (โดยครูต้องเสนอแนะในแนวกระตุ้นคิด ที่เน้นให้นักเรียนสร้างคำตอบเป็นของตัวเอง)

บัตรคำสั่งที่ 2 สำหรับใบกิจกรรมที่ 2

ให้นักเรียนระบุวิธีการที่ได้มาซึ่งคำตอบ ในแต่ละขั้นตอน โดยให้ระบุคำตอบในแต่ละขั้นตอนในใบกิจกรรมที่ 2 ประกอบด้วยแต่ละขั้นตอน ดังนี้

- **ขั้นที่ 1 ขั้นค้นหาข้อมูลจากสถานการณ์ปัญหา (Search: S)**
- **ขั้นที่ 2 ขั้นการแก้ปัญหา (Solve: S)**
- **ขั้นที่ 3 ขั้นการสร้างคำตอบที่ได้จากการแก้ปัญหา (Create: C)**
- **ขั้นที่ 4 ขั้นการนำเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา (Share: S)**

ขั้นที่ 3 ขั้นการสร้างคำตอบที่ได้จากการแก้ปัญหา (Create: C) (5 นาที)

10. นักเรียนจัดกระทำข้อมูลที่ได้ นำมาเขียนสรุปผลการแก้ปัญหา “แยกออกไหม” ลงในกระดาษปรู๊ฟโดยการนำเสนอผลการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (นักเรียนอาจใช้การเขียนบรรยาย การทำผังความคิด หรือวิธีการอื่น ๆ ตามความเหมาะสม) และเตรียมนำเสนอหน้าชั้นเรียน พร้อมทั้งให้นักเรียนเขียนข้อมูลสรุปผลตามแนวทางที่หารือไว้ โดยมีคำถามสำคัญดังนี้

- นักเรียนใช้เกณฑ์อย่างไรที่คาดว่าเหมาะสมสำหรับการแยกสูตรโมเลกุล และสูตรโครงสร้าง

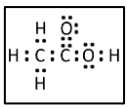
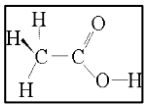
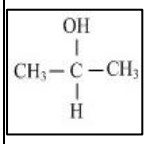
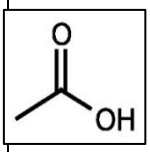
- นักเรียนใช้เกณฑ์อย่างไรที่คาดว่าเหมาะสมสำหรับการแยกสูตรโครงสร้างลิวอิส สูตรโครงสร้างแบบย่อ และสูตรแบบเส้นและมุม

- นักเรียนสามารถบอกข้อดีข้อเสียของแต่สูตรโครงสร้างลิวอิส สูตรโครงสร้างแบบย่อ และสูตรแบบเส้นและมุม

ขั้นที่ 4 ขั้นนำเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา (Share: S) (10 นาที)

11. นักเรียนออกมานำเสนอผลงานของกลุ่มโดยอธิบายชนิดของสูตรแต่ละประเภทที่นักเรียนแยกได้ บันทึกแนวทางการอธิบายของกลุ่มอื่นที่แตกต่างลงใน ใบกิจกรรมที่ 1 โดยแนวทางการนำเสนอจะเป็นการติดบัตรคำ โดยเฉลี่ยได้ประมาณกลุ่มละ 10 บัตรคำ โดยแบ่งตามกลุ่มจากตัวอย่าง ดังตารางตัวอย่างการติดบัตรคำของนักเรียน

ตารางตัวอย่างการติดบัตรคำของนักเรียน

สูตรโมเลกุล	สูตรโครงสร้างลิวอิสแบบจุด	สูตรโครงสร้างลิวอิสแบบเส้น	สูตรโครงสร้างแบบย่อ	สูตรโครงสร้างแบบผสม	สูตรโครงสร้างแบบเส้นและมุม
C_2H_4			CH_3CO		

12. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการจัดกิจกรรม “แยกออกไหม” โดยครูให้ข้อเสนอแนะ ในการแยกสูตรโมเลกุลและสูตรโครงสร้างถึงความแตกต่าง และข้อดีข้อเสียของแต่ละประเภท โดยใช้สื่อ Power point นำเสนอเรื่องสูตรของสารประกอบอินทรีย์

9. สื่อการเรียนรู้

อุปกรณ์ชุด “แยกออกไหม” ประกอบด้วย

- บัตรคำสั่ง
- ใบความรู้เกี่ยวกับ สูตรโมเลกุลและสูตรโครงสร้างของสารประกอบอินทรีย์

10. การวัดประเมินผล

การวัดประเมินผล	**วิธีการวัด**	**เครื่องมือวัด**	**เกณฑ์การผ่าน**
1. ด้านความรู้ความจำความเข้าใจ	1. จากแบบทดสอบ 2. จากการตรวจใบงาน 3. จากการตรวจแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน 4. สังเกตจากการปฏิบัติตามใบงาน	1. แบบทดสอบก่อนเรียน-หลังเรียน 2. แบบฝึกหัดท้ายบทเรียน	1. ทำแบบทดสอบถูกมากกว่าหรือเท่ากับ 60% ขึ้นไป 2. ทำใบงานถูกต้องมากกว่า 70% ขึ้นไป
2. ด้านทักษะกระบวนการ	สังเกตจากการปฏิบัติตามใบงาน	แบบประเมินการทำงานกลุ่ม	ผ่านเกณฑ์ระดับ 2 ขึ้นไป

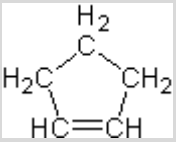
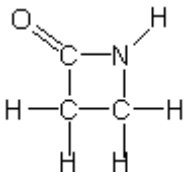
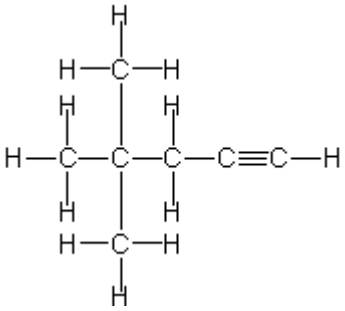
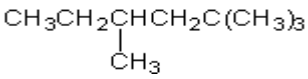
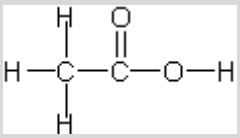
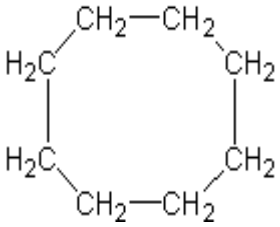
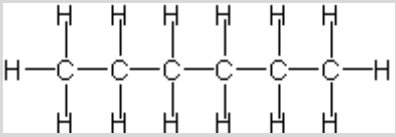
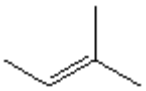
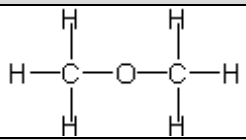
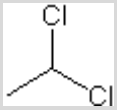
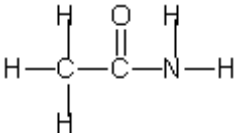
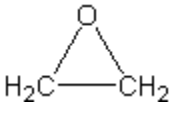
การวัดประเมินผล	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การผ่าน
3. ด้านจิตพิสัย	สังเกตพฤติกรรมการทำงาน ความสนใจและตั้งใจเรียน	แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์	ผ่านเกณฑ์ระดับ 2 ขึ้นไป

11. กิจกรรมเสนอแนะ

1. ควรมีตัวอย่างเอกสารทุกรายการให้นักเรียนดูคนละชุด เพื่อนักเรียนจะได้เตรียมตัวได้ถูกต้องทุกครั้งที่มีกิจกรรมการเรียนการสอน

2. ให้นักเรียนทดสอบก่อนเรียนเพื่อวัดความรู้รายหน่วย นอกเวลาเรียนในชั้นเรียน

ใบกิจกรรมที่ 1: “แยกออกไหม”

		
	$(CH_3)_2CHCH_2CH=CH_2$	
	CH_3CH_2OH	
		
CH_3COCl		
	$(CH_3)_2CHCH_2C(CH_3)_3$	

ใบกิจกรรมที่ 2: การแก้ปัญหา

เรื่อง “แยกออกไหม”

ขั้นที่ 1 ขั้นค้นหาข้อมูลจากสถานการณ์ปัญหา (Search: S)

นักเรียนสามารถระบุปัญหาที่เกิดขึ้นได้

1. การระบุความแตกต่างระหว่างสูตรโมเลกุลและสูตรโครงสร้าง
2. สูตรโครงสร้างมีความแตกต่างจากสูตรโมเลกุล

ขั้นที่ 2 ขั้นการแก้ปัญหา (Solve: S)

นักเรียนเสนอวิธีการในการแก้ปัญหา

1. นักเรียนวางแผนการแยกสูตรโมเลกุลและสูตรโครงสร้าง จากลักษณะที่แตกต่างกัน
2. นักเรียนวางแผนการแยกสูตรโครงสร้างจากลักษณะที่แตกต่างกัน

ขั้นที่ 3 ขั้นการสร้างคำตอบที่ได้จากการแก้ปัญหา (Create: C)

นักเรียนดำเนินการตามแผนการแก้ปัญหา ดังนี้

1. นักเรียนสามารถแยกสูตรโมเลกุลออกจากสูตรโครงสร้าง โดยสูตรโมเลกุลมีการบอกเพียงจำนวนของอะตอมแต่ละชนิดเท่านั้น

2. นักเรียนสามารถแยกสูตรโครงสร้างแบบลิวอิสออกได้ โดยการแยกโครงสร้างแบบจุด โดยแต่ละจุดแทนด้วยอนุภาคอิเล็กตรอน เรียก สูตรโครงสร้างแบบลิวอิสแบบจุด และหากแสดงพันธะเดี่ยวทั้งหมด โดยการเชื่อมโยงของแต่ละอะตอม โดยแสดงพันธะทั้งหมดภายในโครงสร้าง เรียก สูตรโครงสร้างแบบเส้น

3. นักเรียนสามารถแยกสูตรโครงสร้างแบบย่อ โดยสูตรโครงสร้างแบบย่อจะแสดงโครงสร้างที่ไม่แสดงพันธะเดี่ยวระหว่าง C กับ H โดยใช้วงเล็บตัวย่อที่เหมือนกันไว้ด้วยกัน แต่เขียนแสดงพันธะคู่หรือพันธะสาม และโครงสร้างแบบผสมมีความคล้ายคลึงกันกับโครงสร้างแบบย่อแต่จะแสดงเป็นกลุ่มของอะตอม โดยแสดงพันธะเดี่ยว พันธะคู่และพันธะสาม

4. นักเรียนสามารถแยกสูตรโครงสร้างแบบเส้นและมุม ซึ่งเป็นสูตรโครงสร้างที่ไม่แสดงธาตุ C และ H แต่จะแสดงพันธะระหว่าง C กับ H เท่านั้น โดยธาตุอื่นๆ หรือหมู่ฟังก์ชันยังคงต้องบ่งบอกไว้

ขั้นที่ 4 ขั้นการนำเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา (Share: S)

ผลจากการตรวจสอบคำตอบที่ได้

1. นักเรียนสามารถติดบัตรคำได้อย่างถูกต้องตามหลักการของการวางแผนการแก้ปัญหาและสามารถดำเนินการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง

แผนการจัดการเรียนรู้

โรงเรียนชลกันยานุกูล กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
รายวิชาเพิ่มเติม เคมี 3 (ว 32224) ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง เคมีอินทรีย์ จำนวน 6 คาบ
เรื่องที่ 2 ไฮโดรคาร์บอน เวลา 45 นาที ต่อคาบ
ผู้สอน นายสุภการณ์ ปลาสุวรรณ์

---

1. มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยาเคมี มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 8.1 เข้าใจกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหาว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่อยู่ในช่วงเวลานั้น ๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน (ข้อ 1-12)

2. สาระสำคัญ

สารประกอบไฮโดรคาร์บอนเป็นสารประกอบของคาร์บอนที่ประกอบด้วยธาตุคาร์บอนและไฮโดรเจนเท่านั้น สารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่คาร์บอนอะตอมในโมเลกุลยึดเหนี่ยวกันด้วยพันธะเดี่ยวทั้งหมด จัดเป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนอิ่มตัว ได้แก่ แอลเคน ส่วนสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่คาร์บอนอะตอมในโมเลกุลยึดเหนี่ยวกันด้วยพันธะคู่ และพันธะสาม อย่างน้อย 1 พันธะ จัดเป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนไม่อิ่มตัว ได้แก่ แอลคีน และ แอลไคน์สารประกอบไฮโดรคาร์บอน ที่มีจำนวนอะตอมของคาร์บอนเท่ากัน แต่พันธะในโมเลกุลต่างกัน จะมีสมบัติบางประการต่างกัน เช่น จุดเดือด จุดหลอมเหลว การเผาไหม้ การทำปฏิกิริยากับสารเคมีบางชนิด ดังนั้นจึงสามารถนำหลักการที่มีสมบัติแตกต่างกันไปใช้ในการจำแนกประเภทของสารประกอบไฮโดรคาร์บอนต่อไปได้

3. ผลการเรียนรู้/ จุดประสงค์การเรียนรู้

ผลการเรียนรู้

1. บอกสมบัติของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน (แอลเคน แอลคีน แอลไคน์) มลพิษที่อาจเกิดขึ้นและการแก้ไข

2. มีความรู้เกี่ยวกับสารประกอบไฮโดรคาร์บอนแบบวง สารประกอบอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน และอธิบายสมบัติบางประการได้

จุดประสงค์การเรียนรู้

- ด้านความรู้ (K: Knowledge)

1. ระบุประเภทของสารประกอบอินทรีย์โดยใช้หมู่ฟังก์ชันเป็นเกณฑ์ พร้อมทั้งยกตัวอย่างได้

2. บอกประเภทของสารประกอบไฮโดรคาร์บอนโดยใช้พันธะในโมเลกุลและสมบัติบางประการเป็นเกณฑ์ พร้อมทั้งยกตัวอย่างได้

3. อธิบายความแตกต่างระหว่างซิสไอโซเมอร์กับทรานส์ไอโซเมอร์ พร้อมทั้งยกตัวอย่างได้

4. เรียกชื่อสารประกอบอินทรีย์ประเภทต่าง ๆ ได้

5. สรุปความสัมพันธ์ระหว่างการละลายในน้ำ จุดหลอมเหลวและจุดเดือดกับจำนวนอะตอมของคาร์บอนในโมเลกุลของสารประกอบอินทรีย์ได้

- ด้านทักษะกระบวน (P: Process)

1. ทำการทดลองและอธิบายเกี่ยวกับสมบัติของสารประกอบไฮโดรคาร์บอนได้

- ด้านคุณลักษณะ (A: Attribute)

1. มุ่งมั่นในการทำงาน อดทน รอบคอบ

2. มีวินัย ใฝ่เรียนรู้

4. สาระการเรียนรู้

4.1 สารประกอบอินทรีย์ที่มีหมู่ฟังก์ชันต่างกัน จัดเป็นสารประกอบต่างชนิดกันและมีสมบัติที่แตกต่างกัน

4.2 แอลเคนเป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนอิ่มตัว โดยคาร์บอนในโมเลกุลยึดเหนี่ยวกันด้วยพันธะเดี่ยวทั้งหมด

4.3 แอลคีนเป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนไม่อิ่มตัว มีพันธะคู่เป็นหมู่ฟังก์ชัน แอลคีนที่อะตอมของคาร์บอนต่อกันเป็นวงเรียกว่า ไซโคลแอลคีน

4.4 แอลไคน์เป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนไม่อิ่มตัว มีพันธะสามเป็นหมู่ฟังก์ชัน มีสมบัติคล้ายกับแอลคีน

5. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

5.1 ความสามารถในการสื่อสาร (รู้ เข้าใจ การพูดคุย ร่วมสนทนา รับฟังความเห็นของผู้อื่น)

5.2 ความสามารถในการคิด (คิดวิเคราะห์ คิดสร้างสรรค์ สร้างองค์ความรู้ แสดงความคิดเห็นกับผู้อื่น)

5.3 ความสามารถในการแก้ปัญหา (นำเสนอแนวความคิดเห็นในการแก้ปัญหา คิดวิธีแก้ปัญหา)

5.4. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต (การทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข)

5.5 ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี (ใช้เทคโนโลยีในการศึกษา ค้นคว้าเพิ่มเติม)

6. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

6.1 ซื่อสัตย์สุจริต 6.2 มีวินัย 6.3 ใฝ่เรียนรู้

6.4 อยู่อย่างพอเพียง 6.5 มุ่งมั่นในการทำงาน 6.6 มีจิตสาธารณะ

7. ชิ้นงาน/ ภาระงาน

7.1 ใบกิจกรรมที่ 1: สมบัติของเฮกเซน เฮกซีนและเบนซีน

7.2 ใบกิจกรรมที่ 2: ใบกิจกรรมการแก้ปัญหา

7.3 ใบกิจกรรมที่ 3: สมบัติของกรดแอซีติกและเอทานอล

7.4 ใบกิจกรรมที่ 4: ใบกิจกรรมการแก้ปัญหา

8. การจัดกระบวนการเรียนรู้ (ชั่วโมงที่ 1-3)

ขั้นที่ 1 ขั้นค้นหา (Search: S) (50 นาที)

1. ครูสนทนากับนักเรียนแจ้งเรียนและเรื่องที่จุดประสงค์การเรียนรู้ เรื่อง สมบัติไฮโดรคาร์บอน

2. ครูทบทวนเกี่ยวกับการเกิดไอโซเมอร์และความหมายของไอโซเมอร์ของสาร สารประกอบไฮโดรคาร์บอน โดยใช้คำถามสำคัญดังนี้

- นักเรียนคิดเห็นอย่างไร กับความหมายของไอโซเมอร์ อย่างไร
- หากสารที่มีมวลโมเลกุลเท่ากัน แต่มีสูตรโครงสร้างเดียวกันเรียกไอโซเมอร์หรือไม่ เพราะเหตุใด
- หากสารที่มีมวลโมเลกุลเท่ากัน แต่มีสูตรโครงสร้างต่างกันเรียกไอโซเมอร์หรือไม่ เพราะเหตุใด
- หากครูยกตัวอย่างสูตรโมเลกุลเปรียบเทียบระหว่างสูตรโครงสร้าง $CH_3CH_2CH(CH_3)CH_3$ กับ $CH_3CH(CH_3)CH_2CH_3$ สูตรโครงสร้างทั้งสอง เรียกว่าไอโซเมอร์หรือไม่

3. ครูเขียนภาพโครงสร้างเปรียบเทียบความแตกต่างของสูตรโครงสร้างแบบเส้นและมุม เพื่อทดสอบความเข้าใจนักเรียน

4. นักเรียนร่วมกันตอบคำถามและแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับคำตอบของคำถาม เพื่อเชื่อมโยงไปสู่การเรียนรู้เรื่อง สมบัติบางประการของสารประกอบไฮโดรคาร์บอนและประเภทของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน

5. ให้นักเรียนแบ่งออกเป็นกลุ่ม ๆ ละ 4-5 คน ศึกษาใบกิจกรรมที่ 1 ซึ่งเป็นแบบบันทึกการทดลอง เรื่อง สมบัติบางประการของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน พร้อมทั้งแบ่งหน้าที่ในกลุ่มตามขั้นตอนต่อไป

6. นักเรียนปฏิบัติกิจกรรม โดยมีขั้นตอน ดังนี้ (ใช้เวลา 50 นาที)

คนที่ 1 อ่านขั้นตอนการทดลองและบอกวิธีการทดลองตามลำดับ

คนที่ 2 จัดเตรียมอุปกรณ์ รับอุปกรณ์ สำหรับการทดลอง

คนที่ 3 วางแผนการดำเนินการทดลอง

คนที่ 4 ดำเนินการทดลอง

คนที่ 5 บันทึกข้อมูลต่าง ๆ ประกอบการทดลอง ผลการทดลอง อภิปราย สรุปผลการทดลอง

7. โดยครูอภิปรายก่อนการทดลอง ประมาณ 5 นาที แต่เน้นให้นักเรียนได้เจอกับปัญหาก่อนที่จะทำการทดลอง เพื่อให้เกิดความสามารถในการแก้ปัญหา โดยครูมีหน้าที่ในการแนะแนวเพียงเท่านั้น และทำการตั้งสมมุติฐานเพื่อให้นักเรียนได้ทำการทดสอบสมมุติฐานการทดลอง อีกทั้งครูได้ทำการเตรียมสาระละลายโพแทสเซียมเปอร์มังกาเนตโดยละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต 2-3 เกล็ด ในน้ำเล็กน้อย จนละลายหมด แล้วเติมน้ำจนมีปริมาตร 50 cm^3 สารละลายนี้ควรเตรียมขึ้นใหม่ทุกครั้งที่ทำการทดลอง

8. หลังเสร็จการทดลองให้นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนออกมานำเสนอผลการทดลองหน้าชั้นเรียน (โดยบันทึกข้อมูลในแบบบันทึกผลการทดลองรายกลุ่ม เพื่อเปรียบเทียบให้ทุกกลุ่มเห็น)

9. ให้นักเรียนให้นักเรียนแต่ละกลุ่มวิเคราะห์ อภิปรายผลการทดลอง ตามแนวคำถามที่ครูตั้งให้ จากบัตรคำสั่งที่ 1

บัตรคำสั่งที่ 1 สำหรับใบกิจกรรมที่ 1

จากผลการทดลองและข้อมูลเพิ่มเติม สมบัติของเฮกเซน เฮกซีนและเบนซีนเหมือนกันหรือแตกต่างกันหรือไม่ เพราะเหตุใด

ขั้นที่ 2 การขั้นแก้ปัญหา (Solve: S) (30 นาที)

10. นักเรียนและครูร่วมกันสรุป แนวคำตอบของใบกิจกรรมที่ 1 โดยแบ่งเป็นตอน ๆ

11. นักเรียนร่วมกัน และวางแผนแนวทางการแก้ปัญหา พร้อมบันทึกผลจากการอภิปรายลงในแบบบันทึกผลการทดลอง ส่งแบบรายงานผลการทดลอง รายกลุ่ม พร้อมทั้งระบุวิธีการที่ได้มาซึ่งคำตอบ ในแต่ละขั้นตอน ลงในใบกิจกรรมที่ 2

12. ครูประเมินผลตามแบบประเมินผลการทดลอง แบบประเมินการปฏิบัติงานกลุ่มและแบบ สังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้

13. ครูแนะแนว เกี่ยวกับข้อสงสัยของนักเรียนและให้ข้อเสนอแนะ (โดยครูต้องเสนอแนะในแนวกระตุ้นคิด ที่เน้นให้นักเรียนสร้างคำตอบเป็นของตัวเอง)

บัตรคำสั่งที่ 2 สำหรับใบกิจกรรมที่ 2

ให้นักเรียนระบุวิธีการที่ได้มาซึ่งคำตอบ ในแต่ละขั้นตอน โดยให้ระบุคำตอบในแต่ละขั้นตอนในใบกิจกรรมที่ 2 ประกอบด้วยแต่ละขั้นตอน ดังนี้

- **ขั้นที่ 1 ขั้นค้นหาข้อมูลจากสถานการณ์ปัญหา (Search: S)**
- **ขั้นที่ 2 ขั้นการแก้ปัญหา (Solve: S)**
- **ขั้นที่ 3 ขั้นการสร้างคำตอบที่ได้จากการแก้ปัญหา (Create: C)**
- **ขั้นที่ 4 ขั้นการนำเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา (Share: S)**

ขั้นที่ 3 ขั้นการสร้างคำตอบที่ได้จากการแก้ปัญหา (Create: C) (30 นาที)

14. นักเรียนจัดกระทำข้อมูลที่ได้ นำมาเขียนสรุปผลการแก้ปัญหา ลงในกระดาษปรู๊ฟ โดยการนำเสนอผลการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ นักเรียนอาจใช้การเขียนบรรยาย การทำผังความคิด หรือวิธีการอื่น ๆ ตามความเหมาะสม และเตรียมนำเสนอหน้าชั้นเรียน พร้อมทั้งให้นักเรียนเขียนข้อมูลสรุปผลตามแนวทางที่หารือไว้

ขั้นที่ 4 ขั้นนำเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา (Share: S) (40 นาที)

15. นักเรียนออกมานำเสนอผลงานของกลุ่มโดยอธิบายผลการทดลองที่นักเรียนได้ทำการทดลอง บันทึกแนวทางการอธิบายของกลุ่มอื่นที่แตกต่างลงใน ใบกิจกรรมที่ 1

16. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย เรื่อง สมบัติบางประการของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน เพื่อให้ได้ข้อสรุป คือ

การที่สารประกอบไฮโดรคาร์บอนเผาไหม้แล้วเกิดเขม่า เป็นเพราะเกิดการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ ซึ่งอาจเกิดจากการที่มีปริมาณของออกซิเจนไม่เพียงพอหรือมีพลังงานที่ใช้เผาไหม้ไม่เพียงพอ สารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่มีพันธะระหว่างอะตอมของคาร์บอนในโมเลกุลเป็นพันธะคู่ หรือพันธะสาม จะต้องใช้พลังงานปริมาณมากเพื่อสลายพันธะเดิมก่อนสร้างพันธะใหม่กับออกซิเจนเกิดเป็น CO_2 ถ้าพลังงานที่ใช้ในการเผาไหม้มีไม่เพียงพอที่จะสลายพันธะคู่หรือพันธะสามได้อย่างสมบูรณ์ จะทำให้มีคาร์บอนที่ยังไม่เกิดปฏิกิริยาเหลืออยู่ในรูปของเขม่าได้ จากการทดลองซึ่งพบว่า การเผาไหม้เฮกเซนไม่มีเขม่าเกิดขึ้น ส่วนเฮกซีนและเบนซีนมีเขม่าเกิดขึ้น แสดงว่าสารประกอบไฮโดรคาร์บอนทั้ง 3 ชนิดน่าจะแตกต่างกัน เมื่อพิจารณาโครงสร้างโมเลกุลของเฮกเซนพบว่ามีแต่พันธะเดี่ยว ส่วนเฮกซีนและเบนซีนน่าจะมีพันธะคู่หรือพันธะสามอยู่ในโมเลกุล นักเรียนบันทึกข้อสรุปลงในแบบบันทึกผลการเรียนรู้

17. ครูชมเชยนักเรียนกลุ่มที่ทำงานได้เร็วและถูกต้อง ให้กำลังใจนักเรียนกลุ่มที่ทำงานสำเร็จช้า

9. สื่อการเรียนรู้

1. สื่อสำหรับการทำกิจกรรม ประกอบด้วย

- บัตรคำสั่งที่ 1 และ 2
- ใบความรู้เกี่ยวกับสมบัติของเฮกเซน เฮกซีนและเบนซีน
- ใบความรู้เกี่ยวกับสมบัติของกรดแอซีติกและเอทานอล

2. สารเคมีและอุปกรณ์สำหรับการทดลอง ดังตารางต่อไปนี้

รายการ	ต่อ 1 กลุ่ม
สารเคมี	
1. เฮกเซน	2 cm^3
2. เฮกซีน	2 cm^3
3. เบนซีน	2 cm^3
4. สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต	1 cm^3
5. น้ำกลั่น	4 cm^3
อุปกรณ์	
1. หลอดทดลองขนาดเล็ก	6 หลอด
2. จานหลุมโลหะ	1 ใบ
3. ไม้ขีดไฟ	1 กล่อง
4. หลอดหยด	3 อัน

3. แบบทดสอบหลังเรียน เรื่อง สมบัติของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน

10. การวัดผลประเมินผล

การวัดประเมินผล	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การผ่าน
1. ด้านความรู้ความเข้าใจ	1. จากการทำแบบทดสอบ 2. จากการตรวจใบงาน 3. จากการตรวจแบบฝึกหัด 4. สังเกตในห้องเรียน	1. แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน 2. แบบทดสอบท้ายบทเรียน	1. ทำแบบทดสอบถูกมากกว่าหรือเท่ากับ 60% ขึ้นไป 2. ทำใบงานถูกต้องมากกว่า 70% ขึ้นไป
2. ด้านทักษะกระบวนการ	สังเกตจากการปฏิบัติตามใบงาน	แบบประเมินการทำงานกลุ่ม	ผ่านเกณฑ์ระดับ 2 ขึ้นไป
3. ด้านจิตพิสัย	สังเกตพฤติกรรมการทำงาน ความสนใจและตั้งใจเรียน	แบบสังเกตพฤติกรรม	ผ่านเกณฑ์ระดับ 2 ขึ้นไป

11. กิจกรรมเสนอแนะ

1. ควรมีตัวอย่างเอกสารทุกรายการให้นักเรียนดูคนละชุด เพื่อนักเรียนจะได้เตรียมตัวได้ถูกต้องทุกครั้งที่มีกิจกรรมการเรียนการสอน

2. ให้นักเรียนทดสอบก่อนเรียนเพื่อวัดความรู้รายหน่วย นอกเวลาเรียนในชั้นเรียน

ใบกิจกรรมที่ 1: สมบัติของเฮกเซน เฮกซีน และเบนซีน

จงทดสอบสมมุติฐานการทดลอง (กำหนดจากครู)

1. สารประกอบไฮโดรคาร์บอนทั้งสามชนิด ไม่ละลายน้ำ และเป็นโมเลกุลไม่มีขั้ว
2. สารประกอบไฮโดรคาร์บอนทั้งสามชนิด มีความหนาแน่นน้อยกว่าน้ำ หรือมีค่าน้อยกว่า
3. การเกิดเขม่าจะสามารถแยกสารประกอบไฮโดรคาร์บอนทั้งสามออกจากกันได้
4. การทำปฏิกิริยากับสารละลายโบรมีน (ในที่มืดและที่สว่าง) พร้อมทั้งทดสอบแก๊สที่เกิดขึ้นด้วยกระดาษลิตมัสชื้นสามารถแยกสารประกอบไฮโดรคาร์บอนทั้งสามออกจากกันได้

บันทึกผลการทดลอง (ตารางบันทึกผลการทดลอง)

(ตัวอย่างผลการทดลอง)

สมบัติ / ชนิดของสาร	การละลายน้ำ	การเผาไหม้	การทำปฏิกิริยากับสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาแนต	การทำปฏิกิริยากับสารละลายโบรมีนพร้อมทั้งทดสอบแก๊สที่เกิดขึ้นด้วยกระดาษลิตมัสชื้น	
				ในที่มืด	ในที่สว่าง
เฮกเซน	ไม่ละลาย แยกเป็นสองชั้น โดยเฮกเซนอยู่ชั้นบน น้ำอยู่ชั้นล่าง	ติดไฟ ให้เปลวไฟสว่าง ไม่มีควัน	สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาแนต ไม่เปลี่ยนสี	สารละลายโบรมีนและกระดาษลิตมัสไม่เปลี่ยนแปลงสี	สารละลายโบรมีนเปลี่ยนจากสีน้ำตาลแดงเป็นไม่มีสีอย่างช้า ๆ และกระดาษลิตมัสสีน้ำเงินเป็นสีแดง
เฮกซีน	ไม่ละลาย แยกเป็นสองชั้น โดยเฮกซีนอยู่ชั้นบน น้ำอยู่ชั้นล่าง	ติดไฟให้เปลวไฟสว่างและมีเขม่า	สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาแนตเปลี่ยนจากสีม่วงเป็นไม่มีสี และมีตะกอนสีน้ำตาลดำเกิดขึ้นเล็กน้อย	สารละลายโบรมีนเปลี่ยนจากสีน้ำตาลแดงเป็นไม่มีสี และกระดาษลิตมัสไม่เปลี่ยนสี	สารละลายโบรมีนเปลี่ยนจากสีน้ำตาลแดงเป็นไม่มีสี และกระดาษลิตมัสไม่เปลี่ยนสี
เบนซีน	ไม่ละลายน้ำ แยกเป็นสองชั้น โดยเบนซีนอยู่ชั้นบน น้ำอยู่ชั้นล่าง	ติดไฟง่าย ให้เปลวไฟที่มีควันและเขม่ามาก	สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาแนต ไม่เปลี่ยนสี	สารละลายโบรมีนและกระดาษลิตมัสไม่เปลี่ยนสี	สารละลายโบรมีน และกระดาษลิตมัสไม่เปลี่ยนสี

ตอบจากผลการทดลองและข้อมูลเพิ่มเติม สมบัติของเฮกเซน เฮกซีนและเบนซีนเหมือนกันหรือแตกต่างกันหรือไม่ เพราะเหตุใด

(แนวคำตอบของการทดลอง เพื่อตอบคำถามจากบัตรคำสั่งที่ 1)

แต่ละกลุ่มนำผลการทดลองและข้อมูลเกี่ยวกับสมบัติของเฮกเซน เฮกซีน และเบนซีน มาอภิปรายร่วมกัน และนำเสนอข้อสรุปที่ได้ของแต่ละกลุ่มมาใช้อภิปรายร่วมกันอีกครั้ง ซึ่งควรได้ข้อสรุปดังต่อไปนี้

1. สารประกอบไฮโดรคาร์บอนทั้ง 3 ชนิด คือ เฮกเซน เฮกซีน และเบนซีนไม่ละลายน้ำ แสดงว่าเป็นโมเลกุลโควาเลนต์ไม่มีขั้ว

2. สารประกอบไฮโดรคาร์บอนทั้ง 3 ชนิด แยกชั้นกับน้ำอยู่ส่วนบนของน้ำ แสดงว่าสารประกอบไฮโดรคาร์บอนมีความหนาแน่นน้อยกว่าน้ำ (ตามสมการความหนาแน่น) ซึ่งอธิบายได้ว่าสารประกอบไฮโดรคาร์บอนมีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลน้อย โมเลกุลจึงอยู่ห่างกันทำให้มีความหนาแน่นน้อย ส่วนน้ำเป็นโมเลกุลมีขั้ว และมีพันธะไฮโดรเจนยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุล ทำให้โมเลกุลอยู่ชิดกันจึงมีความหนาแน่นมาก

3. การเผาไหม้อย่างสมบูรณ์ของสารประกอบไฮโดรคาร์บอนเป็นปฏิกิริยาการคายความร้อนได้ผลิตภัณฑ์เป็นแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ และไอน้ำ แต่การเผาไหม้ของเบนซีนเกิดเขม่ามากเฮกซีนเกิดเขม่าเล็กน้อย ส่วนเฮกเซนไม่มีเขม่า แสดงว่าการเผาไหม้ของเบนซีน และเฮกซีนไม่สมบูรณ์ ส่วนเฮกเซนเผาไหม้ได้สมบูรณ์ที่สุด

4. จากปฏิกิริยาระหว่างสารประกอบไฮโดรคาร์บอนทั้ง 3 ชนิดกับสารละลายโบรมีนและสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต สามารถจำแนกสารได้ 3 ประเภท

ใบกิจกรรมที่ 2: การแก้ปัญหา

ขั้นที่ 1 ขั้นค้นหาข้อมูลจากสถานการณ์ปัญหา (Search: S)

สิ่งที่กำหนดให้

สมบัติของเฮกเซน เฮกซีนและเบนซีนเหมือนกันหรือแตกต่างกันหรือไม่ เพราะเหตุใด

ขั้นที่ 2 ขั้นการแก้ปัญหา (Solve: S)

นักเรียนใช้วิธีการใดในการแก้ปัญหา

การวางแผนเพื่อให้ได้มาซึ่งผลของการทดลอง การตอบสมมุติฐาน และนำมาสู่การตอบของปัญหาจากบัตรคำสั่งที่ 1 โดยมีแนวคำตอบดังนี้

1. สารประกอบไฮโดรคาร์บอนทั้งสามชนิด ไม่ละลายน้ำ และเป็นโมเลกุลไม่มีขั้ว

► ใช้สารทั้งสามหยดลงบนน้ำด้วยปริมาตรที่เท่ากัน เพื่อทดสอบความสามารถในการละลายน้ำ

2. สารประกอบไฮโดรคาร์บอนทั้งสามชนิด มีความหนาแน่นน้อยกว่าน้ำ หรือมีค่าน้อยกว่า

► ใช้สารทั้งสามในปริมาตรที่เท่ากัน ตามสมการความหนาแน่น หากปริมาตรเท่ากัน ความหนาแน่นจะแปรผันตรงกับมวล

3. การเกิดเขม่าจะสามารถแยกสารประกอบไฮโดรคาร์บอนทั้งสามออกจากกันได้

► การเผาสารละลายทั้งสามในปริมาตรที่เท่ากัน และสังเกตเขม่าที่เกิดขึ้น

4. การทำปฏิกิริยากับสารละลายโบรมีน (ในที่มืดและที่สว่าง) พร้อมทั้งทดสอบแก๊สที่เกิดขึ้นด้วยกระดาษลิตมัสชื้นสามารถแยกสารประกอบไฮโดรคาร์บอนทั้งสามออกจากันได้

► ดูการฟอกจางสีของสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต หากมีการฟอกจางสีเกิดขึ้น นั้นแสดงถึงการเกิดปฏิกิริยา พร้อมกับการทดสอบกรดเบสของแก๊สที่เกิด

ขั้นที่ 3 ขั้นการสร้างคำตอบที่ได้จากการแก้ปัญหา (Create: C)

นักเรียนดำเนินการตามแผนการแก้ปัญหา ดังนี้

จากการบันทึกผลการทดลอง โดยจะต้องครบถ้วนตามการวางแผนการแก้ปัญหา และสามารถทดสอบสมมุติฐานได้ครบทุกข้อ

ขั้นที่ 4 ขั้นการนำเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา (Share: S)

ผลจากการตรวจสอบคำตอบที่ได้ แต่ละกลุ่มนำผลการทดลองและข้อมูลเกี่ยวกับสมบัติของเฮกเซน เฮกซีน และเบนซีนมาอภิปรายร่วมกัน และนำเสนอข้อสรุปที่ได้ของแต่ละกลุ่มมาใช้อภิปรายร่วมกันอีกครั้ง ซึ่งควรได้ข้อสรุปดังต่อไปนี้

1. สารประกอบไฮโดรคาร์บอนทั้ง 3 ชนิด คือ เฮกเซน เฮกซีน และเบนซีนไม่ละลายน้ำ แสดงว่าเป็นโมเลกุลโควาเลนต์ไม่มีขั้ว

2. สารประกอบไฮโดรคาร์บอนทั้ง 3 ชนิด แยกชั้นกับน้ำอยู่ส่วนบนของน้ำ แสดงว่าสารประกอบไฮโดรคาร์บอนมีความหนาแน่นน้อยกว่าน้ำ (ตามสมการความหนาแน่น) ซึ่งอธิบายได้ว่าสารประกอบไฮโดรคาร์บอนมีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลน้อย โมเลกุลจึงอยู่ห่างกันทำให้มีความหนาแน่นน้อย ส่วนน้ำเป็นโมเลกุลมีขั้ว และมีพันธะไฮโดรเจนยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลทำให้โมเลกุลอยู่ชิดกันจึงมีความหนาแน่นมาก

3. การเผาไหม้อย่างสมบูรณ์ของสารประกอบไฮโดรคาร์บอนเป็นปฏิกิริยาการคายความร้อนได้ผลิตภัณฑ์เป็นแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ และไอน้ำ แต่การเผาไหม้ของเบนซีนเกิดเขม่ามากเฮกซีนเกิดเขม่าเล็กน้อย ส่วนเฮกเซนไม่มีเขม่า แสดงว่าการเผาไหม้ของเบนซีน และเฮกซีนไม่สมบูรณ์ ส่วนเฮกเซนเผาไหม้ได้สมบูรณ์ที่สุด

4. จากปฏิกิริยาระหว่างสารประกอบไฮโดรคาร์บอนทั้ง 3 ชนิดกับสารละลายโบรมีนและสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต สามารถจำแนกสารได้ 3 ประเภท

แผนการจัดการเรียนรู้

โรงเรียนชลกันยานุกูล กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
รายวิชาเพิ่มเติม เคมี 3 (ว 32224) ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง เคมีอินทรีย์ จำนวน 3 คาบ
เรื่องที่ 3 แอลกอฮอลล์และอีเทอร์ เวลา 45 นาที ต่อคาบ
ผู้สอน นายศุภการณ์ ปลาสุวรรณ์

---

1. มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยาเคมี มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 8.1 เข้าใจกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหาว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่อยู่ในช่วงเวลานั้น ๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน (ข้อ 1-12)

2. สาระสำคัญ

แอลกอฮอล์ ฟีนอล อีเทอร์ แอลดีไฮด์ คีโตน กรดคาร์บอกซิลิก และเอสเทอร์เป็นสารประกอบอินทรีย์ที่มีธาตุคาร์บอน ไฮโดรเจน และออกซิเจนเป็นแอลกอฮอล์เป็นสารประกอบที่มีหมู่ไดรอกซิล (-OH) เป็นหมู่ฟักก์ชัน มีสูตรทั่วไป R–OH ฟีนอล ไม่มีหมู่ฟังก์ชัน และเป็นไอโซเมอร์กับแอลกอฮอล์และอีเทอร์ อีเทอร์มีหมู่ออกซี (-O-) เป็นมู่ฟังก์ชัน และปีนไอโซเมอร์กับแอลกอฮอล์และฟีนอล

3. ผลการเรียนรู้/ จุดประสงค์การเรียนรู้

ผลการเรียนรู้

1. สรุปสมบัติของสารประกอบคาร์บอน ซึ่งมีหมู่อะตอมที่แสดงสมบัติเฉพาะแต่ละประเภทได้

จุดประสงค์การเรียนรู้

- ด้านความรู้ (K : Knowledge)

1. แอลกอฮอล์ ฟีนอล อีเทอร์ แอลดีไฮด์ คีโตน กรดคาร์บอกซิลิก และเอสเทอร์เป็นสารประกอบอินทรีย์ที่มีธาตุคาร์บอน ไฮโดรเจน และออกซิเจนเป็นองค์ประกอบ

2. อีเทอร์มีหมู่แอลคอกซีเป็นหมู่ฟังก์ชันและเป็นไอโซเมอร์กับแอลกอฮอลล์และฟีนอล

- ด้านทักษะกระบวน (P: Process)

1. ทำการทดลองและอธิบายเกี่ยวกับปฏิกิริยา และสมบัติของสารประกอบแอลกอฮอลล์และอีเทอร์ได้

- ด้านคุณลักษณะ (A: Attribute)

1. มุ่งมั่นในการทำงาน อดทน รอบคอบ

2. มีวินัย ใฝ่เรียนรู้

4. สาระการเรียนรู้

สมบัติและปฏิกิริยาของไฮโดรคาร์บอนที่มีออกซิเจนเป็นองค์ประกอบ

1) แอลกอฮอลล์ และฟีนอล

2) อีเทอร์

5. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

5.1 ความสามารถในการสื่อสาร (รู้ เข้าใจ การพูดคุย ร่วมสนทนา รับฟังความเห็นของผู้อื่น)

5.2 ความสามารถในการคิด (คิดวิเคราะห์ คิดสร้างสรรค์ สร้างองค์ความรู้ แสดงความคิดเห็นกับผู้อื่น)

5.3 ความสามารถในการแก้ปัญหา (นำเสนอแนวความคิดเห็นในการแก้ปัญหา คิดวิธีแก้ปัญหา)

5.4. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต (การทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข)

5.5 ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี (ใช้เทคโนโลยีในการศึกษา ค้นคว้าเพิ่มเติม)

6. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

6.1 ซื่อสัตย์สุจริต 6.2 มีวินัย 6.3 ใฝ่เรียนรู้

6.4 อยู่อย่างพอเพียง 6.5 มุ่งมั่นในการทำงาน 6.6 มีจิตสาธารณะ

7. ชิ้นงาน/ ภาระงาน

7.1 ใบกิจกรรมที่ 1: แอลกอฮอลล์ และอีเทอร์

7.2 ใบกิจกรรมที่ 2: ใบกิจกรรมการแก้ปัญหา

8. การจัดกระบวนการเรียนรู้ (ชั่วโมงที่ 1-2)

ขั้นนำ (15 นาที)

1. ครูสนทนากับนักเรียนแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้

2. ครูสอบถามนักเรียนเกี่ยวกับสารต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันที่นักเรียนรู้จัก โดยมีคำถามสำคัญดังนี้

- นักเรียนรู้แอลกอฮอล์ที่จุดไฟหรือไม่ เพราะเหตุใด
- นักเรียนรู้แอลกอฮอล์ที่ผสมในเครื่องดื่มประเภทมึนเมาหรือไม่ เพราะเหตุใด
- มีสารอินทรีย์ชนิดใดอีกบ้างในชีวิตประจำวันที่นักเรียนรู้จัก

3. นักเรียนร่วมกันตอบคำถามและแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับคำตอบของคำถามเพื่อเชื่อมโยงไปสู่การเรียนรู้เรื่อง สารประกอบอินทรีย์ที่มีธาตุออกซิเจนเป็นองค์ประกอบ (หน่วยที่ 1 เรื่อง เคมีอินทรีย์)

4. ครูนำอภิปรายภาพต่าง ๆ ที่ใช้ในชีวิตประจำวัน และเกี่ยวข้องกับเคมีอินทรีย์ เรื่อง สารประกอบอินทรีย์ที่มีธาตุออกซิเจนเป็นองค์ประกอบ โดยให้นักเรียนดูภาพและร่วมกันอภิปรายและนักเรียนต้องบันทึกผลการเรียนรู้จากการร่วมอภิปรายทุกครั้งหลังสรุป

5. ให้นักเรียนช่วยกันยกตัวอย่างสารอินทรีย์ที่มีธาตุออกซิเจนเป็นองค์ประกอบพบในชีวิตประจำวันให้ได้มากที่สุดในเวลา 5 นาที

ขั้นสอน (70 นาที)

ขั้นที่ 1 ขั้นค้นหา (Search: S) (15 นาที)

6. ให้นักเรียนศึกษาเอกสารประกอบการสอน เรื่อง สารประกอบอินทรีย์ที่มีธาตุออกซิเจนเป็นองค์ประกอบ ตามหัวข้อ ดังต่อไปนี้

- แอลกอฮอล์และอีเทอร์ที่รู้จักและคุ้นเคย
- สูตรโครงสร้าง หมู่ฟังก์ชัน
- สภาพขั้ว การละลายน้ำ จุดเดือดจุดหลอมเหลว
- การเรียกชื่อของสารประกอบทั้งสองชนิด
- ประโยชน์/ โทษ

7. ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายแต่ละหัวข้อ โดยมีบัตรคำสั่งสำหรับใบกิจกรรมที่ 1

บัตรคำสั่งที่ 1 สำหรับใบกิจกรรมที่ 1

1. แอลกอฮอล์และอีเทอร์ที่รู้จักและคุ้นเคย

2. สูตรโครงสร้าง หมู่ฟังก์ชัน

3. สภาพขั้ว การละลายน้ำ จุดเดือดจุดหลอมเหลว

4. การเรียกชื่อของสารประกอบทั้งสองชนิด

5. ประโยชน์/ โทษ

คำถาม: สมบัติของสารประกอบควรเป็นเช่นไรเมื่อเทียบกับแอลกอฮอลล์

ขั้นที่ 2 การขั้นแก้ปัญหา (Solve: S) (10 นาที)

8. เมื่อนักเรียนแต่ละกลุ่มทำกิจกรรมที่ 1 เสร็จแล้วโดยศึกษาในบัตรคำสั่งข้อที่ 2 เพื่อให้นักเรียนร่วมกันให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจ โดยบอกว่าปัญหากำหนดสิ่งใดให้บ้างและต้องการให้นักเรียนทำอะไร พร้อมทั้งให้นักเรียนเขียนข้อมูลที่เป็นข้อตกลงร่วมกันจากการหารือภายในกลุ่มลงในใบกิจกรรมที่ 2: ใบกิจกรรมการแก้ปัญหา

9. ครูให้คำปรึกษา เกี่ยวกับข้อสงสัยของนักเรียนและให้ข้อเสนอแนะ (โดยครูต้องเสนอแนะในแนวกระตุ้นคิด ที่เน้นให้นักเรียนสร้างคำตอบเป็นของตัวเอง)

บัตรคำสั่งที่ 2 สำหรับใบกิจกรรมที่ 2

ให้นักเรียนระบุวิธีการที่ได้มาซึ่งคำตอบ ในแต่ละขั้นตอน โดยให้ระบุคำตอบในแต่ละขั้นตอนในใบกิจกรรมที่ 2 ประกอบด้วยแต่ละขั้นตอน ดังนี้

- **ขั้นที่ 1 ขั้นค้นหาข้อมูลจากสถานการณ์ปัญหา (Search: S)**
- **ขั้นที่ 2 ขั้นการแก้ปัญหา (Solve: S)**
- **ขั้นที่ 3 ขั้นการสร้างคำตอบที่ได้จากการแก้ปัญหา (Create: C)**
- **ขั้นที่ 4 ขั้นการนำเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา (Share: S)**

ขั้นที่ 3 ขั้นการสร้างคำตอบที่ได้จากการแก้ปัญหา (Create: C) (5 นาที)

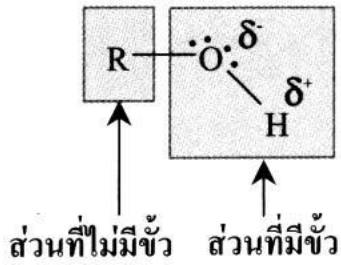
10. นักเรียนจัดกระทำข้อมูลที่ได้ นำมาเขียนสรุปผลการแก้ปัญหาลงในกระดาษปรู๊ฟโดยการนำเสนอผลการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (นักเรียนอาจใช้การเขียนบรรยาย การทำผังความคิด หรือวิธีการอื่น ๆ ตามความเหมาะสม) และเตรียมนำเสนอหน้าชั้นเรียน พร้อมทั้งให้นักเรียนเขียนข้อมูลสรุปผลตามแนวทางที่หารือไว้

โดยแนวคำตอบเกี่ยวกับสารประกอบอินทรีย์ที่มีธาตุออกซิเจนเป็นองค์ประกอบตามหัวข้อต่อไปนี้

- แอลกอฮอล์ที่รู้จักและคุ้นเคยกันอย่างดี ได้แก่ เมทานอล (CH_3OH) และเอทานอล (C_2H_5OH)

- เมื่อพิจารณาสูตรโครงสร้างของสารทั้งสองพบว่าสารทั้งคู่มีหมู่ไฮดรอกซิล (-OH) เป็นหมู่ฟังก์ชัน ดังนั้นสูตรทั่วไปของแอลกอฮอล์จึงเป็น ROH โดยให้ R แทนหมู่แอลคิล

- หมู่ -OH ในแอลกอฮอล์กับหมู่ -OH ในโลหะไฮดรอกไซด์ มีสมบัติต่างกัน เมื่อแอลกอฮอล์ละลายในน้ำ หมู่ -OH ในแอลกอฮอล์จะไม่แตกตัวเป็นไฮดรอกไซด์ไอออน เช่นเดียวกับหมู่ -OH ในโลหะไฮดรอกไซด์ เนื่องจากพันธะระหว่างหมู่ -OH กับหมู่แอลคิลในแอลกอฮอล์เป็นพันธะโคเวเลนต์ แต่พันธะระหว่าง OH- กับโลหะไอออนในโลหะไฮดรอกไซด์เป็นพันธะไอออนิก นอกจากนี้โมลกุลของแอลกอฮอล์มีทั้งส่วนของหมู่แอลคิลและส่วนที่มีขั้ว คือ หมู่ไฮดรอกซิล สภาพขั้วในโมเลกุลของแอลกอฮอล์เขียนแสดงดังรูป



รูปแสดงสภาพขั้วในโมเลกุลของแอลกอฮอล์

- การที่แอลกอฮอล์มีทั้งส่วนมีขั้วและไม่มีขั้วภายในโลเลกุล จะมีผลต่อสมบัติทางกายภาพของแอลกอฮอล์ แอลกอฮอล์เป็นโมเลกุลมีขั้ว จึงมีทั้งแรงลอนดอน และแรงดึงดูดระหว่างขั้วเป็นแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุล นอกจากนี้หมู่ไฮดรอกซิลเป็นหมู่ฟังก์ชันของแอลกอฮอล์สามารถเกิดพันธะไฮโดรเจนยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลของแอลกอฮอล์

- แอลกอฮอล์มีจำนวนอะตอมของคาร์บอนเพิ่มขึ้นจะมีจุดเดือดสูงขึ้น ซึ่งอธิบายได้ว่าการเพิ่มจำนวนอะตอมของคาร์บอนทำให้มวลโมเลกุลของแอลกอฮอล์เพิ่มขึ้น จึงเป็นผลให้แรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลมีค่ามากขึ้นด้วย

- ถ้าเปรียบเทียบจุดเดือดของแอลกอฮอล์กับแอลเคนที่มีมวลโมเลกุลใกล้เคียงกัน พบว่าจุดเดือดของแอลกอฮอล์จะมีค่าสูงกว่าแอลเคน เนื่องจากแอลกอฮอล์เป็นโมเลกุลมีขั้ว จึงมีทั้งแรงลอนดอนและแรงดึงดูดระหว่างขั้วเป็นแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลนอกจากนี้หมู่ไฮดรอกซิลเป็น

หมู่ฟังก์ชันของแอลกอฮอล์สามารถเกิดพันธะไฮโดรเจนยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลของแอลกอฮอล์ได้

- สำหรับการละลายในน้ำของแอลกอฮอล์ พบว่า แอลกอฮอล์ที่โมเลกุลประกอบด้วยคาร์บอน 1-3 อะตอม ละลายในน้ำได้ดี เนื่องจากแอลกอฮอล์มีหมู่ไฮดรอกซิลซึ่งเป็นส่วนที่มีขั้วในโมเลกุลและเกิดพันธะไฮโดรเจนกับน้ำได้จึงทำให้แอลกอฮอล์ละลายในน้ำ แต่เมื่อจำนวนอะตอมของคาร์บอนเพิ่มขึ้นแอลกอฮอล์จะละลายในน้ำได้น้อยลง เป็นเพราะเมื่อโมเลกุลมีขนาดใหญ่ขึ้นและมีส่วนที่ไม่มีขั้วเพิ่มมากขึ้น สภาพขั้วของโมเลกุลจะอ่อนลง ส่งผลให้เกิดการละลายในน้ำได้น้อยลง นอกจากนี้การละลายในน้ำของแอลกอฮอล์ยังขึ้นอยู่กับรูปร่างโมเลกุล ตำแหน่งและจำนวนของหมู่ไฮดรอกซิลอีกด้วย

- การเรียกชื่อแอลกอฮอล์ที่เป็นโซ่ตรง ให้เรียกตามจำนวนอะตอมของคาร์บอนแล้วลงท้ายเสียงเป็น -อานอล (-anol) เช่น

CH_3OH มีชื่อว่า เมทานอล (methanol; CH_4O)

CH_3CH_2OH มีชื่อว่า เอทานอล (ethanol; C_2H_6O)

$CH_3CH_2CH_2CH_2OH$ มีชื่อว่า บิวทานอล (butanol; $C_4H_{10}O$)

ประโยชน์ โทษ แอลกอฮอล์

- เมทานอลเป็นแอลกอฮอล์ที่มีจำนวนอะตอมของคาร์บอนน้อยที่สุด เตรียมได้จากการเผาไม้ที่อุณหภูมิสูงในภาวะที่ปราศจากอากาศ ในอุตสาหกรรมเตรียมเมทานอลได้จากปฏิกิริยาระหว่างคาร์บอนมอนนอกไซด์กับไฮโดรเจนภายใต้อุณหภูมิและความดันสูง โดยมีโลหะออกไซด์ เช่น Fe_2O_3, ZnO/ Cr_2O_3 เป็นตัวเร่งปฏิกิริยายาดังสมการ

- เมทานอลเป็นสารที่มีอันตราย ถ้าเมทานอลเข้าสู่ร่างกายจะถูกออกซิไดส์กลายเป็นฟอร์มาลดีไฮด์ ซึ่งจะทำให้เกิดอาการปวดศีรษะ ตาบอดหรือเป็นอันตรายถึงชีวิต ประโยชน์ของเมทานอลนำมาใช้เป็นตัวทำละลายอินทรีย์ใช้เป็นเชื้อเพลิง ใช้เป็นสารตั้งต้นในการผลิตพลาสติกยา และสารประกอบอินทรีย์ชนิดอื่น เช่น ฟอร์มาลดีไฮด์

- เอทานอลเป็นแอลกอฮอล์อีกชนิดหนึ่งที่นำมาใช้ประโยชน์ เตรียมได้จากการหมักน้ำตาลที่ได้จากผลไม้หรือแป้งจากธัญพืชในที่ปราศจากออกซิเจน เอนไซม์ในแบคทีเรียหรือยีสต์จะช่วยเร่งปฏิกิริยา

ขั้นที่ 4 ขั้นนำเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา (Share: S) (10 นาที)

11. นักเรียนออกมานำเสนอผลงานของกลุ่มโดยอธิบายถึงสารประกอบอินทรีย์ที่มีออกซิเจนเป็นองค์ประกอบโดยเฉพาะแอลกอฮอลล์ที่นักเรียนแยกและบอกความแตกต่างได้ บันทึกแนวทางการอธิบายของกลุ่มอื่นที่แตกต่างลงใน ใบกิจกรรมที่ 1

12. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการจัดกิจกรรม โดยครูให้ข้อเสนอแนะในการแยกสูตรโมเลกุลและสูตรโครงสร้างถึงความแตกต่าง และข้อดีข้อเสียของแต่ละประเภท โดยใช้สื่อการสอน นำเสนอเรื่องแอลกอลฮอลล์ ฟีนอล และอีเทอร์

9. สื่อการเรียนรู้

1. อุปกรณ์สำหรับกิจกรรม ประกอบด้วย

- บัตรคำสั่ง
- ใบความรู้เกี่ยวกับ แอลกอฮอลล์ และอีเทอร์

2. หนังสือแบบเรียนเคมีรายวิชาเพิ่มเติมเคมี เล่ม 5 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

3. http://www.school.net.th/library/snet5/topic5/atom.html

10. การวัดประเมินผล

การวัดประเมินผล	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การผ่าน
1. ด้านความรู้ความเข้าใจ	1. จากแบบทดสอบ 2. จากการตรวจ ใบงาน 3. จากการตรวจแบบฝึกหัด 4. สังเกตจากการปฏิบัติตามใบงาน	1. แบบทดสอบก่อนเรียน-หลังเรียน 2. ใบงาน 3. แบบฝึกหัด	1. ทำแบบทดสอบถูกมากกว่าหรือเท่ากับ 60% ขึ้นไป 2. ทำใบงานถูกต้องมากกว่า 70% ขึ้นไป
2. ด้านทักษะกระบวนการ	สังเกตจากการปฏิบัติตามใบงาน	แบบประเมินการทำงานกลุ่ม	ผ่านเกณฑ์ระดับ 2 ขึ้นไป
3. ด้านจิตพิสัย	สังเกตพฤติกรรมการทำงาน ความสนใจและตั้งใจเรียน	แบบประเมินคุณ-ลักษณะอันพึงประสงค์	ผ่านเกณฑ์ระดับ 2 ขึ้นไป

11. กิจกรรมเสนอแนะ

1. ควรมีตัวอย่างเอกสารทุกรายการให้นักเรียนดูคนละชุด เพื่อนักเรียนจะได้เตรียมตัวได้ถูกต้องทุกครั้งที่มีกิจกรรมการเรียนการสอน

2. ให้นักเรียนทดสอบก่อนเรียนเพื่อวัดความรู้รายหน่วย นอกเวลาเรียนในชั้นเรียน

ใบกิจกรรมที่ 1

แอลกอฮอล์

แอลกอฮอลล์ที่รู้จักหรือคุ้นเคย

1. Methanol (CH_3OH) ตัวทำละลายอินทรีย์
2. Ethanol (CH_3CH_2OH) ล้างแผล และเครื่องดื่มแอลกอฮอล์

หมู่ฟังก์ชัน

Hydroxyl group

1. R-OH (primary alcohol)
2. R-OH
   R
   R
3. R-OH

สภาพขั้ว-การละลายน้ำ และจุดเดือด จุดหลอมหลว

โมเลกุลของแอลกอฮอลล์มีขั้ว และสามารถสร้างพันธะไฮโดรเจนกับโมเลกุลของน้ำได้

จุดเดือด และจุดหลอมเหลวสูง เนื่องจากมีพันธะไฮโดรเจนภายในหมู่

การเรียกชื่อสารประกอบอินทรีย์: IUPAC

1. -OH ตำแหน่งน้อยสุด

ประโยชน์ของสารประกอบ

Ethanol (CH_3CH_2OH) สามารถเป็นยาล้างแผล สามารถเป็นส่วนผสมของน้ำมันได้

อีเทอร์

อีเทอร์ที่รู้จัก หรือคุ้นเคย

1. Ethoxyethane ($CH_3CH_2OCH_2CH_3$) เป็นยาสลบ (anesthetic)

หมู่ฟังก์ชัน

Alcoxy group

1. R-O-R

สภาพขั้ว-การละลายน้ำ และจุดเดือด จุดหลอมหลว

โมเลกุลของอีเทอร์ไม่มีขั้ว และไม่สามารถสร้างพันธะไฮโดรเจนกับโมเลกุลของน้ำได้

จุดเดือด และจุดหลอมเหลวต่ำ เนื่องจากมีแรงระหว่างโมเลกุลเป็นแรง

การเรียกชื่อสารประกอบอินทรีย์: IUPAC

1. เลือกสายโซ่ด้านที่ยาวที่สุด อ่านแบบ alkane

ประโยชน์ของสารประกอบ

Ethoxyethane ($CH_3CH_2OCH_2CH_3$) เป็นยาสลบ

ใบกิจกรรมที่ 2: การแก้ปัญหา

เรื่อง แอลกอฮอล์และอีเทอร์

ขั้นที่ 1 ขั้นค้นหาข้อมูลจากสถานการณ์ปัญหา (Search: S)

สมบัติของสารประกอบควรเป็นเช่นไรเมื่อเทียบกับแอลกอฮอลล์

ขั้นที่ 2 ขั้นการแก้ปัญหา (Solve: S)

นักเรียนใช้วิธีการใดในการแก้ปัญหา

ทำการทดสอบความเป็นกรดเบสด้วยกระดาษลิตมัส

► เตรียมกระดาษลิตมัสชื้นสีน้ำเงิน

► เตรียมกระดาษลิตมัสชื้นสีแดง

ทำการทดสอบโลหะที่ว่องไว (Na: โซเดียม)

► เตรียมโลหะโซเดียม ขนาดเท่าเมล็ดถั่วเขียว จากน้ำมัน

ทำการทดสอบปฏิกิริยากับเบสแก่ (NaOH: โซเดียมไฮดรอกไซด์)

ขั้นที่ 3 ขั้นการสร้างคำตอบที่ได้จากการแก้ปัญหา (Create: C)

นักเรียนดำเนินการตามแผนการแก้ปัญหา ดังนี้

จากการบันทึกผลการทดลอง โดยจะต้องครบถ้วนตามการวางแผนการแก้ปัญหา และสามารถทดสอบสมมุติฐานได้ครบทุกข้อ

ขั้นที่ 4 ขั้นการนำเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา (Share: S)

ผลจากการตรวจสอบคำตอบที่ได้

ฟีนอล (Phenol) เป็นสารประกอบอะโรมาติคที่ผลิตได้จากสารประกอบอะโรมาติคชนิดอื่นๆ เช่น เบนซีน โทลูอีน เป็นสารที่ถูกนำมาใช้เป็นสารตั้งต้นในการผลิตผลิตภัณฑ์เคมีหลายชนิด อาทิ สีย้อม สารเคมีกำจัดวัชพืช และศัตรูพืช ยาในทางการแพทย์ เป็นต้น

ประโยชน์ฟีนอล สารฟีนอลมีการนำมาใช้ประโยชน์อย่างแพร่หลายในอุตสาหกรรมหลายประเภท ได้แก่ อุตสาหกรรมปิโตรเคมี, อุตสาหกรรมพลาสติก, สารเคมีในการเกษตร, อุตสาหกรรมผลิตยา, อุตสาหกรรมสารฆ่าเชื้อโรค และน้ำยาทำความสะอาด, อุตสาหกรรมสีย้อม, อุตสาหกรรมสบู่ และกระดาษ เป็นต้น

แผนการจัดการเรียนรู้

โรงเรียนชลกันยานุกูล กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
รายวิชาเพิ่มเติม เคมี 3 (ว 32224) ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง เคมีอินทรีย์ จำนวน 6 คาบ
เรื่องที่ 4 คาร์บอกซิลิก และเอสเทอร์ เวลา 45 นาที ต่อคาบ
ผู้สอน นายสุภการณ์ ปลาสุวรรณ์

---

1. มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยาเคมี มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 8.1 เข้าใจกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหาว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่อยู่ในช่วงเวลานั้น ๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน (ข้อ 1-12)

2. สาระสำคัญ

กรดคาร์บอกซิลิกมีอยู่ทั่วไปในธรรมชาติและโดยปกติแล้วมีคุณสมบัติเป็นกรดอ่อน (weak acids) นั่นก็คือ เมื่อกรดคาร์บอกซิลิกละลายในน้ำก็จะเกิดการแตกตัวเพียงบางส่วนให้ H^+ และ$RCOO^-$ ตัวอย่างเช่น ที่อุณภูมิห้องกรดน้ำส้ม (Acetic acid) ออกซิเจน 2 อะตอมในโมเลกุลมีแนวโน้มที่จะดึงเอาอิเล็กตรอนมาจากอะตอมไฮโดรเจน ซึ่งทำให้โปรตอน หลุดออกจากโมเลกุลได้ง่ายขึ้น นอกจากนี้ความเป็นกรดของกรดคาร์บอกซิลิกยังสามารถอธิบายได้จากผลของ Resonance effects นั่นคือ เมื่อเกิดการแตกตัวของกรดคาร์บอกซิลิกประจุลบจะเกิดการเคลื่อนที่ (Delocalized) ระหว่างออกซิเจนอะตอม 2 อะตอมทำให้โมเลกุลเสถียรขึ้น นอกจากนี้ พันธะระหว่างคาร์บอน-ออกซิเจนจะมีลักษณะที่เรียกว่า กึ่งพันธะคู่ (Partial double bond characteristic)

เอสเทอร์ เป็นสารประกอบทางเคมีที่เกิดจากออกโซแอซิด (หนึ่งในหมู่ oxo , X=O), และสารประกอบไฮดรอกซิล เช่น แอลกอฮอล์หรือฟีนอล เป็นต้น[1] เอสเทอร์ประกอบด้วยกรดอนินทรีย์หรือกรดอินทรีย์โดยที่หมู่ -OH (ไฮดรอกซิล) อย่างน้อยหนึ่งหมู่ถูกแทนที่ด้วยหมู่ -O-แอลคิล (แอลคอกซี) คล้ายกับเกลือที่ใช้แอลกอฮอล์อินทรีย์แทนที่ไฮดรอกไซด์ของโลหะ

3. ผลการเรียนรู้/ จุดประสงค์การเรียนรู้

ผลการเรียนรู้

1. สรุปสมบัติของสารประกอบคาร์บอน ซึ่งมีหมู่อะตอมที่แสดงสมบัติเฉพาะแต่ละประเภทได้

จุดประสงค์การเรียนรู้

- ด้านความรู้ (K : Knowledge)

1. อธิบายเกี่ยวกับสมบัติและปฏิกิริยาของกรดคาร์บอกซิลิก และเอสเทอร์ได้

- ด้านทักษะกระบวน (P: Process)

1. ทำการทดลอง รวบรวมข้อมูล แปลความหมายข้อมูล และสรุปผลการทดลอง

- สมบัติบางประการของเอทานอลและกรดแอซิติก
- สมบัติบางประการของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน
- ปฏิกิริยาของเอสเทอร์

- ด้านคุณลักษณะ (A: Attribute)

1. มุ่งมั่นในการทำงาน อดทน รอบคอบ
2. มีวินัย ใฝ่เรียนรู้

4. สาระการเรียนรู้

สมบัติและปฏิกิริยาของไฮโดรคาร์บอนที่มีออกซิเจนเป็นองค์ประกอบ

1) กรดคาร์บอกซิลิก
2) เอสเทอร์

5. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

5.1 ความสามารถในการสื่อสาร (รู้ เข้าใจ การพูดคุย ร่วมสนทนา รับฟังความเห็นของผู้อื่น)

5.2 ความสามารถในการคิด (คิดวิเคราะห์ คิดสร้างสรรค์ สร้างองค์ความรู้ แสดงความคิดเห็นกับผู้อื่น)

5.3 ความสามารถในการแก้ปัญหา (นำเสนอแนวความคิดเห็นในการแก้ปัญหา คิดวิธีแก้ปัญหา)

5.4. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต (การทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข)

5.5 ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี (ใช้เทคโนโลยีในการศึกษา ค้นคว้าเพิ่มเติม)

6. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

6.1 ซื่อสัตย์สุจริต 6.2 มีวินัย 6.3 ใฝ่เรียนรู้

6.4 อยู่อย่างพอเพียง 6.5 มุ่งมั่นในการทำงาน 6.6 มีจิตสาธารณะ

7. ชิ้นงาน/ ภาระงาน

7.1 ใบกิจกรรมที่ 1: กรดคาร์บอกซิลิก และเอสเทอร์

7.2 ใบกิจกรรมที่ 2: ใบกิจกรรมการแก้ปัญหา

8. การจัดกระบวนการเรียนรู้ (ชั่วโมงที่ 1-2)

ขั้นนำ (15 นาที)

1. ครูทบทวนถึงเรื่องที่เรียนในเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับสารประกอบที่มีหมู่ฟังก์ชัน เรื่อง สารประกอบอินทรีย์ที่มีธาตุออกซิเจนเป็นองค์ประกอบ โดยสุ่มนักเรียน 2-3 คน ให้นักเรียนตอบคำถามสำคัญต่อไปนี้

- แอลดีไฮด์ ที่นักเรียนรู้จักมีชนิดใดบ้าง มีหมู่ฟังก์ชันคืออะไร เพราะเหตุใด
- คีโตน ที่นักเรียนรู้จักมีชนิดใดบ้าง มีหมู่ฟังก์ชันคืออะไร เพราะเหตุใด
- ทั้งแอลดีไฮด์และคีโตน มีสมบัติทางเคมีและทางกายภาพอย่างไรบ้าง

2. นักเรียนร่วมกันตอบคำถามและแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับคำตอบ เพื่อเชื่อมโยงไปสู่การเรียนรู้เรื่อง กรดคาร์บอกซิลิกและเอสเทอร์

ขั้นสอน (70 นาที)

ขั้นที่ 1 ขั้นค้นหา (Search: S) (15 นาที)

3. ครูนำอภิปรายภาพต่าง ๆ กรดคาร์บอกซิลิกและเอสเทอร์ เรื่อง สารประกอบอินทรีย์ที่มีธาตุออกซิเจนเป็นองค์ประกอบ โดยให้นักเรียนดูภาพและร่วมกันอภิปราย โดยมีคำถามสำคัญดังต่อไปนี้

- กรดคาร์บอกซิลิก ที่นักเรียนรู้จักมีชนิดใดบ้าง มีหมู่ฟังก์ชันคืออะไร เพราะเหตุใด
- เอสเทอร์ ที่นักเรียนรู้จักมีชนิดใดบ้าง มีหมู่ฟังก์ชันคืออะไร เพราะเหตุใด
- ทั้งกรดคาร์บอกซิลิกหรือเอสเทอร์ มีสมบัติทางเคมีและทางกายภาพอย่างไรบ้าง

4. ให้นักเรียนช่วยกันยกตัวอย่างสารอินทรีย์ที่มีธาตุออกซิเจนเป็นองค์ประกอบ กรดคาร์บอกซิลิกและเอสเทอร์ ที่นักเรียนรู้จัก โดยมีคำถามสำคัญดังต่อไปนี้

- มีกรดคาร์บอกซิลิกและเอสเทอร์ ที่นักเรียนรู้จักในชีวิตประจำวันบ้างหรือไม่ หรือเป็นชื่อที่คุ้นเคยบ้างหรือไม่
- นักเรียนเรียนเรื่องกรดเบสผ่านมา กรดแก่ที่นักเรียนเรียนไป เช่น กรดไฮโดรคลอริก หรือกรดซัลฟิวริก จัดว่าเป็นกรดอินทรีย์หรือไม่ เพราะเหตุใด

5. ให้นักเรียนแบ่งออกเป็นกลุ่ม ๆ ละ 4-5 คน ศึกษาใบกิจกรรมที่ 1 ซึ่งเป็นแบบบันทึกการทดลอง เรื่อง สมบัติบางประการของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน พร้อมทั้งแบ่งหน้าที่ในกลุ่มตามขั้นตอนต่อไป

6. นักเรียนปฏิบัติกิจกรรม ใช้เวลา 50 นาที โดยมีขั้นตอน ดังนี้

คนที่ 1 อ่านขั้นตอนการทดลองและบอกวิธีการทดลองตามลำดับ

คนที่ 2 จัดเตรียมอุปกรณ์ รับอุปกรณ์ สำหรับการทดลอง

คนที่ 3 วางแผนการดำเนินการทดลอง

คนที่ 4 ดำเนินการทดลอง

คนที่ 5 บันทึกข้อมูลต่าง ๆ ประกอบการทดลอง ผลการทดลอง อภิปราย สรุปผลการทดลอง

โดยมีวิธีในการดำเนินการทดลอง ดังนี้

6.1 หยดกรดแอซิติก 3 หยด ลงในหลอดทดลองขนาดเล็ก เติมเอทานอลลงไป 3 หยด แล้วเติมกรด H_2SO_4 เข้มข้น 1 หยด ผสมให้เข้ากัน ดมกลิ่นและบันทึกผล แล้วปิดจุกอย่างหลวม ๆ

6.2 นำสารในข้อที่ 6.1 ไปอุ่นในน้ำอุณหภูมิ 60-70 ˚C เป็นเวลา 2-3 นาที ดมกลิ่นของสารที่ได้จากปฏิกิริยาเปรียบเทียบกับกลิ่นของสารตั้งต้น บันทึกผล

6.3 ทำการทดลองเช่นเดียวกับข้อ 1 และ 2 โดยใช้สารแต่ละคู่ต่อไปนี้แทน

กรดแอซติก กับ เพนทานอล

กรดซาลิซิลิก กับ เมทานอล

กรดบิวทาโนอิก กับ เมทานอล

7. โดยครูอภิปรายก่อนการทดลอง ประมาณ 5 นาที แต่เน้นให้นักเรียนได้เจอกับปัญหาก่อนที่จะทำการทดลอง เพื่อให้เกิดความสามารถในการแก้ปัญหา โดยครูมีหน้าที่ในการแนะแนวเพียงเท่านั้น และทำการตั้งสมมุติฐานเพื่อให้นักเรียนได้ทำการทดสอบสมมุติฐานการทดลอง อีกทั้งครูอธิบายการดมกลิ่นของสารเคมี โดยการใช้มือโบกกลิ่นของสารจากปากหลอดทดลอง และเน้นให้ทราบว่าสารเคมีทุกชนิดมีพิษ จึงควรระมัดระวัง โดยเฉพาะกรดซัลฟิวริกเข้มข้น ถ้าหากมีการสัมผัสจะต้องล้างน้ำทันที รวมทั้งเน้นให้นักเรียนใช้หลอดแยกชนิดของสารจากกัน เพื่อป้องกันการปนเปื้อน

8. หลังเสร็จการทดลองให้นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนออกมานำเสนอผลการทดลองหน้าชั้นเรียน (โดยบันทึกข้อมูลในแบบบันทึกผลการทดลองรายกลุ่ม เพื่อเปรียบเทียบให้ทุกกลุ่มเห็น)

9. ให้นักเรียนให้นักเรียนแต่ละกลุ่มวิเคราะห์ อภิปรายผลการทดลอง ตามแนวคำถามที่ครูตั้งให้ จากบัตรคำสั่งที่ 1

บัตรคำสั่งที่ 1 สำหรับใบกิจกรรมที่ 1

1. จากผลการทดลองและข้อมูลเพิ่มเติม จากการทดลองกรดอินทรีย์ อินทรีย์ และเอสเทอร์ จัดเป็นสารชนิดเดียวกันหรือไม่

2. จากการทดลองทราบได้อย่างไรว่ามีปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้น และได้สารใดเป็นผลิตภัณฑ์

3. สมการของปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นควรเป็นเช่นไร และเรียกชื่อของสารผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นว่าอย่างไร

ขั้นที่ 2 การขั้นแก้ปัญหา (Solve: S) (10 นาที)

8. เมื่อนักเรียนแต่ละกลุ่มทำกิจกรรมที่ 1 เสร็จแล้วโดยศึกษาในบัตรคำสั่งข้อที่ 2 เพื่อให้นักเรียนร่วมกันให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจในการจัดกลุ่มของพันธะของคาร์บอน ตามชนิดที่เป็นข้อตกลงของกลุ่ม โดยบอกว่าปัญหากำหนดสิ่งใดให้บ้างและต้องการให้นักเรียนทำอะไร พร้อมทั้งให้นักเรียนเขียนข้อมูลที่เป็นข้อตกลงร่วมกันจากการหารือภายในกลุ่ม ลงในใบกิจกรรมที่ 2: ใบกิจกรรมการแก้ปัญหา

9 .ครูให้คำปรึกษา เกี่ยวกับข้อสงสัยของนักเรียนและให้ข้อเสนอแนะ (โดยครูต้องเสนอแนะในแนวกระตุ้นคิด ที่เน้นให้นักเรียนสร้างคำตอบเป็นของตัวเอง)

บัตรคำสั่งที่ 2 สำหรับใบกิจกรรมที่ 2

ให้นักเรียนระบุวิธีการที่ได้มาซึ่งคำตอบ ในแต่ละขั้นตอน โดยให้ระบุคำตอบในแต่ละขั้นตอนในใบกิจกรรมที่ 2 ประกอบด้วยแต่ละขั้นตอน ดังนี้

- **ขั้นที่ 1 ขั้นค้นหาข้อมูลจากสถานการณ์ปัญหา (Search: S)**
- **ขั้นที่ 2 ขั้นการแก้ปัญหา (Solve: S)**
- **ขั้นที่ 3 ขั้นการสร้างคำตอบที่ได้จากการแก้ปัญหา (Create: C)**
- **ขั้นที่ 4 ขั้นการนำเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา (Share: S)**

ขั้นที่ 3 ขั้นการสร้างคำตอบที่ได้จากการแก้ปัญหา (Create: C) (5 นาที)

10. นักเรียนจัดกระทำข้อมูลที่ได้ นำมาเขียนสรุปผลการแก้ปัญหาลงในกระดาษปรู๊ฟ โดยการนำเสนอผลการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (นักเรียนอาจใช้การเขียนบรรยาย การทำผังความคิด หรือวิธีการอื่น ๆ ตามความเหมาะสม) และเตรียมนำเสนอหน้าชั้นเรียน พร้อมทั้งให้นักเรียนเขียนข้อมูลสรุปผลตามแนวทางที่หารือไว้

โดยแนวคำตอบเกี่ยวกับสารประกอบอินทรีย์ที่มีธาตุออกซิเจนเป็นองค์ประกอบตามหัวข้อต่อไปนี้

- กรดแอซิติกมีสูตรโครงสร้างเป็น $CH_3 – COOH$ โดยมีหมู่คาร์บอกซิล (–COOH) เป็นหมู่ฟังก์ชัน จึงเรียกสารในกลุ่มนี้ว่า กรดคาร์บอกซิลิก ถ้าให้ R แทนหมู่แอลคิลหรือแอริล สูตรทั่วไปของกรดคาร์บอกซิลิกจะเขียนได้ดังนี้

R – C – OH หรือ RCOOH หรือ RCO_2H

- จากการทดลอง เรื่อง ปฏิกิริยาระหว่างกรดคาร์บอกซิลิกกับแอลกอฮอร์ ซึ่งใช้กรดแอซีติกเป็นตัวแทนของกรดคาร์บอกซิลิก พบว่ากรดแอซีติกละลายในน้ำได้ดี เปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากสีน้ำเงินเป็นสีแดง ทำปฏิกิริยากับโลหะโซเดียมได้แก๊สไฮโดรเจน และทำปฏิกิริยากับ $NaHCO_3$ ได้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์

- กรดอนินทรีย์ที่ละลายในน้ำ ถ้าเป็นกรดแก่ซึ่งเป็นอิเล็กโทรไลต์แก่จะแตกตัวให้ไฮโดรเจนไอออนได้อย่างสมบูรณ์ หรือแตกตัวได้หมด ในขณะที่กรดอ่อนแตกตัวได้เพียงบางส่วน ให้ไฮโดรเจนไอออนได้น้อยและยังมีโมเลกุลของกรดละลายอยู่ในสารละลายอย่างสมบูรณ์ กรดคาร์บอกซิลิกจัดเป็นกรดอ่อนเพราะละลายในน้ำแล้วแตกตัวให้ H_3O^+ ได้น้อยหรือแตกตัวไม่สมบูรณ์และมีภาวะสมดุลเกิดขึ้นได้ ถ้าให้กรดแอซีติกเป็นตัวแทนของกรดคาร์บอกซิลิก การละลายในน้ำของกรดแอซีติกเขียนสมการเคมีแสดงได้ดังนี้

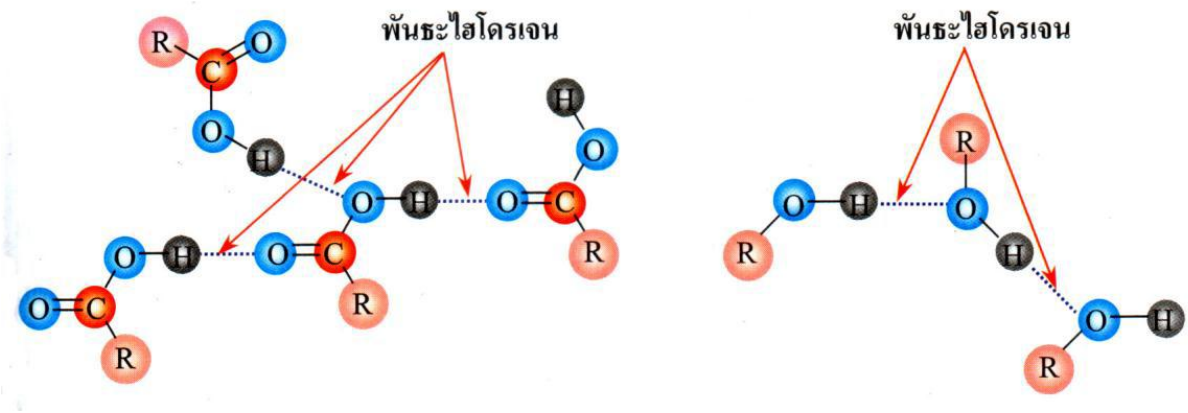
$$CH_3COOH(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons CH_3COO^-(aq) + H_3O^+(aq)$$

$$K_a = \frac{[CH_3COO^-][H_3O^+]}{[CH_3COOH]} = 1.8 \times 10^{-5}$$

- ค่า Ka ของปฏิกิริยานี้มีค่าน้อย ทำให้ทราบว่าการแตกตัวเป็นไอออนหรือปฏิกิริยาไปข้างหน้าเกิดขึ้นได้น้อยแสดงว่ากรดแอซีติกเป็นกรดอ่อน สำหรับกรดคาร์บอกซิลิกชนิดอื่น ๆ ก็มีสมบัติเช่นเดียวกัน สมบัติบางประการของกรดคาร์บอกซิลิกบางชนิดแสดงในตาราง ข้างล่าง

- การที่กรดคาร์บอกซิลิกละลายได้ในน้ำเพราะว่าในโมเลกุลมีส่วนที่มีขั้วสูง โดยประกอบด้วยหมู่ฟังก์ชันที่มีขั้วถึง 2 หมู่ คือ หมู่ไฮดรอกซิลและหมู่คาร์บอนิล สภาพขั้วในโมเลกุลของกรดคาร์บอกซิลิกแสดงดังรูป แต่สภาพละลายได้ในน้ำของกรดคาร์บอกซิลิกจะลดลงเมื่อจำนวนอะตอมของคาร์บอนเพิ่มขึ้น ส่วนจุดเดือดของกรดคาร์บอกซิลิกจะสูงขึ้นเมื่อจำนวนอะตอมของคาร์บอนเพิ่มขึ้น ซึ่งอธิบายได้ในทำนองเดียวกับแอลกอฮอล์

- ถ้าเปรียบเทียบจุดเดือดของกรดคาร์บอกซิลิกกับแอลกอฮอล์ที่มีมวลโมเลกุลใกล้เคียงกัน เช่น กรดเอทาโนอิก (CH_3COOH) กับโพรพานอล ($CH_3CH_2CH_2OH$) จะพบว่ากรดเอทาโนอิกมีจุดเดือด 117.9 ºC ซึ่งสูงกว่าโพรพานอลที่มีจุดเดือดเพียง 97.2 ºC เนื่องจากหมู่คาร์บอกซิลซึ่งเป็นหมู่ฟังก์ชันในโมเลกุลของกรดคาร์บอกซิลิกมีออกซิเจน 2 อะตอมและไฮโดรเจน 1 อะตอมที่สามารถสร้างพันธะไฮโดรเจนได้ ในขณะที่หมู่ไฮดรอกซิลซึ่งเป็นหมู่ฟังก์ชันในโมเลกุลของแอลกอฮอล์มีออกซิเจนและไฮโดรเจนอย่างละ 1 อะตอม พันธะไฮโดรเจนที่เกิดขึ้นแรงมากกว่าแอลกอฮอล์กรดคาร์บอกซิลิกจึงมีแรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลมากกว่าแอลกอฮอล์ที่มีมวลโมเลกุลใกล้เคียงกัน พันธะไฮโดรเจนระหว่างโมเลกุลของกรดคาร์บอนซิลิกับแอลกอฮอล์แสดงได้ดังรูป



พันธะไฮโดรเจนของกรดคาร์บอกซิลิก พันธะไฮโดรเจนของแอลกอฮอล์

รูปแสดงพันธะไฮโดรเจนระหว่างโมเลกุลของกรดคาร์บอกซิลิกเปรียบเทียบกับแอลกอฮอล์

- การเรียกชื่อกรดคาร์บอกซิลิกที่เป็นโซ่ตรงให้เรียกตามจำนวนอะตอมของคาร์บอนแล้วลงท้ายเสียงเป็น -อาโนอิก (-anoic acid) เช่น

CH_3COOH มีชื่อว่า กรดเอทาโนอิก (Ethanoic acid)

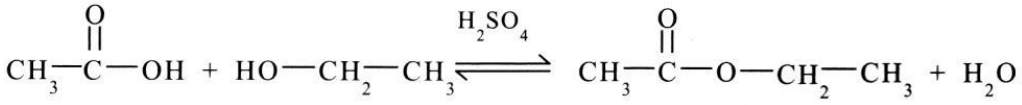
CH_3CH_2COOH มีชื่อว่า กรดโพรพาโนอิก (Propanoic acid)

- ในธรรมชาติพบกรดคาร์บอกซิลิกในผลไม้ที่มีรสเปรี้ยวหลายชนิด เช่น ส้ม มะขาม มะนาว กรดคาร์บอกซิลิกบางชนิดเป็นองค์ประกอบของไขมันหรือน้ำมัน เช่น กรดไขมันในพืชและสัตว์ กรดคาร์บอกซิลิกที่คุ้นเคยและใช้ในชีวิตประจำวัน ได้แก่ กรดเอทาโนอิก มีชื่อสามัญว่ากรดแอซีติก กรดแอซีติกเข้มข้นใช้เป็นตัวทำละลายในการผลิตพลาสติกและเส้นใยสังเคราะห์ น้ำส้มสายชูสำหรับปรุงอาหารมีกรดแอซีติกผสมอยู่ร้อยละ 4-5 โดยปริมาตร

- กรดเมทาโนอิกมีชื่อสามัญว่ากรดฟอร์มิก เป็นกรดคาร์บอกซิลิกที่มีจำนวนอะตอมของคาร์บอนน้อยที่สุด พบในผึ้งและมดแต่ส่วนใหญ่ได้จากการสังเคราะห์ ใช้เป็นสารที่ช่วยให้เนื้อยางในน้ำยางดิบรวมตัวกันเป็นก้อน และใช้ในอุตสาหกรรมฟอกหนัง และอุตสาหกรรมย้อมผ้า

- กรดแอลฟาไฮดรอกซีหรือเอเอชเอ (Alpha hydroxyl acids, AHAs) เป็นกรดคาร์บอกซิลที่เกิดในธรรมชาติ พบในผลไม้ นม ต้นอ้อย มีหลายชนิดที่พบบ่อย ๆ คือ กรดแลกติก ซึ่งได้จากนมเปรี้ยว กรดไกลโคลิกซึ่งได้จากต้นอ้อย กรดมาลิกซึ่งได้จากผลแอปเปิลเกรป ปัจจุบันมีการนำเอเอชเอความเข้มข้นน้อย ๆ มาใช้เป็นส่วนผสมของผลิตภัณฑ์บำรุงผิวเพื่อทำให้ผิวนุ่ม ไร้ริ้วรอย และช่วยปรับปรุงสภาพผิว

- เมื่อกรดคาร์บอกซิลิกทำปฏิกิริยากับแอลกอฮอล์จะได้สารใหม่ซึ่งมีกลิ่นแตกต่างไปจากสารตั้งต้น ผลิตภัณฑ์ที่ได้เรียกว่า เอสเทอร์ และเรียกปฏิกิริยาการเตรียมเอสเทอร์ว่า เอสเทอริฟิเคชัน ปฏิกิริยาระหว่างกรดแอซีติกกับเอทานอลที่อุณหภูมิสูง โดยมีกรดซัลฟิวริกเข้มข้นเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาเขียนสมการเคมีแสดงได้ดังนี้



กรดแอซิติก เอทานอล เอทิลแอซีเตต น้ำ

- เมื่อพิจารณาสูตรโครงสร้างของเอทิลแอซีเตต พบว่ามีหมู่แอลคอกซีคาร์บอนิล (-C-OR) เป็นหมู่ฟังก์ชัน ถ้าให้ R แทนหมู่แอลคิลหรือแอริลของแอลกอฮอล์ และ R’ แทนหมู่แอลคิลหรือแอริลของกรดคาร์บอกซิลิก สูตรทั่วไปของเอสเทอร์จะเขียนได้ดังนี้

R’ - C - OR หรือ R’COOR หรือ $R'CO_2R$

- เมื่อพิจารณาสูตรโครงสร้างของเอสเทอร์กับกรดคาร์บอกซิลิกที่มีจำนวนอะตอมของคาร์บอนเท่ากัน เช่น เอทิลเอทาโนเอตซึ่งมีสูตรโครงสร้าง $CH_3COOCH_2CH_3$ กับกรดบิวทาโนอิกซึ่งมีสูตรโครงสร้าง $CH_3CH_2CH_2COOH$ พบว่าสารทั้งสองเป็นไอโซเมอร์กัน เอสเทอร์กับกรดคาร์บอกซิลิกที่เป็นไอโซเมอร์กันจะมีจุดเดือดเท่ากันด้วยหรือไม่

ขั้นที่ 4 ขั้นนำเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา (Share: S) (10 นาที)

11. นักเรียนออกมานำเสนอผลงานของกลุ่มโดยอธิบายถึงสารประกอบอินทรีย์ที่มีออกซิเจนเป็นองค์ประกอบ ทั้งกรดคาร์บอกซิลิกและเอสเทอร์ที่นักเรียนแยกและบอกความแตกต่างได้ บันทึกแนวทางการอธิบายของกลุ่มอื่นที่แตกต่างลงใน ใบกิจกรรมที่ 1

12. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการจัดกิจกรรม โดยครูให้ข้อเสนอแนะในการแยกสูตรโมเลกุลและสูตรโครงสร้างถึงความแตกต่าง และข้อดีข้อเสียของแต่ละประเภท โดยใช้สื่อ Power point นำเสนอเรื่อง กรดคาร์บอกซิลิก และเอสเทอร์

9. สื่อการเรียนรู้

1. สื่อสำหรับการทำกิจกรรม ประกอบด้วย

- บัตรคำสั่งที่ 1 และ 2
- ใบความรู้เกี่ยวกับ ปฏิกิริยาของเอสเทอร์
- ใบความรู้เกี่ยวกับ สมบัติของกรดแอซีติกและเอทานอล

2. สารเคมีและอุปกรณ์สำหรับการทดลอง ดังตารางต่อไปนี้

รายการ	ต่อ 1 กลุ่ม
สารเคมี	
1. กรดแอซิติกเข้มข้น	2 cm^3
2. กรดซาลิซิลิก	1 ช้อนเบอร์ 1
3. กรดบิวทาโนอิก	1 cm^3
4. เอทานอล	1 cm^3
5. เพนทานอล	1 cm^3
6. เมทานอล	1 cm^3
7. กรดซัลฟิวริกเข้มข้น	1 cm^3
อุปกรณ์	
1. หลอดทดลองขนาดเล็ก พร้อมจุกยาง	4 ชุด
2. ตะเกียงแอลกอฮอลล์ พร้อมที่กั้นลม และตะแกรงลวด	1 ชุด
3. บีกเกอร์ขนาด 250 cm^3	1 ใบ

10. การวัดประเมินผล

การวัดประเมินผล	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การผ่าน
1. ด้านความรู้ ความเข้าใจ	1. จากแบบทดสอบ 2. จากการตรวจใบงาน 3. จากการตรวจแบบฝึกหัด 4. สังเกตจากการปฏิบัติตามใบงาน	1. แบบทดสอบก่อนเรียน-หลังเรียน 2. ใบงาน 3. แบบฝึกหัด	1. ทำแบบทดสอบถูกมากกว่าหรือเท่ากับ 60% ขึ้นไป 2. ทำใบงานถูกต้องมากกว่า 70% ขึ้นไป
2. ด้านทักษะกระบวนการ	สังเกตจากการปฏิบัติตามใบงาน	แบบประเมินการทำงานกลุ่ม	ผ่านเกณฑ์ระดับ 2 ขึ้นไป
3. ด้านจิตพิสัย	สังเกตพฤติกรรมการทำงาน ความสนใจและตั้งใจเรียน	แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์	ผ่านเกณฑ์ระดับ 2 ขึ้นไป

11. กิจกรรมเสนอแนะ

1. ควรมีตัวอย่างเอกสารทุกรายการให้นักเรียนดูคนละชุด เพื่อนักเรียนจะได้เตรียมตัวได้ถูกต้องทุกครั้งที่มีกิจกรรมการเรียนการสอน

2. ให้นักเรียนทดสอบก่อนเรียนเพื่อวัดความรู้รายหน่วย นอกเวลาเรียนในชั้นเรียน

ใบกิจกรรมที่ 1: กรดอินทรีย์ และเอสเทอร์

คำถามหลังการทดลอง

1. จากการทดลองกรดอินทรีย์อินทรีย์ และเอสเทอร์ จัดเป็นสารชนิดเดียวกันหรือไม่

2. จากการทดลองทราบได้อย่างไรว่ามีปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้น และได้สารใดเป็นผลิตภัณฑ์

3. สมการของปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นควรเป็นเช่นไร และเรียกชื่อของสารผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นว่าอย่างไร

บันทึกผลการทดลอง (ตัวอย่างตารางบันทึกผลการทดลอง)

(ตัวอย่างผลการทดลอง)

หลอดที่	สารตั้งต้น	กลิ่นของสารเมื่อเริ่มต้น	กลิ่นของสารผลิตภัณฑ์
1	กรดแอซิติก + เอทานอล	กลิ่นฉุน	กลิ่นคล้ายน้ำยาล้างเล็บ
2	กรดแอซติก + เพนทานอล	กลิ่นฉุน	
3	กรดซาลิซิก + เมทานอล	กลิ่นฉุน	กลิ่นคล้ายกล้วย
4	กรดบิวทาโนอิก + เมทานอล	กลิ่นฉุน	กลิ่นคล้ายน้ำมันระกำ

ตอบคำถามหลังการทดลอง

1. จากการทดลองกรดอินทรีย์ และเอสเทอร์ จัดเป็นสารชนิดเดียวกันหรือไม่

กรดอินทรีย์ และเอสเทอร์เป็นสารคนละชนิดกัน แต่จัดว่าเป็นสารที่มีสูตรโมเลกุลเดียวกัน แต่มีการจัดเรียงโครงสร้างภายในโมเลกุลแตกต่างกัน โดยการพิสูจน์นักเรียนสามารถนำอุปกรณ์ที่ครูเตรียมไว้เพื่อทดสอบได้หลายรูปแบบ เช่น

- การทดสอบความเป็นกรดเบสด้วยกระดาษลิตมัส
- การทดสอบสภาพขั้ว และความสามารถในการละลายน้ำ

2. จากการทดลองทราบได้อย่างไรว่ามีปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้น และได้สารใดเป็นผลิตภัณฑ์ปฏิกิริยาเกิดขึ้นโดยผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้น มีกลิ่นที่เปลี่ยนแปลงไป โดยสารที่เกิดจากปฏิกิริยาระหว่างกรดอินทรีย์ และแอลกอฮอลล์ คือ สารประกอบเอสเทอร์

3. สมการของปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นควรเป็นเช่นไร และเรียกชื่อของสารผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นว่าอย่างไร

ตัวอย่างสมการเคมีของหลอดที่ 1

$$CH_3COOH + CH_3CH_2OH \xrightleftharpoons[\Delta]{H_2SO_4\ \text{เข้มข้น}} CH_3COOCH_2CH_3 + H_2O$$

(Ethyl acetate)

ตัวอย่างสมการเคมีของหลอดที่ 2

$$CH_3COOH + CH_3(CH_2)_4OH \xrightleftharpoons[\Delta]{H_2SO_4\ \text{เข้มข้น}} CH_3COO(CH_2)_4CH_3 + H_2O$$

(Pentyl acetate)

ใบกิจกรรมที่ 2: การแก้ปัญหา

เรื่อง กรดอินทรีย์ และเอสเทอร์

ขั้นที่ 1 ขั้นค้นหาข้อมูลจากสถานการณ์ปัญหา (Search: S)

1. จากการทดลองกรดอินทรีย์อินทรีย์ และเอสเทอร์ จัดเป็นสารชนิดเดียวกันหรือไม่

2. จากการทดลองทราบได้อย่างไรว่ามีปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้น และได้สารใดเป็นผลิตภัณฑ์

3. สมการของปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นควรเป็นเช่นไร และเรียกชื่อของสารผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นว่าอย่างไร

ขั้นที่ 2 ขั้นการแก้ปัญหา (Solve: S)

นักเรียนใช้วิธีการใดในการแก้ปัญหา

การวางแผนเพื่อให้ได้มาซึ่งผลของการทดลอง การตอบคำถามหลังการทดลอง และนำมาสู่การตอบของปัญหาจากบัตรคำสั่งที่ 1 โดยมีแนวคำตอบดังนี้

1. จากการทดลองกรดอินทรีย์อินทรีย์ และเอสเทอร์ จัดเป็นสารชนิดเดียวกันหรือไม่

► ทำการทดสอบความเป็นกรดเบส ด้วยกระดาษลิมัสเพื่อแยกความแตกต่าง

► ทำการจุดเดือด จุดหลอมเหลวของสารเพื่อแยกความแตกต่าง

2. จากการทดลองทราบได้อย่างไรว่ามีปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้น และได้สารใดเป็นผลิตภัณฑ์

► การเปลี่ยนแปลงของลักษณะทางกายภาพ เช่น สี และการแยกชั้นของผลิตภัณฑ์

► กลิ่นของสารผลิตภัณฑ์มีความแตกต่างจากกลิ่นของสารตั้งต้นที่เป็นกรดอินทรีย์และแอลกอฮอลล์

3. สมการของปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นควรเป็นเช่นไร และเรียกชื่อของสารผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นว่าอย่างไร

► สมการปฏิกิริยาของการเกิดเอสเทอร์ หรือปฏิกิริยาเอสเทอริฟิเคชัน อัตราส่วนโมลของแต่ละสารนั้นมีจำนวนโมลที่เท่ากัน โดยประกอบจากส่วนของกรดอินทรีย์และแอลกอฮอล์ ซึ่งเป็นหลักการเดียวกันกับการอ่านชื่อของผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้น

ขั้นที่ 3 ขั้นการสร้างคำตอบที่ได้จากการแก้ปัญหา (Create: C)

นักเรียนดำเนินการตามแผนการแก้ปัญหา ดังนี้

จากการบันทึกผลการทดลอง โดยจะต้องครบถ้วนตามการวางแผนการแก้ปัญหา และสามารถทดสอบสมมุติฐานได้ครบทุกข้อ

ขั้นที่ 4 ขั้นการนำเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา (Share: S)

ผลจากการตรวจสอบคำตอบที่ได้

ผลจากการตรวจสอบคำตอบที่ได้ แต่ละกลุ่มนำผลการทดลองและข้อมูลเกี่ยวกับสมบัติของกรดอินทรีย์ และเอสเทอร์มาอภิปรายร่วมกัน และนำเสนอข้อสรุปที่ได้ของแต่ละกลุ่มมาใช้อภิปรายร่วมกันอีกครั้ง ซึ่งควรได้ข้อสรุปดังต่อไปนี้

เมื่อพิจารณาโครงสร้างของเอสเทอร์กับกรดคาร์บอกซิลิกที่มีจำนวนอะตอมของคาร์บอนเท่ากัน เช่น เอทิลเอทาโนเอตซึ่งมีสูตรโมเลกุล พบว่าสารทั้งสองเป็นไอโซเมอร์กัน โดยสารทั้งสองมีลักษณะทางกายภาพ และทางเคมีมีความแตกต่างกัน

หลักของการเขียนสมการเคมีของปฏิกิริยาเอสเทอริฟิเคชัน จะมีอัตราส่วนโมลที่เท่ากัน คือ 1:1 ปฏิกิริยาระหว่างกรดอินทรีย์และแอลกอฮอล์ที่อุณหภูมิสูง โดยมีกรดอินทรีย์เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา อีกทั้งหลักการอ่านชื่อจะเป็นไปตามหลักการของการเกิดปฏิกิริยานั้น ๆ

แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา

สถานการณ์ที่ 1 (ใช้สำหรับข้อคำถามที่ 1-4)

ตารางแสดงส่วนผสมที่แตกต่างกันสองสูตรของเครื่องสำอางที่นักเรียนสามารถทำเองได้

หมายเหตุ: ลิปสติกจะแข็งกว่าลิปมัน ซึ่งอ่อนและเป็นมันกว่า

ลิปสติก		**ลิปมัน**	
ส่วนผสม:		**ส่วนผสม**:	
น้ำมันละหุ่ง	5 กรัม	น้ำมันละหุ่ง	5 กรัม
ไขผึ้ง	0.2 กรัม	ไขผึ้ง	1 กรัม
ไขมันปาล์ม	0.2 กรัม	ไขมันปาล์ม	1 กรัม
สีผสมอาหาร	1 ช้อนชา	สีผสมอาหาร	1 ช้อนชา
สารแต่งรสชาติ	1 หยด	สารแต่งรสชาติ	1 หยด
วิธีทำ:		**วิธีทำ**:	
อุ่นน้ำมันและไขในอ่างน้ำจนผสมกันดีจากนั้นเติมสีผสมอาหารและสารแต่งรสชาติ แล้วผสมให้เข้ากัน		อุ่นน้ำมันและไขในอ่างน้ำจนผสมกันดีจากนั้นเติมสีผสมอาหารและสารแต่งรสชาติ แล้วผสมให้เข้ากัน	
การทำลิปมันและลิปสติกน้ำมันและไขถูกผสมเข้าด้วยกัน แล้วเติมสีผสมอาหารและสารแต่งรสชาติ ลิปสติกที่ทำจากส่วนผสมนี้จะแข็งและใช้ยาก			

ข้อคำถามสำหรับสถานการณ์ที่ 1

1. จากบทความ สิ่งใดที่ทำให้ลิปสติกแข็งและใช้ยาก

   ก. วิธีการทำไม่เหมาะสม

   ข. สัดส่วนของส่วนผสม

   ค. ปริมาณน้ำมันมีน้อยเกินไป

   ง. ไขผึ้งมากเกินไป

2. นักเรียนคนหนึ่งได้ปรับสูตรการทำลิปสติก โดยต้องการให้ลิปสติกอ่อนตัวลง ด้วยการเติมน้ำจำนวนหนึ่งในขั้นตอนการผสมน้ำมันและไข เมื่อผสมส่วนผสมเรียบร้อยแล้วลิปสติกของนักเรียนคนนั้นเป็นอย่างไร

ก.ได้ลิปสติกที่มันและอ่อนกว่าเดิม

ข. ลิปสติกจับตัวกันแน่นมากยิ่งขึ้น

ค. ลิปสติกแทบจะไม่มีการเปลี่ยนแปลง

ง. ส่วนผสมแยกเป็นสองชั้น

3. หากนักเรียนต้องการทำลิปสติกให้ใช้ได้ง่ายขึ้น นักเรียนควรจะทำอย่างไร

1) ใช้ไขผึ้งและไขมันปาล์มลดลงเล็กน้อย

2) เติมน้ำมันละหุ่งมากขึ้น

3) อุ่นของผสมให้นานขึ้นเพื่อให้อ่อนลง

ก. 1) และ 2)　　ข. 2) และ 3)　　ค. 1) และ 3)　　ง. ถูกทุกข้อ

4. เมื่อเติมสารที่เรียกว่าอิมัลซิฟายเออร์ลงไปจะทำให้นำมัน และไขผสมกันได้กับน้ำ ทำไมสบู่และน้ำจึงสามารถลบลิปสติกได้

ก. น้ำมีอิมัลซิฟายเออร์ที่ทำให้สบู่และลิปสติกผสมกันได้

ข. สบู่ทำหน้าที่เป็นอิมัลซิฟายเออร์ ที่ทำให้น้ำและลิปสติกผสมกันได้

ค. อิมัลซิฟายเออร์ในลิปสติกทำให้สบู่และน้ำผสมกันได้

ง. สบู่และลิปสติกผสมกันจนเป็นอิมัลซิฟายเออร์ที่ผสมกับน้ำได้

สถานการณ์ที่ 2 (ใช้สำหรับข้อคำถามที่ 5-8)

จากรูปข้างต้น เป็นรูปแกะสลักที่ทำด้วยหินชนิดหนึ่งที่เรียกว่าหินอ่อน ซึ่งหินอ่อนจะมีแคลเซียมคาร์บอเนตเป็นองค์ประกอบ รูปทางด้านขวาเป็นผลมาจากการกัดกร่อนของฝนกรด

น้ำฝนโดยปกติ มีความเป็นกรดอ่อน เนื่องจากน้ำฝนมีการดูดซับซัลเฟอร์ไดออกไซด์หรือออกไซด์ของไนโตรเจนจากอากาศ โดยมีความเป็นกรดมากกว่าน้ำฝนโดยปกติ

ข้อคำถามสำหรับสถานการณ์ที่ 2

5. อะไรเป็นสาเหตุทำให้รูปปั้นสองรูปนี้มีลักษณะที่แตกต่างกัน

ก. ฝนกรด

ข. ออกไซด์ของซัลเฟอร์ และไนโตรเจน

ค. การเสื่อมสภาพตามกาลเวลา

ง. น้ำฝนทำการชะรูปปั้น

6. นาย ก. ได้ออกแบบการทดลองเพิ่มเติมด้วยการใส่หินอ่อนชิ้นเล็ก ๆ ลงในน้ำส้มสายชู นาย ก. ควรมีสมมติฐานการทดลองเป็นไปตามข้อใด

ก. ถ้าสารที่เป็นกรดทำให้รูปปั้นสึกกร่อน เมื่อใส่หินอ่อนลงในน้ำส้มสายชู หินอ่อนจะสึกกร่อน

ข. ถ้าสารที่เป็นกรดทำให้รูปปั้นสึกกร่อน เมื่อใส่หินอ่อนลงในน้ำส้มสายชู จะมีฟองแก๊สเกิดขึ้น

ค. ถ้าสารที่เป็นกรดทำให้รูปปั้นสึกกร่อน เมื่อใส่หินอ่อนลงในน้ำส้มสายชู สีของหินอ่อนจะซีดลง

ง. ถ้าสารที่เป็นกรดทำให้รูปปั้นสึกกร่อน เมื่อใส่หินอ่อนลงในน้ำส้มสายชู หินอ่อนจะละลาย

7. หากนักเรียนเป็นนาย ก. จะเลือกใช้วิธีใดต่อไปนี้ในการทดสอบว่า สมมติฐานคาดการณ์ไว้จะเป็นจริงหรือไม่

ก. สังเกตก๊าซที่เกิดขึ้น

ข. ชั่งน้ำหนักของหินอ่อนแห้งก่อนและหลังการทดลอง

ค. วัดระดับความสูงจากการลอบตัวของก้อนหิน

ง. ถูกทุกข้อ

8. จากวิธีการที่นักเรียนเลือกในข้อที่ 7 ผลการทดลองที่ได้ควรเป็นเช่นไร

ก. มีฟองก๊าซเกิดขึ้น หินมีขนาดเล็กลง

ข. น้ำหนักของหินหลังจากการทดลองจะลดลง

ค. หินที่อยู่ในน้ำส้มสายชูจะลอยตัวสูงขึ้น เนื่องจากถูกกัดกร่อน

ง. ถูกทุกข้อ

สถานการณ์ที่ 3 (ใช้สำหรับข้อคำถามที่ 9-12)

ชุมชนหนึ่งอยู่ใกล้โรงงานเคมีภัณฑ์ขนาดใหญ่ที่มีการผลิตปุ๋ยเพื่อใช้ในการเกษตร โดยรายงานเมื่อไม่กี่ปีที่ผ่านมานั้น มีกรณีที่ผู้คนในละแวกนั้นป่วยด้วยโรคทางเดินหายใจเรื้อรัง คนในท้องถิ่นเชื่อว่าอาการเหล่านั้นเกิดจากการปล่อยควันพิษในบริเวณโรงงานปุ๋ยเคมีที่อยู่ใกล้เคียง

ชาวบ้านจึงมาประชุมกันเพื่ออภิปรายถึงอันตรายที่น่าจะเกิดขึ้นจากโรงงานเคมีภัณฑ์ ซึ่งมีผลต่อสุขภาพของผู้ที่อยู่อาศัยในท้องถิ่น นักวิทยาศาสตร์ได้เสนอข้อสรุปต่อที่ประชุม ดังต่อไปนี้

คำกล่าวของนักวิทยาศาสตร์ที่ทำงานในบริษัทเคมี

"เราได้ศึกษาความเป็นพิษต่อดินในบริเวณใกล้เคียง เราไม่พบหลักฐานที่แสดงถึงพิษของสารเคมีในตัวอย่างดินที่เราเก็บมา"

คำกล่าวของนักวิทยาศาสตร์ที่ทำงานร่วมกับชาวบ้านในท้องถิ่น

"เราศึกษาจำนวนกรณีของความเจ็บไข้จากปัญหาระบบทางเดินหายใจเรื้อรังในท้องถิ่นเปรียบเทียบกับจำนวนกรณีในบริเวณที่ห่างออกไปจากโรงงานเคมีภัณฑ์ ปรากฏว่าบริเวณที่อยู่ใกล้เคียงกับโรงงานเคมีภัณฑ์ มีกรณีที่เกิดขึ้นมากกว่า"

เจ้าของโรงงานเคมีภัณฑ์ใช้คำกล่าวของนักวิทยาศาสตร์ที่ทำงานกับบริษัทเพื่อโต้แย้งว่า "การปล่อยควันจากโรงงานไม่มีความเสี่ยงต่อสุขภาพของผู้ที่อยู่อาศัยในท้องถิ่น"

ข้อคำถามสำหรับสถานการณ์ที่ 3

9. จากสถานการณ์ดังกล่าว นักเรียนคิดว่าปัญหาที่เกิดขึ้นคืออะไร

ก. มีโรงงานขนาดใหญ่ตั้งอยู่ในชุมชน

ข. ผู้ป่วยในละแวกนั้นป่วยด้วยโรคทางเดินหายใจเรื้อรัง

ค. เจ้าของบริษัทและชาวบ้านว่าจ้างให้มาทำงานเพื่อบริษัท

ง. คนในท้องถิ่น เชื่อว่าอาการป่วยของคนในชุมชนเกิดจากควันที่ปล่อยออกมาจากโรงงาน

10. จากคำกล่าวของนักวิทยาศาสตร์ที่ทำงานให้กับบริษัท นักเรียนคิดว่าคำกล่าวนี้ถูกต้องหรือไม่ เพราะเหตุใด

ก. ถูกต้อง เพราะผลการศึกษาพบว่าไม่มีหลักฐานที่แสดงถึงพิษของสารเคมีในตัวอย่างดิน

ข. ถูกต้อง เพราะนักวิทยาศาสตร์ ได้ผลการทดลองที่น่าเชื่อถือแล้ว

ค. ไม่ถูกต้อง เพราะโรคทางเดินหายใจอาจมีสาเหตุที่เฉพาะจากสารเคมีที่อยู่ในอากาศ

ง. ไม่ถูกต้อง เพราะนักวิทยาศาสตร์ที่ทำให้กับชาวบ้านไม่ได้ให้เหตุผลเช่นเดียวกัน

11. นักเรียนเห็นด้วยหรือไม่กับคำกล่าว คำกล่าวของนักวิทยาศาสตร์ที่ทำงานร่วมกับชาวบ้าน เพราะเหตุใด

ก. เห็นด้วย เพราะเป็นการศึกษาผู้ป่วยที่เป็นโรคเกี่ยวกับทางเดินหายใจโดยตรง

ข. เห็นด้วย เพราะนักวิทยาศาสตร์ที่ทำงานกับโรงงานมีวิธีการที่ไม่ถูกต้อง

ค. ไม่เห็นด้วย เพราะอาจมีปัจจัยอื่นที่ทำให้ผลการศึกษาคลาดเคลื่อนได้

ง. ไม่เห็นด้วย เพราะนักวิทยาศาสตร์อาจทำผลการศึกษาให้เข้าข้างนายจ้าง

12. หากนักเรียนเป็นนักวิทยาศาสตร์ที่ทำงานให้กับชาวบ้านนักเรียนจะควบคุมปัจจัยใดบ้าง เพื่อให้ผลการศึกษาถูกต้องและน่าเชื่อถือมากที่สุด

1) จำนวนคนที่ศึกษาต้องมีสัดส่วนที่เท่ากัน

2) ชุมชนต้องมีสภาพความเป็นอยู่ที่ไม่แตกต่างกัน

3) ชุมชนที่ใช้เปรียบเทียบต้องเป็นชุมชนที่อยู่ใกล้ และไกลโรงงานเท่านั้น

4) สภาพอากาศของชุมชนที่ใช้เปรียบเทียบต้องใกล้เคียงหรือเหมือนกันที่สุด

ก. 1) และ 2)　　ข. 2) และ 3)　　ค. 3) และ 4)　　ง. ถูกทุกข้อ

สถานการณ์ที่ 4 (ใช้สำหรับข้อคำถามที่ 13-16)

ทฤษฎีโครงการแกล้งดิน อันเนื่องจากพระราชดำริในพระบาทสมเด็จพระปรมินทรมหาภูมิพลอดุลยเดช มีเนื้อความดังนี้

โครงการแกล้งดิน เกิดอันเนื่องมาจากการที่พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว รัชกาลที่ 9 ได้เสด็จเยี่ยมราษฎรในเขตจังหวัดนราธิวาส ในปี พ.ศ. 2524 ทรงพบว่าราษฎรประสบปัญหาเกี่ยวกับดินในพื้นที่ป่าพรุ ซึ่งเป็นพื้นที่มีน้ำท่วมขังทำให้ดินเป็นดินเปรี้ยวจัด ศูนย์ศึกษาพัฒนาพิกุลทองอันเนื่องมาจากพระราชดำริจึงได้ดำเนินการสนองพระราชดำริโครงการแกล้งดิน เพื่อศึกษาเปลี่ยนแปลงความเป็นกรดของดิน เริ่มที่จากวิธีการแกล้งดินให้เปรี้ยว ด้วยการทำให้ดินแห้งและเปียกสลับกันไป เพื่อเร่งปฏิกิริยาทางเคมีของดิน ซึ่งจะไปกระตุ้นให้สารไพไรท์ทำปฏิกิริยากับออกซิเจนในอากาศ ปลดปล่อยกรดกำมะถันออกมา ทำให้ดินเป็นกรดจัด จนกระทั่งถึงจุดที่พืชไม่สามารถเจริญงอกงามได้ จากนั้นจึงหาวิธีการปรับปรุงดินดังกล่าวให้สามารถปลูกพืชได้ เพื่อป้องกันการกรดกำมะถัน โดยควบคุมน้ำใต้ดินให้อยู่เหนือชั้นดินเลนที่มีสารไพไรท์อยู่ เพื่อไม่ให้สารไพไรท์ทำปฏิกิริยากับออกซิเจนหรือถูกออกไซด์

ข้อคำถามสำหรับสถานการณ์ที่ 4

13. โครงการแกล้งดิน เกิดขึ้นเนื่องจากปัญหาในข้อใด
    - ก. ปัญหาดินเค็ม
    - ข. ปัญหาน้ำท่วมขัง
    - ค. ปัญหาดินแห้งแล้ง
    - ง. ปัญหาดินเปรี้ยว
14. ข้อใดเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของปัญหาได้ถูกต้อง
    - ก. การเกิดกำมะถันในดิน ทำให้ค่า pH ในดินสูงขึ้น
    - ข. การทำให้ดินแห้งและเปียกสลับกัน ทำให้ค่า pH ในดินสูงขึ้น
    - ค. สารไพไรท์ทำปฏิกิริยากับออกซิเจน ทำให้ค่า pH ในดินลดลง
    - ง. การควบคุมน้ำใต้ดินให้อยู่เหนือดินเลน ทำให้ค่า pH ในดินลดลง
15. วิธีการแกล้งดินนอกจากจะใช้ในการปรับปรุงสภาพดินในป่าพรุแล้วยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้การปรับสภาพดินในพื้นที่ใด
    - ก. ดินในบริเวณที่เคยเป็นหนองน้ำ
    - ข. ดินในพื้นที่ชุ่มน้ำที่พังทลายได้ง่าย
    - ค. ดินในบริเวณที่มีการใช้ปุ๋ยอินทรีย์มาก
    - ง. ดินในบริเวณที่มีการเผาหญ้าและวัชพืช

16. จากการประยุกต์ใช้วิธีการแกล้งดินในข้อที่ 15 นักเรียนจะสามารถอธิบายผลอย่างไร

ก. ดินจะไม่พังทลาย

ข. ทำให้ไม่ต้องใช้ปุ๋ยอินทรีย์อีก

ค. ดินจะสามารถกลับมาใช้ปลูกพืชได้ต่อไป

ง. ไม่มีข้อใดถูกต้อง

สถานการณ์ที่ 5 (ใช้สำหรับข้อคำถามที่ 17-20)

สภาวะอากาศเป็นพิษ เป็นปัญหาที่พบมากทั้งในเขตชนบทและในเมือง การเผาไหม้เชื้อเพลิงและวัสดุเหลือใช้เป็นสาเหตุสำคัญ ทำให้เกิดหมอกควันปกคลุม จากการตรวจสอบ พบว่าในฝุ่นละออง มีสารประกอบโพลีไซคลิกอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน ซึ่งเป็นสารก่อมะเร็งปนเปื้อนอยู่ด้วย โดยเฉลี่ยแล้วในช่วงหน้าแล้งจะมีมากกว่าในช่วงฤดูฝน 1-2 เท่า ทั้งนี้จากการวิเคราะห์หาแหล่งกำเนิดของฝุ่นละอองแล้วพบว่าในทุกพื้นที่มีลักษณะที่คล้ายกัน โดยเป็นฝุ่นที่เกิดขึ้นจากการเผาไหม้ของวัสดุอินทรีย์ เช่น กิ่งไม้ ใบไม้ และไอเสียจากการเผาไหม้ของเครื่องยนต์

ข้อคำถามสำหรับสถานการณ์ที่ 5

17. ปัญหาของสถานการณ์นี้คืออะไร

ก. การเผาไหม้หญ้า

ข. ไอเสียจากการเผาไหม้

ค. การมีฝุ่นละอองในอากาศ

ง. อากาศแห้งแล้งในหน้าแล้ง

18. ข้อใดคือสาเหตุของปัญหานี้

ก. การเผาไหม้หญ้า

ข. การเผาวัสดุเหลือใช้

ค. ไอเสียจากการเผาไหม้น้ำมัน

ง. ถูกทุกข้อ

19. แนวทางการแก้ไขปัญหาดังกล่าวควรทำอย่างไร

ก. ฝั่งวัสดุเหลือใช้ทุกชนิด

ข. เตือนภัยโดยให้ใช้เครื่องป้องกัน

ค. ปลูกพืชยืนต้นเป็นแนวป้องกัน

ง. ตรวจเก็บข้อมูลอากาศอย่างสม่ำเสมอ

20. จากแนวทางการแก้ปัญหา นักเรียนจะอธิบายผลที่เกิดขึ้นอย่างไร

ก. ไม่มีควันพิษจากรถยนต์

ข. ต้นไม้จะดูดซับฝุ่นควันไว้

ค. ประชาชนมีเครื่องป้องกันสารพิษ

ง. ฝุ่นควันในอากาศจะคงที่

เฉลยแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา

ข้อ	คำตอบ	ข้อ	คำตอบ
1	ข.	11	ค.
2	ง.	12	ก.
3	ก.	13	ง.
4	ข.	14	ค.
5	ก.	15	ก.
6	ข.	16	ง.
7	ข.	17	ค.
8	ข.	18	ง.
9	ข.	19	ค.
10	ค.	20	ข.

แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

คำชี้แจง 1. แบบทดสอบนี้เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ข้อละ 1 คะแนน รวม 30 คะแนน

2. ให้นักเรียนตอบโดยทำเครื่องหมายกากบาท (X) ลงใน □ ของตัวเลือกในกระดาษคำตอบที่เห็นว่าถูกต้องที่สุดเพียงข้อละตัวเลือกเดียว

.....

1. ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับสารอินทรีย์

ก. สารประกอบของคาร์บอนที่เกิดขึ้นจากสิ่งมีชีวิตและไม่มีชีวิต

ข. สารประกอบของคาร์บอนที่เกิดจากการสังเคราะห์

ค. แกรไฟต์จัดเป็นสารประกอบอินทรีย์

ง. สารที่มีเฉพาะธาตุ C และธาต H เป็นองค์ประกอบเท่านั้น

2. สารในข้อใดต่อไปนี้เป็นสารอินทรีย์ทั้งหมด

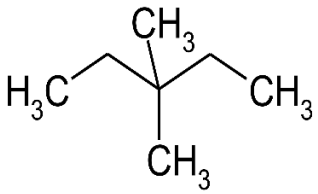
ก. NH_4OCN^- CCl_4 $HCONH_2$

ข. CH_3COOH HCO^- $HCOOH$

ค. SCN^- CH_3CH_2OH CH_3OCH_3

ง. $HCHO$ CH_4S $(NH_2)_2CO$

3. จากสูตรโครงสร้างที่กำหนดให้ต่อไปนี้ สามารถเขียนเป็นสูตรแบบย่อตรงกับข้อใด



ก. $(CH_3)_2(CH_3)_2CH_2(CH_3)_2$

ข. $CH_3CH_2C(CH_3)_2CH_2CH_3$

ค. $CH_3CH_2C(CH_2)_3CH_3$

ง. $CH_3(CH_2)_2C(CH_3)_2$

4. จากสูตรโครงสร้างแบบย่อต่อไปนี้ CH_3COOH กับ $HCOOCH_3$ เป็นสารที่เป็นไอโซเมอร์กัน ข้อความใดสรุปได้ถูกต้อง

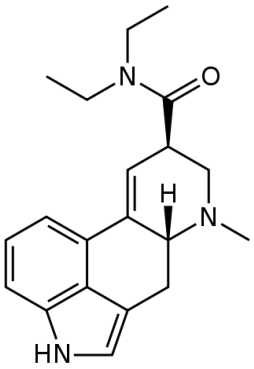
A. สารทั้งสองจัดว่ามีหมู่ฟังก์ชันเดียวกัน

B. สารทั้งสองมีสูตรโมเลกุลเหมือนกัน

C. สารทั้งสองมีจำนวนอะตอมเท่ากัน แต่มีสูตรโครงสร้างแตกต่างกัน

ก. A ข. A และ B ค. B และ C ง. A, B และ C

5. LSD เป็นสารเสพติดชนิดหนึ่ง มีโครงสร้างดังรูปที่แสดง



จำนวนหมู่ฟังก์ชันที่สำคัญใน LSD ข้อใดถูกต้อง

	หมู่อะมิโน	หมู่เอไมด์	หมู่แอลคอกซี
ก.	1	2	0
ข.	2	1	1
ค.	2	1	0
ง.	3	0	1

6. สารในข้อใดเป็นแอลกอฮอล์ทุติยภูมิ

ก. $CH_3CH_2CH_2CH_2OH$ ข. $CH_3CH_2CH_2CH(OH)CH_3$

ค. $(CH_3)_3COH$ ง. $CH_3CH(CH_2OH)CH_2CH_3$

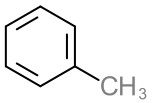
7. จากการทดสอบเพื่อจำแนกสารประกอบอินทรีย์ที่มีหมู่ฟังก์ชันที่แตกต่างกัน ข้อใดถูก

ก. แอลเคนและแอลคีน ทดสอบใช้สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต

ข. กรดอินทรีย์และฟีนอล ทดสอบใช้โลหะโซเดียม

ค. แอลกอฮอลล์และอีเทอร์ ทดสอบใช้สารละลายโซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอเนต

ง. แอลดีไฮด์และคีโตน ทดสอบใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์

8. สารประกอบไฮโดรคาร์บอน 3 ชนิด ถ้าต้องการทดสอบเพื่อระบุว่าสารใดเป็น เฮปเทน อีเทน หรือโทลูอีน () ควรเลือกวิธีทดสอบใด

ข้อ	วิธีทดสอบ	เกณฑ์การพิจารณา
1	การละลายน้ำ	เปรียบเทียบการละลายน้ำ
2	การเผาไหม้	เปรียบเทียบเขม่าที่เกิดขึ้น
3	ทำปฏิกิริยากับ Cl_2	การเกิด-ไม่เกิด แก๊สที่มีสมบัติเป็นกรด
4	ทำปฏิกิริยากับ H_2	การเกิด-ไม่เกิดปฏิกิริยา
5	ทำปฏิกิริยากับ O_2	การเกิด-ไม่เกิดปฏิกิริยา

ก. ข้อ 2 อย่างเดียว ข. ข้อ 2 และ 3 ค. ข้อ 1 และ 2 ง. ข้อ 4 และ 5

9. สาร A มีสูตรโมเลกุล $C_{10}H_8$ สาร A อาจเป็นสารประเภทใดต่อไปนี้

ข้อ	ลักษณะของสารอินทรีย์
1	ไซโคลแอลเคน
2	แอลคีนที่มีพันธะคู่ 4 พันธะ
3	ไฮโดรคาร์บอนไม่อิ่มตัว มีพันธะสาม 3 พันธะ และพันธะคู่ 1 พันธะ
4	ไฮโดรคาร์บอนอิ่มตัวที่มีวง 2 วงเชื่อมกัน
5	ไฮโดรคาร์บอนที่มีวง 1 วงเชื่อมกัน และพันธะคู่ 3 พันธะ
6	ไฮโดรคาร์บอนที่มีวง 2 วงเชื่อมกัน และพันธะคู่ 5 พันธะ

ก. ข้อ 1 และ 2 ข. ข้อ 3 และ 5 ค. ข้อ 4 และ 6 ง. ข้อ 3 และ 6

10. ผลการทดสอบสมบัติสารประกอบ แสดงตามตาราง

สาร / สมบัติ	การละลายน้ำ	การเผาไหม้
1	ละลาย	ไม่หลอม ไม่ติดไฟ
2	ไม่ละลาย	ติดไฟ มีเขม่า
3	ละลาย	หลอมเหลว ไม่ติดไฟ
4	ไม่ละลาย	ติดไฟ ไม่มีเขม่า

สารใดสามารถทำปฏิกิริยากับสารละลายโบรมีนในคาร์บอนเตตระคลอไรด์ ในที่มืดได้

ก. สาร 1 ข. สาร 2 ค. สาร 3 ง. สาร 4

11. การทดลองต่อไปนี้ให้ผลโดยตรงกับไฮโดรคาร์บอนชุดใด

1) จุดไฟติด

2) ฟอกโบรมีนในคาร์บอนเตตระคลอไรด์โดยไม่เปลี่ยนแปลงสีกระดาษลิตมัส

3) ทำปฏิกิริยากับสารละลายโพแทสเซียมเปอร์มังกาเนต

ก. C_nH_{2n} และ C_nH_{2n+2} ข. C_nH_{2n} และ C_nH_{2n-2} ค. C_nH_n และ C_nH_{2n+2} ง. C_nH_n และ C_nH_{2n-2}

12. การเปรียบเทียบสมบัติของเหลว 3 ชนิด คือ เพนเทน เฮกเซน และเพนทานอล ข้อใดถูกต้อง

ก. ความดันไอ เพนเทน > เฮกเซน > เพนทานอล

ข. แรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุล เฮกเซน > เพนทานอล > เพนเทน

ค. ความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอ เฮกเซน > เพนเทน > เพนทานอล

ง. ถ้านำของเหลวทั้งสามชนิดมากลั่นลำดับส่วน จะได้เพนเทน เพนทานอล และเฮกเซน ออกมาตามลำดับ

13. X และ Y เป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอน เมื่อทำปฏิกิริยากับ Br_2 และ O_2 ได้ผลิตภัณฑ์ ดังนี้

$$X + Br_2(aq) \xrightarrow{\text{พลังงาน}} C_5H_9Br(aq) + HBr(aq)$$

$$Y + 8O_2(g) \rightarrow 5CO_2(g) + 6H_2O(l)$$

สาร X และ Y ควรเป็นสารประเภทใดตามลำดับ

ก. แอลคีน แอลเคน ข. ไซโคลแอลคีน แอลเคน

ค. ไซโคลแอลเคน แอลคีน ง. ไซโคลแอลเคน แอลเคน

14. ผลการศึกษาไฮโดรคาร์บอนชนิดหนึ่งพบว่า

1. มีโครงสร้างไม่เป็นวง 2. เป็นของเหลวระเหยง่าย

3. ไม่ฟอกจางสีด่างทับทิม 4. ไม่ทำปฏิกิริยากับ Br_2 ใน CCl_4 ในที่มืด

5. ทำกับ Br_2 ใน CCl_4 ในที่ที่มีแสงสว่าง ได้ก๊าซที่เป็นกรด

ไฮโดรคาร์บอนนี้ควรเป็นสารใด

ก. C_3H_6 ข. C_3H_8 ค. C_6H_{12} ง. C_8H_{18}

15. จงพิจารณาจุดเดือดของสารประกอบต่อไปนี้

A. $CH_3C(CH_3)_3$

B. $CH_3CH_2CH(CH_3)CH_3$

C. $CH_3(CH_2)_3CH_3$

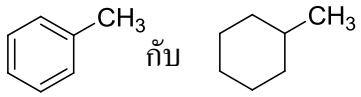
D. $CH_3(CH_2)C \equiv CH$

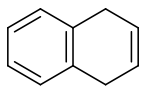
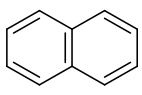
สารประกอบคู่ใดมีจุดเดือดต่ำสุด และสูงสุด

ก. A และ Dข. B และ D ค. B และ C ง. C และ D

16. สารประกอบคู่ใดต่อไปนี้ที่สามารถบอกความแตกต่าง โดยการทดสอบกับสารละลายโพแทสเซียมเปอร์มังกาเนตที่เจือจางและเย็นได้

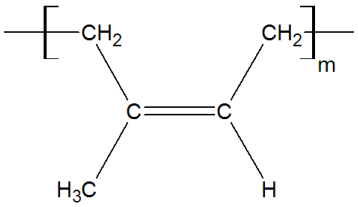
ก. $H_3C-C\equiv C-CH_3$ กับ $H_2C=CH-CH=CH_2$

ข.  กับ

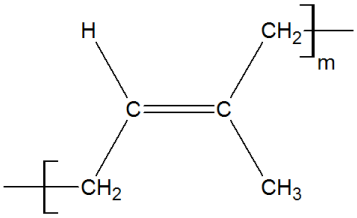
ค.  กับ 

ง. $H_3C-CH_2-\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{CH}}-CH_3$ กับ

17. จากสูตรโครงสร้าง ต่อไปนี้



A



B

จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้ ข้อความใด ไม่ถูกต้อง

ก. สาร A มีจุดเดือดสูงกว่าสาร B

ข. สาร B มีความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอน้อยกว่าสาร A

ค. สาร A และสาร B เป็นไอโซเมอร์กัน

ง. สูตรโครงสร้าง A มีความเสถียรกว่าสูตรโครงสร้าง B

18. จากสูตรโครงสร้างในข้อ 17 หากนักเรียนต้องการสังเคราะห์สาร เพื่อใช้ในการทำวัสดุที่มีความยืดหยุ่นดี เช่น ถุงมือยางทางการแพทย์ ควรเลือกใช้สารใดในการสังเคราะห์ เพราะเหตุใด

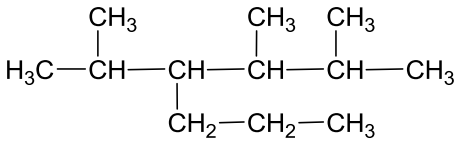
ก. สาร A เนื่องจากมีสูตรโครงสร้างที่มีความเสถียรมากกว่าสาร B

ข. สาร A เนื่องจากมีสูตรโครงสร้างที่มีความเสถียรน้อยกว่าสาร B

ค. สาร B เนื่องจากมีสูตรโครงสร้างที่มีความเสถียรมากกว่าสาร A

ง. สาร B เนื่องจากมีสูตรโครงสร้างที่มีความเสถียรน้อยกว่าสาร A

19. ไฮโดรคาร์บอนชนิดหนึ่งมีโครงสร้างดังนี้



จงอ่านชื่อสารไฮโดรคาร์บอนนี้ ตามระบบ IUPAC

ก. 2-methyl-3-propyl hexane

ข. 2, 4, 5-trimethyl-3-propyl hexane

ค. 2, 4, 5-trimethyl-3-isopropyl hexane

ง. 2-methyl-3-(1, 2-dimethyl propyl) hexane

20. สารชนิดต่าง ๆ ทดสอบได้ผลดังนี้

สาร	การละลายน้ำ	การฟอกสีโบรมีนในที่มืด	โลหะโซเดียม	สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์
A	ไม่ละลาย	ไม่ฟอก	ฟองแก๊ส	เกิดปฏิกิริยา
B	ไม่ละลาย	ไม่ฟอก	ฟองแก๊ส	ไม่เกิดปฏิกิริยา
C	ไม่ละลาย	ไม่ฟอก	ไม่มีปฏิกิริยา	ไม่เกิดปฏิกิริยา

สาร A-C ที่เป็นไปได้คือ

ก. A = Cyclohexanol B = Benzoic acid C = Cyclohexane

ข. A = Benzoic acid B = Ethanol C = Benzoic acid

ค. A = Benzoic acid B = Cyclohexanol C = Cyclohexane

ง. A = Propanoic acid B = Cyclohexanol C = Benzoic acid

21. เมื่อนำสาร (A), (B) และ (C) มาทำการทดลอง ได้ผลดังต่อไปนี้

การทดลองที่	การละลายน้ำ	ปฏิกิริยากับ Na	ปฏิกิริยากับ $NaHCO_3$
1	ไม่ละลายน้ำ	ไม่ให้ฟองแก๊ส	ไม่เกิดปฏิกิริยา
2	ละลาย	ให้ฟองแก๊ส	ไม่เกิดปฏิกิริยา
3	ละลาย	ให้ฟองแก๊ส	เกิดปฏิกิริยา

CH_3COOH $CH_3(CH_2)_2OH$ $CH_3COOCH_2CH_3$

(A) **(B)** **(C)**

สารที่ให้ผลตรงกับผลการทดลองที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับคือ สารใด

ก. (A) (B) (C)

ข. (B) (C) (A)

ค. (C) (A) (B)

ง. (C) (B) (A)

22. จุดเดือดของสารต่อไปนี้ เรียงลำดับจากสูงไปต่ำ ข้อใดถูกต้อง

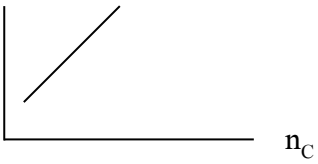
ก. $CH_3OH > CH_3CH_2OH > CH_3CH_2COOH > CH_3CH_2CH_2COOH$

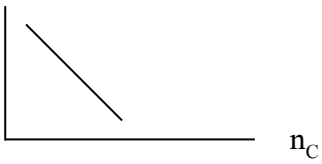
ข. $CH_3CH_2COOH > CH_3OH > CH_3CH_2CH_2COOH > CH_3CH_2OH$

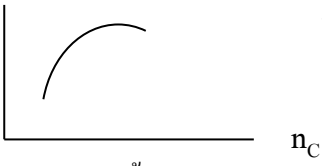
ค. $CH_3CH_2OH > CH_3CH_2CH_2COOH > CH_3OH > CH_3CH_2COOH$

ง. $CH_3CH_2\ CH_2COOH > CH_3CH_2COOH > CH_3CH_2OH > CH_3OH$

23. จุดเดือดของสารประเภทแอลเคนเป็นสายตรงควรเปลี่ยนแปลงตามจำนวนอะตอมคาร์บอน (n_C) ในโมเลกุลดังกราฟรูปใด

ก. จุดเดือด 

ข. จุดเดือด 

ค. จุดเดือด 

ง. จุดเดือด

24. พิจารณาผลการทดลองต่อไปนี้

สารอินทรีย์	บันทึกผลการทดลอง				
	ละลายน้ำ	NaOH + ต้ม	$NaHCO_3$	Na	Br_2/CCl_4
A	ไม่ละลาย	ไม่เกิดปฏิกิริยา	ไม่เกิดฟองแก๊ส	ไม่เกิด H_2	สีจางลง
B	ละลาย	ไม่เกิดปฏิกิริยา	ไม่เกิดฟองแก๊ส	เกิด H_2	ไม่เปลี่ยนแปลง
C	ละลาย	เกิดปฏิกิริยา	เกิดแก๊ส CO_2	เกิด H_2	ไม่เปลี่ยนแปลง
D	ไม่ละลาย	เกิดสารกลิ่นฉุน	ไม่เกิดฟองแก๊ส	ไม่เกิด H_2	ไม่เปลี่ยนแปลง

ข้อสรุปที่ถูกต้องของสาร A, B, C และ D ตามลำดับ คือข้อใด

	A	B	C	D
ก.	แอลคีน	เอทานอล	กรดอินทรีย์	เอสเทอร์
ข.	แอลเคน	กรดอินทรีย์	เอทานอล	เอสเทอร์
ค.	แอลไคน์	เอสเทอร์	เอทานอล	กรดอินทรีย์
ง.	เอทานอล	แอลคีน	กรดอินทรีย์	เอสเทอร์

25. ข้อใดหมายถึง ปฏิกิริยา Saponification

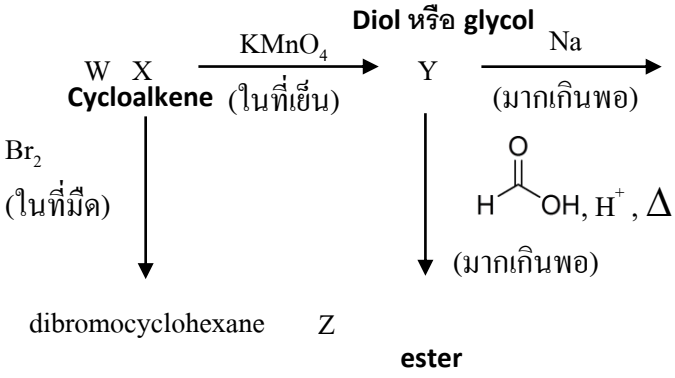
ก. ต้ม Butylsalicilate ด้วยน้ำโดยมีกรดซัลฟิวริกเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา

ข. ต้ม Butylsalicilate ด้วยสารละลายกรดซัลฟิวริกเจือจาง

ค. ต้ม Ethylbutanoate ด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์

ง. ต้ม Ethylbutanoate ด้วยสารละลายเฮกเซน

26. พิจารณาแผนภาพปฏิกิริยาต่อไปนี้



สูตรโมเลกุลของสารประกอบในข้อใดถูกต้อง

ก. $W = C_6H_{12}$ ข. $X = C_6H_{14}O_2$

ค. $Y = C_6H_{11}O_2Na$ ง. $Z = C_8H_{12}O_4$

27. ในห้องปฏิบัติการแห่งหนึ่งประกอบด้วยสาร 2 ชนิด คือ แอลเคน และไซโคลแอลคีน แต่ฉลากหลุดหาย นักเรียนจะทดสอบความแตกต่างของสารทั้งสองชนิดได้อย่างไร

ก. นำไปทดสอบการละลายน้ำ

ข. ทำปฏิกิริยากับสารละลายโบรมีนในที่มืด

ค. ทำปฏิกิริยากับสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต

ง. ทดสอบกระดาษลิตมัส

28. สารในข้อใด เผาไหม้ให้เขม่าได้มากที่สุด

ก. เบนซีน ข.เอทธิลลีน ค. ไซโคลเพนเทน ง. แนพธาลีน

29. การทดสอบในข้อใดเหมาะสมที่สุดในการระบุว่าสารใดเป็นแอลคีนหรือแอลกอฮอล์

การทดสอบ	เหตุผล
ก. การละลายน้ำ	แอลคีนทุกตัวไม่ละลายน้ำ, แอลกอฮอล์ทุกตัวละลายดี
ข. โลหะโซเดียม	แอลคีนทุกตัวไม่เกิดปฏิกิริยา, แอลกอฮอล์ทุกตัวให้ฟองก๊าซ
ค. สารละลาย $NaHCO_3$	แอลคีนให้ก๊าซที่ละลายน้ำแล้วเป็นกรด, แอลกอฮอล์ไม่เกิดปฏิกิริยา
ง. การเผา	แอลคีนติดไฟให้เขม่า, แอลกอฮอล์ไม่ติดไฟ

30. สาร A และสาร B เป็นสารอินทรีย์ที่มีจำนวนคาร์บอนเพียง 2 อะตอม แต่เป็นสารประกอบต่างชนิดกัน มีปฏิกิริยาดังนี้

$$A + B \longrightarrow W + H_2O$$

$$B + NaHCO_3 \longrightarrow X + H_2O + CO_2$$

$$B + Na \longrightarrow Y + H_2$$

$$A + NaHCO_3 \not\longrightarrow \text{ไม่เกิดปฏิกิริยา}$$

$$A + Na \longrightarrow Z + H_2$$

จากปฏิกิริยาข้างต้น ข้อสรุปใดเป็นไปได้

ก. W เป็นเอสเทอร์ชื่อเอทิลแอซิเตต

ข. W, X และ Y เป็นสารชนิดเดียวกัน

ค. Y และ Z เป็นเกลือชนิดเดียวกัน

ง. สาร A และ B มีสูตรเป็น CH_3COOH และ CH_3CH_2OH ตามลำดับ

เฉลยแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1. ก.	6. ข.	11. ข.	16. ค.	21. ง.	26. ง.
2. ง.	7. ก.	12. ก.	17. ง.	22. ง.	27. ค.
3. ข.	8. ก.	13. ง.	18. ข.	23. ค.	28. ง.
4. ค.	9. ง.	14. ข.	19. ก.	24. ก.	29. ข.
5. ค.	10. ข.	15. ก.	20. ค.	25. ค.	30. ก.

ตารางแสดงคะแนนพัฒนาการด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้รูปแบบ SSCS แบ่งตามสาระการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ที่ 1-4

คนที่\ข้อ	สาระการเรียนรู้ที่ 1						คะแนนพัฒนาการ (%)	สาระการเรียนรู้ที่ 2						คะแนนพัฒนาการ (%)	สาระการเรียนรู้ที่ 3						คะแนนพัฒนาการ (%)	สาระการเรียนรู้ที่ 4						คะแนนพัฒนาการ (%)
	คะแนนก่อนเรียน			คะแนนหลังเรียน				คะแนนก่อนเรียน			คะแนนหลังเรียน				คะแนนก่อนเรียน			คะแนนหลังเรียน				คะแนนก่อนเรียน			คะแนนหลังเรียน			
	(1)		รวม	(1)		รวม		(2)		รวม	(2)		รวม		(1)	(3)	รวม	(1)	(3)	รวม		(1)	(3)	รวม	(1)	(3)	รวม	
	1	2		1	2			3	4		3	4			19	5		19	5			6	7		6	7		
1	0	0	0	1	0	1	50.00	1	0	1	1	1	2	100.0	1	0	1	1	1	2	100.0	0	0	0	1	1	2	100.0
2	0	0	0	1	0	1	50.00	1	0	1	1	1	2	100.0	1	0	1	1	0	1	0.00	0	0	0	0	1	1	50.00
3	0	0	0	1	0	1	50.00	1	0	1	1	1	2	100.0	0	0	0	1	1	2	100.0	0	0	0	1	1	2	100.0
4	0	0	0	1	0	1	50.00	0	0	0	1	0	1	50.0	0	1	1	1	0	1	0.00	1	0	1	1	1	2	-100.0
5	0	0	0	1	0	1	50.00	1	0	1	0	1	1	0.00	0	0	0	1	1	2	100.0	0	0	0	0	0	0	0.00
6	0	1	1	1	0	1	0.00	1	1	2	1	1	2	0.00	0	0	0	1	0	1	50.00	0	0	0	0	1	1	50.00
7	0	0	0	1	0	1	50.00	0	0	0	0	0	0	0.00	1	1	2	1	0	1	0.00	0	0	0	0	0	0	0.00
8	0	0	0	1	0	1	50.00	1	0	1	1	1	2	100.0	1	1	2	1	1	2	0.00	0	1	1	1	1	2	100.0
9	0	0	0	1	0	1	50.00	0	0	0	1	1	2	100.0	1	1	2	1	1	2	0.00	0	0	0	1	1	2	100.0
10	0	1	1	1	1	2	100.00	0	1	1	1	1	2	100.0	0	0	0	1	0	1	50.00	0	0	0	0	0	0	0.00
11	0	0	0	1	0	1	50.00	0	0	0	1	1	2	100.0	1	0	1	1	1	2	100.0	0	0	0	1	0	1	50.00
12	0	0	0	1	0	1	50.00	1	0	1	1	1	2	100.0	1	1	2	1	0	1	0.00	0	0	0	0	0	0	0.00
13	0	0	0	1	0	1	50.00	0	0	0	1	1	2	100.0	1	1	2	1	0	1	0.00	0	0	0	1	1	2	100.0
14	0	0	0	1	0	1	50.00	0	1	1	1	1	2	100.0	0	1	1	1	0	1	0.00	0	1	1	0	0	0	-100.0
15	0	1	1	1	0	1	0.00	0	1	1	1	1	2	100.0	0	1	1	1	0	1	0.00	1	0	1	0	0	0	-100.0

ตารางแสดงคะแนนพัฒนาการตามสาระการเรียนรู้ที่ 1-4 (ต่อ)

คนที่\ข้อ	สาระการเรียนรู้ที่ 1						คะแนนพัฒนาการ (%)	สาระการเรียนรู้ที่ 2						คะแนนพัฒนาการ (%)	สาระการเรียนรู้ที่ 3						คะแนนพัฒนาการ (%)	สาระการเรียนรู้ที่ 4						คะแนนพัฒนาการ (%)
	คะแนนก่อนเรียน			คะแนนหลังเรียน				คะแนนก่อนเรียน			คะแนนหลังเรียน				คะแนนก่อนเรียน			คะแนนหลังเรียน				คะแนนก่อนเรียน			คะแนนหลังเรียน			
	(1)		รวม	(1)		รวม		(2)		รวม	(2)		รวม		(1)	(3)	รวม	(1)	(3)	รวม		(1)	(3)	รวม	(1)	(3)	รวม	
	1	2		1	2			3	4		3	4			19	5		19	5			6	7		6	7		
16	0	0	0	1	0	1	50.00	0	0	0	1	1	2	100.0	0	1	1	1	1	2	100.0	0	1	1	1	0	1	0.00
17	0	0	0	1	0	1	50.00	0	1	1	1	1	2	100.0	0	0	0	1	1	2	100.0	0	0	0	1	1	2	100.0
18	0	0	0	1	1	2	100.0	1	0	1	1	1	2	100.0	0	0	0	1	0	1	50.00	0	0	0	1	0	1	50.00
19	0	0	0	1	0	1	50.00	1	0	1	1	1	2	100.0	0	0	0	1	1	2	100.0	0	0	0	1	0	1	50.00
20	1	1	1	1	0	1	0.00	0	0	0	1	1	2	100.0	0	0	0	1	0	1	50.00	0	0	0	0	1	1	50.00
21	0	0	0	1	0	1	50.00	0	0	0	1	1	2	100.0	0	0	0	1	1	2	100.0	0	0	0	1	1	2	100.0
22	1	1	1	1	0	1	0.00	0	1	1	1	1	2	100.0	0	0	0	1	0	1	50.00	0	0	0	0	1	1	50.00
23	0	0	0	1	0	1	50.00	1	1	2	1	1	2	0.00	0	0	0	1	0	1	50.00	0	0	0	1	1	2	100.0
24	0	0	0	1	0	1	50.00	1	0	1	1	1	2	100.0	0	0	0	1	0	1	50.00	0	0	0	0	0	0	0.00
25	0	0	0	1	0	1	50.00	0	1	1	1	1	2	100.0	0	0	0	1	0	1	50.00	0	1	1	0	0	0	-100.0
26	0	0	0	0	0	0	0.00	0	0	0	1	1	2	100.0	1	1	2	1	1	2	0.00	0	0	0	1	0	1	50.00
27	0	0	0	1	0	1	50.00	0	0	0	1	1	2	100.0	0	0	0	1	1	2	100.0	1	0	1	1	1	2	100.0
28	1	1	1	1	0	1	0.00	0	0	0	1	1	2	100.0	1	0	1	1	0	1	0.00	0	1	1	0	1	1	0.00
29	0	0	0	1	0	1	50.00	0	0	0	1	1	2	100.0	0	1	1	1	1	2	100.0	0	0	0	1	1	2	100.0
30	0	0	0	1	0	1	50.00	0	0	0	1	0	1	50.00	0	1	1	1	0	1	0.00	1	0	1	0	0	0	-100.0

ตารางแสดงคะแนนพัฒนาการตามสาระการเรียนรู้ที่ 1-4 (ต่อ)

คนที่\ข้อ	สาระการเรียนรู้ที่ 1						คะแนนพัฒนาการ (%)	สาระการเรียนรู้ที่ 2						คะแนนพัฒนาการ (%)	สาระการเรียนรู้ที่ 3						คะแนนพัฒนาการ (%)	สาระการเรียนรู้ที่ 4						คะแนนพัฒนาการ (%)
	คะแนนก่อนเรียน			คะแนนหลังเรียน				คะแนนก่อนเรียน			คะแนนหลังเรียน				คะแนนก่อนเรียน			คะแนนหลังเรียน				คะแนนก่อนเรียน			คะแนนหลังเรียน			
	(1)		รวม	(1)		รวม		(2)		รวม	(2)		รวม		(1)	(3)	รวม	(1)	(3)	รวม		(1)	(3)	รวม	(1)	(3)	รวม	
	1	2		1	2			3	4		3	4			19	5		19	5			6	7		6	7		
30	0	0	0	1	0	1	50.00	0	0	0	1	0	1	50.00	0	1	1	1	0	1	0.00	1	0	1	0	0	0	-100.0
31	0	0	0	1	0	1	50.00	1	0	1	1	1	2	100.0	1	0	1	1	1	2	100.0	0	1	1	0	0	0	-100.0
32	1	0	1	1	1	2	100.0	1	0	1	1	1	2	100.0	0	0	0	1	0	1	50.00	0	0	0	1	0	1	50.00
33	0	0	0	1	0	1	50.00	0	1	1	1	1	2	100.0	1	0	1	1	1	2	100.0	1	0	1	1	1	2	100.0
34	0	1	1	1	0	1	0.00	0	1	1	1	1	2	100.0	0	0	0	1	1	2	100.0	0	0	0	0	1	1	50.00
35	1	0	1	0	0	0	-100.0	0	1	1	1	0	1	0.00	1	1	2	1	0	1	0.00	0	0	0	0	0	0	0.00

หมายเหตุ: (1) แทน ด้านความรู้-ความจำ (2) แทน ด้านความเข้าใจ (3) แทน ด้านการนำไปใช้ (4) แทน ด้านการวิเคราะห์ (5) แทน ด้านการสังเคราะห์ (6) แทน ด้านการประเมินค่า

ตารางแสดงคะแนนพัฒนาการด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้รูปแบบ SSCS แบ่งตามสาระการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ที่ 5-6

คนที่\ ข้อ	สาระการเรียนรู้ที่ 5						คะแนนพัฒนาการ (%)	สาระการเรียนรู้ที่ 6								คะแนนพัฒนาการ (%)
	คะแนนก่อนเรียน			คะแนนหลังเรียน				คะแนนก่อนเรียน				คะแนนหลังเรียน				
	(4)	(5)	รวม	(4)	(5)	รวม		(2)			รวม	(2)			รวม	
	9	8		9	8			10	11	12		10	11	12		
1	0	0	0	1	0	1	50.00	0	1	0	1	1	1	1	3	100.0
2	1	0	1	0	0	0	-100.0	1	1	0	2	1	1	0	2	0.00
3	0	0	0	1	0	1	50.00	1	1	0	2	1	1	0	2	0.00
4	1	0	1	1	0	1	0.00	1	0	0	1	1	1	0	2	50.00
5	0	0	0	1	0	1	50.00	1	1	1	3	1	1	1	3	0.00
6	0	0	0	1	0	1	50.00	0	0	0	0	1	1	0	2	66.67
7	0	0	0	1	0	1	50.00	0	0	0	0	1	1	0	2	66.67
8	1	0	1	1	0	1	0.00	1	1	1	3	1	1	1	3	0.00
9	1	0	1	1	0	1	0.00	1	1	0	2	1	1	1	3	100.0
10	1	0	1	1	0	1	0.00	0	0	0	0	1	0	0	1	33.33
11	1	0	1	1	0	1	0.00	1	0	0	1	1	1	1	3	100.0
12	1	0	1	1	0	1	0.00	1	0	0	1	1	1	0	2	50.00
13	0	0	0	0	0	0	0.00	0	0	0	0	1	1	1	3	100.0
14	0	0	0	1	0	1	50.00	1	0	0	1	1	1	1	3	100.0
15	0	0	0	1	0	1	50.00	0	0	0	0	1	0	0	1	33.33

ตารางแสดงคะแนนพัฒนาการตามสาระการเรียนรู้ที่ 5-6 (ต่อ)

คนที่\ข้อ	สาระการเรียนรู้ที่ 5						คะแนนพัฒนาการ (%)	สาระการเรียนรู้ที่ 6								คะแนนพัฒนาการ (%)
	คะแนนก่อนเรียน			คะแนนหลังเรียน				คะแนนก่อนเรียน				คะแนนหลังเรียน				
	(4)	(5)	รวม	(4)	(5)	รวม		(2)			รวม	(2)			รวม	
	9	8		9	8			10	11	12		10	11	12		
16	1	0	1	1	1	2	100.0	0	0	0	0	1	1	1	3	100.0
17	0	0	0	1	0	1	50.00	1	0	0	1	1	1	1	3	100.0
18	1	0	1	1	1	2	100.0	1	1	0	2	1	1	0	2	0.00
19	1	0	1	1	1	2	100.0	1	1	0	2	1	1	1	3	100.0
20	0	0	0	1	0	1	50.00	1	0	0	1	1	1	1	3	100.0
21	0	0	0	1	0	1	50.00	0	0	0	0	1	1	1	3	100.0
22	0	0	0	0	0	0	0.00	1	1	1	3	1	1	0	2	0.00
23	1	0	1	1	0	1	0.00	1	1	0	2	1	1	1	3	100.0
24	0	0	0	0	1	1	50.00	0	0	0	0	1	1	0	2	66.67
25	0	0	0	1	0	1	50.00	0	0	0	0	1	1	0	2	66.67
26	0	0	0	1	0	1	50.00	0	1	0	1	1	1	1	3	100.0
27	1	0	1	1	0	1	0.00	0	0	0	0	1	1	1	3	100.0
28	0	1	1	1	0	1	0.00	0	0	0	0	1	0	1	2	66.67
29	1	0	1	1	0	1	0.00	0	1	0	1	1	1	1	3	100.0
30	1	0	1	0	1	1	0.00	1	1	1	3	1	1	1	3	0.00

ตารางแสดงคะแนนพัฒนาการตามสาระการเรียนรู้ที่ 5-6 (ต่อ)

คนที่\ข้อ	สาระการเรียนรู้ที่ 5						คะแนนพัฒนาการ (%)	สาระการเรียนรู้ที่ 6								คะแนนพัฒนาการ (%)
	คะแนนก่อนเรียน			คะแนนหลังเรียน				คะแนนก่อนเรียน				คะแนนหลังเรียน				
	(4)	(5)	รวม	(4)	(5)	รวม		(2)			รวม	(2)			รวม	
	9	8		9	8			10	11	12		10	11	12		
31	0	0	0	0	0	0	33.33	0	0	0	0	1	0	0	1	33.33
32	0	0	0	1	0	1	66.67	0	0	0	0	1	1	0	2	33.33
33	0	1	1	1	0	1	50.00	1	0	0	1	1	1	0	2	100.0
34	1	0	1	1	0	1	66.67	0	0	0	0	1	1	0	2	33.33
35	1	0	1	1	1	2	66.67	0	0	0	0	1	1	0	2	-100.0

หมายเหตุ: (1) แทน ด้านความรู้-ความจำ (2) แทน ด้านความเข้าใจ (3) แทน ด้านการนำไปใช้ (4) แทน ด้านการวิเคราะห์ (5) แทน ด้านการสังเคราะห์ (6) แทน ด้านการประเมินค่า

ตารางแสดงคะแนนพัฒนาการด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้รูปแบบ SSCS แบ่งตามสาระการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ที่ 7-8

คนที่\ข้อ	สาระการเรียนรู้ที่ 7										คะแนนพัฒนาการ (%)	สาระการเรียนรู้ที่ 8								คะแนนพัฒนาการ (%)
	คะแนนก่อนเรียน					คะแนนหลังเรียน						คะแนนก่อนเรียน				คะแนนหลังเรียน				
	(2)	(3)	(4)		รวม	(2)	(3)	(4)		รวม		(3)	(4)	(6)	รวม	(3)	(4)	(6)	รวม	
	15	16	13	14		15	16	13	14			17	20	18		17	20	18		
1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	3	75.00	0	0	0	0	1	1	0	2	66.67
2	0	0	0	1	1	1	1	0	1	3	66.67	0	0	1	1	0	0	1	1	0.00
3	0	0	0	0	0	0	1	1	1	3	75.00	0	1	0	1	0	1	0	1	0.00
4	0	0	0	1	1	0	0	1	1	2	33.33	0	1	0	1	0	1	0	1	0.00
5	1	0	0	1	2	0	0	0	1	1	-50.00	0	1	0	1	1	0	0	1	0.00
6	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	25.00	0	0	0	0	0	1	0	1	33.33
7	0	1	1	1	3	0	0	0	1	1	-200.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
8	0	0	0	1	1	1	0	1	1	3	66.67	1	0	0	1	1	1	0	2	50.00
9	0	0	0	0	0	1	0	1	1	3	75.00	1	0	0	1	1	1	0	2	50.00
10	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	-33.33	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
11	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	50.00	0	0	0	0	1	1	0	2	66.67
12	0	1	0	1	2	0	0	1	1	2	0.00	0	1	0	1	1	1	0	2	50.00
13	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	25.00	0	1	0	1	1	1	0	2	50.00
14	0	0	0	0	0	1	0	0	1	2	50.00	0	0	0	0	1	1	0	2	66.67
15	0	1	0	1	2	0	1	1	0	2	0.00	0	0	0	0	1	0	0	1	33.33

ตารางแสดงคะแนนพัฒนาการตามสาระการเรียนรู้ที่ 7-8 (ต่อ)

คนที่\ข้อ	สาระการเรียนรู้ที่ 7										คะแนนพัฒนาการ (%)	สาระการเรียนรู้ที่ 8								คะแนนพัฒนาการ (%)
	คะแนนก่อนเรียน					คะแนนหลังเรียน						คะแนนก่อนเรียน				คะแนนหลังเรียน				
	(2)	(3)	(4)		รวม	(2)	(3)	(4)		รวม		(3)	(4)	(6)	รวม	(3)	(4)	(6)	รวม	
	15	16	13	14		15	16	13	14			17	20	18		17	20	18		
16	1	0	0	0	1	1	0	0	1	2	33.33	1	0	0	1	1	1	0	2	50.00
17	1	0	0	1	2	1	0	1	1	3	50.00	0	0	1	1	1	1	0	2	50.00
18	0	0	0	0	0	1	1	0	1	3	75.00	0	1	0	1	0	1	0	1	0.00
19	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0.00	0	1	1	2	1	1	0	2	0.00
20	0	0	0	1	1	1	0	1	1	3	66.67	0	0	0	0	0	1	0	1	33.33
21	1	0	0	0	1	0	0	1	1	2	33.33	0	0	0	0	1	1	0	2	66.67
22	0	0	0	1	1	0	0	1	0	1	0.00	0	0	0	0	0	1	0	1	33.33
23	0	0	0	0	0	1	0	1	1	3	75.00	0	1	0	1	0	1	0	1	0.00
24	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	25.00	0	1	0	1	0	0	0	0	-50.00
25	1	1	0	1	3	0	0	0	1	1	-200.0	0	0	0	0	0	1	0	1	33.33
26	1	1	1	0	3	1	0	1	1	3	0.00	1	0	0	1	1	1	0	2	50.00
27	0	0	0	0	0	1	0	1	1	3	75.00	1	0	1	2	1	0	0	1	-100.0
28	0	0	0	1	1	1	0	0	1	2	33.33	0	0	1	1	0	1	0	1	0.00
29	0	0	0	0	0	1	0	1	1	3	75.00	1	0	0	1	1	1	0	2	50.00
30	0	0	0	0	0	1	0	0	1	2	50.00	0	1	0	1	0	1	0	1	0.00

ตารางแสดงคะแนนพัฒนาการตามสาระการเรียนรู้ที่ 7-8 (ต่อ)

คนที่\ข้อ	สาระการเรียนรู้ที่ 7										คะแนนพัฒนาการ (%)	สาระการเรียนรู้ที่ 8								คะแนนพัฒนาการ (%)
	คะแนนก่อนเรียน					คะแนนหลังเรียน						คะแนนก่อนเรียน				คะแนนหลังเรียน				
	(2)	(3)	(4)		รวม	(2)	(3)	(4)		รวม		(3)	(4)	(6)	รวม	(3)	(4)	(6)	รวม	
	15	16	13	14		15	16	13	14			17	20	18		17	20	18		
31	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0.00	0	0	0	0	0	1	0	1	33.33
32	0	0	0	1	1	1	1	0	1	3	66.67	0	0	0	0	0	1	0	1	33.33
33	1	0	0	0	1	1	1	1	1	4	100.0	0	0	1	1	1	1	1	3	100.0
34	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	25.00	0	0	0	0	0	1	0	1	33.33
35	1	0	0	0	1	1	0	0	1	2	33.33	1	0	1	2	1	0	0	1	-100.0

หมายเหตุ: (1) แทน ด้านความรู้-ความจำ (2) แทน ด้านความเข้าใจ (3) แทน ด้านการนำไปใช้ (4) แทน ด้านการวิเคราะห์ (5) แทน ด้านการสังเคราะห์ (6) แทน ด้านการประเมินค่า

ตารางแสดงคะแนนพัฒนาการด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้รูปแบบ SSCS แบ่งตามสาระการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ที่ 9-10

คนที่ข้อ	สาระการเรียนรู้ที่ 9								คะแนนพัฒนาการ (%)	สาระการเรียนรู้ที่ 10								คะแนนพัฒนาการ (%)
	คะแนนก่อนเรียน				คะแนนหลังเรียน					คะแนนก่อนเรียน				คะแนนหลังเรียน				
	(2)	(4)		รวม	(2)	(4)		รวม		(3)	(4)	(5)	รวม	(3)	(4)	(5)	รวม	
	22	21	23		22	21	23			25	24	26		25	24	26		
1	0	0	0	0	1	1	0	2	66.67	0	0	0	0	1	1	1	3	100.0
2	0	0	0	0	1	1	1	3	100.0	0	0	0	0	1	1	0	2	66.67
3	1	0	1	2	1	1	1	3	100.0	1	1	1	3	1	1	0	2	0.00
4	0	0	0	0	1	0	0	1	33.33	0	0	0	0	1	1	0	2	66.67
5	1	0	1	2	1	1	0	2	0.00	0	0	0	0	0	1	0	1	33.33
6	0	0	1	1	1	1	0	2	50.00	0	0	1	1	1	1	0	2	50.00
7	0	1	0	1	1	1	0	2	50.00	0	1	0	1	1	1	1	3	100.0
8	1	0	0	1	1	1	0	2	50.00	1	1	0	2	1	1	1	3	100.0
9	1	0	1	2	1	1	0	2	0.00	1	0	0	1	1	1	0	2	50.00
10	0	0	1	1	1	0	1	2	50.00	0	0	1	1	0	1	0	1	0.00
11	0	0	0	0	1	1	1	3	100.0	0	0	0	0	1	1	0	2	66.67
12	0	0	1	1	1	1	1	3	100.0	0	0	0	0	1	1	0	2	66.67
13	0	1	1	2	1	1	1	3	100.0	0	0	0	0	1	1	0	2	66.67
14	0	0	0	0	1	1	0	2	66.67	0	1	0	1	1	1	0	2	50.00
15	0	0	0	0	1	0	0	1	33.33	0	0	0	0	1	0	0	1	33.33

ตารางแสดงคะแนนพัฒนาการตามสาระการเรียนรู้ที่ 9-10 (ต่อ)

คนที่\ข้อ	สาระการเรียนรู้ที่ 9								คะแนนพัฒนาการ (%)	สาระการเรียนรู้ที่ 10								คะแนนพัฒนาการ (%)
	คะแนนก่อนเรียน				คะแนนหลังเรียน					คะแนนก่อนเรียน				คะแนนหลังเรียน				
	(2)	(4)		รวม	(2)	(4)		รวม		(3)	(4)	(5)	รวม	(3)	(4)	(5)	รวม	
	22	21	23		22	21	23			25	24	26		25	24	26		
16	0	0	1	1	1	1	1	3	100.0	0	1	0	1	1	1	0	2	50.00
17	0	0	0	0	1	1	1	3	100.0	0	0	1	1	1	1	0	2	50.00
18	0	1	0	1	1	1	0	2	50.00	0	0	0	0	1	1	0	2	66.67
19	0	0	0	0	1	1	1	3	100.0	0	1	1	2	1	1	0	2	0.00
20	1	0	1	2	1	1	0	2	0.00	0	1	1	2	1	1	0	2	0.00
21	0	1	0	1	1	1	1	3	100.0	0	1	0	1	1	1	0	2	50.00
22	0	0	0	0	1	1	0	2	66.67	0	0	0	0	1	1	0	2	66.67
23	1	0	1	2	1	1	1	3	100.0	0	1	0	1	1	1	0	2	50.00
24	1	1	0	2	1	1	0	2	0.00	1	0	0	1	1	0	0	1	0.00
25	0	1	0	1	1	1	0	2	50.00	1	0	0	1	1	1	0	2	50.00
26	0	0	0	0	1	1	0	2	66.67	1	0	0	1	1	1	1	3	100.0
27	0	0	0	0	1	1	0	2	66.67	0	0	0	0	1	1	0	2	66.67
28	1	0	1	2	1	1	1	3	100.0	1	1	0	2	0	1	0	1	-100.0
29	0	0	0	0	1	1	0	2	66.67	0	0	1	1	1	1	0	2	50.00
30	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	1	0	0	1	0	0	0	0	-50.00

ตารางแสดงคะแนนพัฒนาการตามสาระการเรียนรู้ที่ 9-10 (ต่อ)

คนที่\ข้อ	สาระการเรียนรู้ที่ 9								คะแนนพัฒนาการ (%)	สาระการเรียนรู้ที่ 10								คะแนนพัฒนาการ (%)
	คะแนนก่อนเรียน				คะแนนหลังเรียน					คะแนนก่อนเรียน				คะแนนหลังเรียน				
	(2)	(4)		รวม	(2)	(4)		รวม		(3)	(4)	(5)	รวม	(3)	(4)	(5)	รวม	
	22	21	23		22	21	23			25	24	26		25	24	26		
31	1	1	0	2	1	1	0	2	0.00	0	0	0	0	0	1	0	1	33.33
32	1	1	1	3	1	1	1	3	0.00	0	0	0	0	1	1	0	2	66.67
33	0	0	0	0	1	1	0	2	66.67	0	0	0	0	1	1	0	2	66.67
34	0	0	0	0	1	1	0	2	66.67	0	0	0	0	1	1	0	2	66.67
35	0	0	0	0	1	0	1	2	66.67	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00

หมายเหตุ: (1) แทน ด้านความรู้-ความจำ (2) แทน ด้านความเข้าใจ (3) แทน ด้านการนำไปใช้ (4) แทน ด้านการวิเคราะห์ (5) แทน ด้านการสังเคราะห์ (6) แทน ด้านการประเมินค่า

ตารางแสดงคะแนนพัฒนาการด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้รูปแบบ SSCS แบ่งตามสาระการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ที่ 11

คนที่\ข้อ	สาระการเรียนรู้ที่ 11										คะแนนพัฒนาการ (%)	คนที่\ข้อ	สาระการเรียนรู้ที่ 11										คะแนนพัฒนาการ (%)
	คะแนนก่อนเรียน					คะแนนหลังเรียน							คะแนนก่อนเรียน					คะแนนหลังเรียน					
	(2)	(5)	(6)		รวม	(2)	(5)	(6)		รวม			(2)	(5)	(6)		รวม	(2)	(5)	(6)		รวม	
	28	27	29	30		28	27	29	30				28	27	29	30		28	27	29	30		
1	0	0	0	0	0		1	1	1	3	75.00	16	0	0	0	0	0	1	1	0	1	3	75.00
2	0	0	0	0	0	1	1	1	1	4	100.0	17	0	0	0	0	0	1	1	0	1	3	75.00
3	0	0	0	0	0	1	1	1	0	3	75.00	18	0	0	0	0	0	1	1	1	1	4	100.0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	25.00	19	0	0	1	1	2	1	1	0	1	3	50.00
5	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	25.00	20	0	0	0	1	1	1	1	0	0	2	33.33
6	0	0	0	0	0	0	1	1	1	3	75.00	21	0	0	0	0	0	1	1	0	1	3	75.00
7	0	0	1	0	1	1	1	1	1	4	100.0	22	0	0	1	0	1	0	1	1	1	3	66.67
8	0	0	0	0	0	0	1	1	1	3	75.00	23	0	0	0	0	0	1	1	1	1	4	100.0
9	0	0	1	0	1	0	1	1	1	3	66.67	24	0	0	1	0	1	1	0	1	0	2	33.33
10	0	0	0	1	1	1	1	0	0	2	33.33	25	0	0	1	0	1	1	1	1	1	4	100.0
11	0	0	0	0	0	1	1	0	1	3	75.00	26	0	0	0	0	0	0	1	1	1	3	75.00
12	0	0	1	0	1	1	1	1	1	4	100.0	27	0	0	1	0	1	0	1	1	1	3	66.67
13	0	0	1	1	2	1	1	0	1	3	50.00	28	0	0	0	0	0	1	1	1	1	4	100.0
14	0	0	0	0	0	1	1	0	1	3	75.00	29	0	0	1	0	1	0	1	1	1	3	66.67
15	0	0	0	0	0	1	0	1	0	2	50.00	30	0	0	0	0	0	1	1	0	0	2	50.00

ตารางแสดงคะแนนพัฒนาการตามสาระการเรียนรู้ที่ 11 (ต่อ)

คนที่\ข้อ	สาระการเรียนรู้ที่ 11										คะแนนพัฒนาการ (%)
	คะแนนก่อนเรียน					คะแนนหลังเรียน					
	(2)	(5)	(6)		รวม	(2)	(5)	(6)		รวม	
	28	27	29	30		28	27	29	30		
31	0	0	0	1	1	0	1	1	1	3	66.67
32	0	0	1	1	2	1	1	1	1	4	100.0
33	0	0	0	1	1	0	1	0	1	2	33.33
34	0	0	0	0	0	1	1	1	1	4	100.0
35	0	0	0	0	0	0	1	0	1	2	50.00

หมายเหตุ: (1) แทน ด้านความรู้-ความจำ (2) แทน ด้านความเข้าใจ (3) แทน ด้านการนำไปใช้ (4) แทน ด้านการวิเคราะห์ (5) แทน ด้านการสังเคราะห์ (6) แทน ด้านการประเมินค่า

แบบวัดเจตคติต่อวิชาเคมี

คำชี้แจง

1. แบบวัดเจตคติต่อวิชาเคมี นี้มีทั้งหมด 30 ข้อ โดยแต่ละข้อจะประกอบด้วยข้อความเกี่ยวกับเคมี อยู่ทางด้านซ้ายมือ ส่วนด้านขวามือเป็นระดับความคิดเห็น 5 ระดับ คือ

5 หมายถึง เห็นด้วยอย่างยิ่ง

4 หมายถึง เห็นด้วย

3 หมายถึง ไม่แน่ใจ

2 หมายถึง ไม่เห็นด้วย

1 หมายถึง ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

2. ให้นักเรียนพิจารณาข้อความในแต่ละข้อแล้วทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างที่ตรงกับระดับความคิดเห็นของนักเรียนมากที่สุดในการตอบแบบวัดเจตคติต่อวิชาเคมีฉบับนี้ ไม่มีความคิดเห็นใดที่ถูกหรือผิดเพราะเกิดจากความรู้สึกที่แท้จริงของนักเรียนและคำตอบของนักเรียนจะไม่มีผลต่อการเรียนของนักเรียนทั้งสิ้น

ข้อที่	ข้อความ	ระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
1	**ความคิดเห็นทั่วไปต่อวิชาเคมี** ความเจริญก้าวหน้าทางเคมีนำไปสู่การพัฒนาประเทศ					
2	วิชาเคมีควรเป็นวิชาพื้นฐานเพื่อให้ทุกคนได้ศึกษา					
3	วิชาเคมีควรได้รับการพัฒนาและปรับปรุง					
4	วิชาเคมีทำให้รู้วิธีป้องกันอันตรายจากสารพิษต่างๆ					
5	เนื้อหาวิชาเคมี ยุ่งยาก ซับซ้อนเข้าใจยาก					
6	วิชาเคมีทำให้ผู้เรียนเกิดความวิตกและกังวลใจ					
7	**การเห็นความสำคัญต่อวิชาเคมี** การเรียนวิชาเคมีทำให้เราเกิดกระบวนการคิดอย่างมีแบบแผน					
8	การเรียนวิชาเคมีทำให้เรานำไปใช้เป็นพื้นฐานการศึกษาต่อในระดับสูง					
9	การเรียนวิชาเคมีทำให้เรามีความก้าวหน้าในการประกอบอาชีพ					
10	การเรียนวิชาเคมีทำให้เรานำความรู้มาใช้ในชีวิตประจำวันได้					

ข้อที่	ข้อความ	ระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
11	การเรียนวิชาเคมีทำให้เราไม่มีจิตสำนึกในการรักษาสิ่งแวดล้อม					
12	การเรียนวิชาเคมีทำให้เราไม่มีความปลอดภัยในการดำรงชีพ					
	ความสนใจในวิชาเคมี					
13	ข้าพเจ้าจะใช้เวลาว่างส่วนมากในการศึกษาความรู้ทางเคมี					
14	ข้าพเจ้าจะเกิดความกระตือรือร้นเมื่อเรียนวิชาเคมี					
15	ข้าพเจ้าจะติดตามและให้ความสนใจกับข่าวความก้าวหน้าทางด้านเคมี					
16	ข้าพเจ้าสนใจป้ายนิทรรศการที่ให้ความรู้ทางเคมี					
17	ข้าพเจ้ามีความรู้สึกเบื่อหน่ายเมื่อเรียนวิชาเคมี					
18	ข้าพเจ้ามีความรู้สึกเคมีเป็นวิชาที่ไม่น่าสนใจศึกษาต่อ					
	การนิยมชมชอบต่อวิชาเคมี					
19	ข้าพเจ้าจะเลือกศึกษาต่อทางด้านเคมีในอนาคต					
20	ถ้ามีโอกาสข้าพเจ้าจะส่งเสริมและพัฒนาความรู้ทางเคมี					
21	ข้าพเจ้าชอบจัดทำป้ายนิเทศและงานนิทรรศการด้านเคมี					
22	ข้าพเจ้าจะชอบรายการโทรทัศน์ที่มีความรู้ทางด้านเคมีร่วมด้วย					
23	ข้าพเจ้ามีความรู้สึกท้อแท้เมื่อต้องเรียนวิชาเคมี					
24	การศึกษาวิชาเคมีมีส่วนในการทำลายสิ่งแวดล้อม					
	การแสดงออกหรือมีส่วนร่วมในกิจกรรมเกี่ยวกับวิชาเคมี					
25	ถ้าทางโรงเรียนมีการจัดนิทรรศการด้านเคมีข้าพเจ้าจะให้การสนับสนุนและร่วมจัดทำ					
26	ถ้าทำโครงงานวิทยาศาสตร์ข้าพเจ้าจะทำเรื่องเคมี					
27	ข้าพเจ้าชอบทำการบ้านวิชาเคมีด้วยตนเอง					
28	ข้าพเจ้าเข้าร่วมกิจกรรมทัศนศึกษาเกี่ยวกับวิชาเคมีด้วยความเต็มใจ					
29	การฟังบรรยายจากวิทยากรผู้เชี่ยวชาญพิเศษด้านเคมีเป็นสิ่งที่น่าเบื่อ					
30	ถ้ามีโอกาสทำกิจกรรมอื่นๆ ที่ไม่เกี่ยวกับเคมีข้าพเจ้าจะทำด้วยความเต็มใจ					

ภาคผนวก ค

- ตารางแสดงการวิเคราะห์ความเหมาะสมและความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้
- ตารางแสดงการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบวัด
- ตารางแสดงการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r)

การวิเคราะห์ความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนการสอนรูปแบบ SSCS

ตารางที่ ค-1 ค่าการประเมินระดับความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญ แผนการจัดการเรียนการสอนด้วยรูปแบบ SSCS แผนจัดการเรียนการสอนที่ 1 เรื่องไฮโดรคาร์บอน

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ							ระดับความเหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	เฉลี่ย	*SD*	
1. สาระสำคัญ	5	4	5	3	5	4.40	0.89	มาก
2. ผลการเรียนรู้	5	4	5	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด
3. จุดประสงค์การเรียนรู้	5	3	4	4	3	3.80	0.84	มาก
4. สาระการเรียนรู้	4	4	4	3	4	3.80	0.45	มาก
5. กระบวนการจัดการเรียนรู้	4	3	4	4	4	3.80	0.45	มาก
6. การวัดและประเมินผล	4	3	4	3	4	3.60	0.55	มาก
7. สื่อ/ แหล่งเรียนรู้	4	3	4	4	3	3.60	0.55	มาก
				ค่าเฉลี่ยโดยรวม		3.94	0.18	มาก

ตารางที่ ค-2 ค่าการประเมินระดับความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญ แผนการจัดการเรียนการสอนด้วยรูปแบบ SSCS แผนจัดการเรียนการสอนที่ 2 เรื่องไฮโดรคาร์บอน

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ							ระดับความเหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	เฉลี่ย	*SD*	
1. แสาระสำคัญ	5	5	4	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด
2. แผลการเรียนรู้	5	4	4	4	5	4.40	0.55	มาก
3. จุดประสงค์การเรียนรู้	3	5	3	3	4	3.60	0.89	มาก
4. สาระการเรียนรู้	4	3	4	4	4	3.80	0.45	มาก
5. กระบวนการจัดการเรียนรู้	3	4	3	4	4	3.60	0.55	มาก
6. การวัดและประเมินผล	4	3	3	4	3	3.40	0.55	ปานกลาง
7. สื่อ/ แหล่งเรียนรู้	4	3	4	3	4	3.60	0.55	มาก
				ค่าเฉลี่ยโดยรวม		3.86	0.58	มาก

ตารางที่ ค-3 ค่าการประเมินระดับความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญ แผนการจัดการเรียนการสอนด้วยรูปแบบ SSCS แผนจัดการเรียนการสอนที่ 3 เรื่องแอลกอฮอล์และอีเทอร์

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ							ระดับความเหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	เฉลี่ย	*SD*	
1. สาระสำคัญ	4	5	4	4	4	4.20	0.45	มาก
2. ผลการเรียนรู้	4	4	3	4	4	3.80	0.45	มาก
3. จุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	4	4	4	4.40	0.55	มาก
4. สาระการเรียนรู้	4	4	3	3	4	3.60	0.55	มาก
5. กระบวนการจัดการเรียนรู้	4	4	3	4	4	3.80	0.45	มาก
6. การวัดและประเมินผล	4	3	4	3	4	3.60	0.55	มาก
7. สื่อ/ แหล่งเรียนรู้	4	4	3	3	3	3.40	0.55	ปานกลาง
				ค่าเฉลี่ยโดยรวม		3.83	0.05	มาก

ตารางที่ ค-4 ค่าการประเมินระดับความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญ แผนการจัดการเรียนการสอน ด้วยรูปแบบ SSCS แผนจัดการเรียนการสอนที่ 4 เรื่องคาร์บอกซิลิกและเอสเทอร์

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ							ระดับความเหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	เฉลี่ย	*SD*	
1. สาระสำคัญ	4	4	5	3	4	4.00	0.71	มาก
2. ผลการเรียนรู้	4	4	5	4	4	4.20	0.45	มาก
3. จุดประสงค์การเรียนรู้	5	4	5	4	4	4.40	0.55	มาก
4. สาระการเรียนรู้	4	4	4	3	4	3.80	0.45	มาก
5. กระบวนการจัดการเรียนรู้	4	3	4	4	4	3.80	0.45	มาก
6. การวัดและประเมินผล	4	3	4	3	4	3.60	0.55	มาก
7. สื่อ/ แหล่งเรียนรู้	4	3	4	4	3	3.60	0.55	มาก
				ค่าเฉลี่ยโดยรวม		3.91	0.09	มาก

การวิเคราะห์ความสอดคล้อง (IOC) ของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา (IOC)

ตารางที่ ค-5 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาสถานการณ์ที่ 1

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					*R*	IOC ($\sum R/N$)
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
ขั้นที่1 ระบุปัญหา วิเคราะห์ประโยคที่เป็นปัญหาหรือตั้งปัญหา	1	1	1	1	1	5	1.00
ขั้นที่2 ขั้นนิยามสาเหตุของปัญหา	1	0	1	1	0	3	0.60
ขั้นที่ 3 ขั้นค้นหาแนวทางแก้ปัญหา	0	1	1	1	1	4	0.80
ขั้นที่ 4 ขั้นพิสูจน์คำตอบผลลัพธ์ที่ได้จากปัญหาหรือตรวจสอบผลลัพธ์	1	1	1	0	1	4	0.80

ตารางที่ ค-6 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาสถานการณ์ที่ 2

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					*R*	IOC ($\sum R/N$)
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
ขั้นที่1 ระบุปัญหา วิเคราะห์ประโยคที่เป็นปัญหาหรือตั้งปัญหา	1	1	1	1	1	5	1.00
ขั้นที่2 ขั้นนิยามสาเหตุของปัญหา	1	0	1	1	1	4	0.80
ขั้นที่ 3 ขั้นค้นหาแนวทางแก้ปัญหา	1	1	0	1	1	4	0.80
ขั้นที่ 4 ขั้นพิสูจน์คำตอบผลลัพธ์ที่ได้จากปัญหาหรือตรวจสอบผลลัพธ์	1	1	1	1	1	5	1.00

ตารางที่ ค-7 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาสถานการณ์ที่ 3

รายการประเมิน	**คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ**					***R***	**IOC** $(\sum R/N)$
	คนที่ 1	**คนที่ 2**	**คนที่ 3**	**คนที่ 4**	**คนที่ 5**		
ขั้นที่1 ระบุปัญหา วิเคราะห์ประโยคที่เป็นปัญหาหรือตั้งปัญหา	1	1	1	1	1	5	1.00
ขั้นที่2 ขั้นนิยามสาเหตุของปัญหา	1	0	1	1	0	3	0.60
ขั้นที่ 3 ขั้นค้นหาแนวทางแก้ปัญหา	1	1	1	1	1	5	1.00
ขั้นที่ 4 ขั้นพิสูจน์คำตอบผลลัพธ์ที่ได้จากปัญหาหรือตรวจสอบผลลัพธ์	1	1	1	0	1	4	0.80

ตารางที่ ค-8 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาสถานการณ์ที่ 4

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					R	IOC ($\sum R/N$)
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
ขั้นที่1 ระบุปัญหา วิเคราะห์ประโยคที่เป็นปัญหาหรือตั้งปัญหา	1	1	1	1	1	5	1.00
ขั้นที่2 ขั้นนิยามสาเหตุของปัญหา	1	0	1	1	1	4	0.80
ขั้นที่ 3 ขั้นค้นหาแนวทางแก้ปัญหา	1	1	0	1	1	4	0.80
ขั้นที่ 4 ขั้นพิสูจน์คำตอบผลลัพธ์ที่ได้จากปัญหาหรือตรวจสอบผลลัพธ์	1	1	1	0	1	4	0.80

ตารางที่ ค-9 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาสถานการณ์ที่ 5

รายการประเมิน	**คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ**					***R***	**IOC** $(\sum R/N)$
	คนที่ 1	**คนที่ 2**	**คนที่ 3**	**คนที่ 4**	**คนที่ 5**		
ขั้นที่1 ระบุปัญหา วิเคราะห์ประโยคที่เป็นปัญหาหรือตั้งปัญหา	1	1	1	1	1	5	1.00
ขั้นที่2 ขั้นนิยามสาเหตุของปัญหา	1	0	1	1	0	5	0.60
ขั้นที่ 3 ขั้นค้นหาแนวทางแก้ปัญหา	0	1	1	1	1	5	0.80
ขั้นที่ 4 ขั้นพิสูจน์คำตอบผลลัพธ์ที่ได้จากปัญหาหรือตรวจสอบผลลัพธ์	1	1	1	0	1	5	0.80

ตารางที่ ค-10 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (*p*) และค่าจำแนกอำนาจ (*r*) ที่ได้จากการวิเคราะห์รายข้อของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา

ข้อที่	*p*	*r*
1	0.63	0.60
2	0.57	0.73
3	0.63	0.73
4	0.60	0.53
5	0.67	0.40
6	0.50	0.60
7	0.63	0.73
8	0.57	0.47
9	0.63	0.70
10	0.57	0.63
13	0.63	0.33
11	0.63	0.63
12	0.57	0.57
14	0.57	0.73
15	0.63	0.47
16	0.63	0.47
17	0.57	0.53
18	0.67	0.47
19	0.63	0.47
20	0.53	0.53

ตารางที่ ค-11 ค่า *p*, *q* และ *pq* ของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา การเรียนรู้วิชาเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ข้อสอบปรนัย จำนวน 20 ข้อ

ข้อที่	*p*	*q*	*pq*
1	0.63	0.37	0.23
2	0.57	0.43	0.25
3	0.63	0.37	0.23
4	0.60	0.40	0.24
5	0.67	0.33	0.22
6	0.50	0.50	0.25
7	0.63	0.37	0.23
8	0.57	0.43	0.25
9	0.63	0.37	0.23
10	0.57	0.43	0.25
11	0.63	0.37	0.23
12	0.57	0.43	0.25
13	0.63	0.37	0.23
14	0.57	0.37	0.23
15	0.63	0.37	0.23
16	0.63	0.43	0.25

การวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา จำนวน 20 ข้อ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 30 คน โดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน (Kuder-Richerdson)

$$r_{tt} = \frac{k}{k-1}\left[1 - \frac{\sum pq}{S_t^2}\right]$$

การหาค่าความแปรปรวนจากสูตร $S_t^2 = \frac{n\sum x^2-(\sum x)^2}{n(n-1)}$

เมื่อ n = 30

$\sum X$ = 435

$\sum x^2$ = 7835

$(\sum x)^2$ = 189225

$\sum pq$ = 5.69

แทนค่า S_t^2 = $\frac{30(7835)-(435)(435)}{30(30-1)}$

= $\frac{235050-189225}{870}$

= 52.67

แทนค่าในสูตร KR- 20 = $\frac{k}{k-1}\left[1 - \frac{\sum pq}{S_t^2}\right]$

= $\frac{24}{24-1}\left[1 - \frac{5.69}{52.67}\right]$

= 1.04 x 0.89

ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา = 0.93

ตารางที่ ค-12 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เคมีอินทรีย์

ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					*R*	IOC ($\sum R/N$)
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1	1	1	1	1	1	5	1.00
2	1	1	1	1	1	5	1.00
3	1	1	1	1	1	5	1.00
4	1	1	1	1	1	5	1.00
5	1	0	1	1	1	4	0.80
6	1	1	1	1	1	5	1.00
7	1	1	1	1	1	5	1.00
8	1	1	1	1	1	5	1.00
9	1	1	1	1	1	5	1.00
10	1	1	1	1	1	5	1.00
11	1	1	1	0	1	4	0.80
12	1	1	0	1	1	4	0.80
13	1	1	1	1	1	5	1.00
14	1	1	1	1	1	5	1.00
15	1	1	1	1	1	5	1.00
16	1	1	1	1	1	5	1.00
17	1	1	0	1	1	4	0.80
18	1	0	1	1	1	4	0.80
19	1	1	1	1	1	5	1.00
20	1	1	1	1	1	5	1.00
21	1	1	1	1	1	5	1.00
22	1	1	1	1	1	5	1.00

ตารางที่ ค-12 (ต่อ)

ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					*R*	IOC ($\sum R/N$)
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
23	1	1	1	1	1	5	1.00
24	1	1	1	1	1	5	1.00
25	1	1	1	1	1	5	1.00
26	1	1	1	1	1	5	1.00
27	0	1	1	1	1	4	0.80
28	1	1	1	1	1	5	1.00
29	1	1	1	0	1	4	0.80
30	1	1	0	1	1	4	0.80
31	1	1	1	1	1	5	1.00
32	1	1	1	1	1	5	1.00
33	1	1	1	1	1	5	1.00
34	1	1	1	1	1	5	1.00
35	1	0	1	1	1	4	0.80
36	1	1	1	1	1	5	1.00
37	1	1	1	1	1	5	1.00
38	1	1	1	1	1	5	1.00
39	0	1	1	1	0	3	0.60
40	1	1	1	1	1	5	1.00
41	1	1	1	0	1	4	0.80
42	1	1	0	1	1	4	0.80
43	1	1	1	1	1	5	1.00
44	1	1	1	1	1	5	1.00

ตารางที่ ค-12 (ต่อ)

ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					*R*	IOC ($\sum R/N$)
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
45	1	1	1	1	1	5	1.00
46	1	1	1	1	1	5	1.00
47	1	1	0	1	1	4	0.80
48	1	0	1	1	1	4	0.80
49	1	1	1	1	1	5	1.00
50	1	1	1	1	1	5	1.00
51	1	1	1	1	1	5	1.00
52	1	1	1	1	1	5	1.00
53	1	1	1	1	1	5	1.00
54	1	1	1	1	1	5	1.00
55	1	1	1	1	1	5	1.00
56	1	1	1	1	1	5	1.00
57	1	1	1	1	1	5	1.00
58	1	1	1	1	1	5	1.00
59	1	1	1	0	1	4	0.80
60	1	1	0	1	1	4	0.80

ตารางที่ ค-13 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (*p*) และค่าจำแนกอำนาจ (*r*) ที่ได้จากการวิเคราะห์รายข้อของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีอินทรีย์

ข้อที่	*p*	*r*	ข้อที่	*p*	*r*
1	0.57	0.87	21	0.53	1.00
2	0.57	1.00	22	0.57	0.73
3	0.83	0.87	23	0.90	0.33
4	0.60	0.67	24	0.83	-0.20
5	0.43	-0.2	25	0.43	0.73
6	0.57	0.73	26	0.57	-0.20
7	0.43	-0.2	27	0.43	0.73
8	0.57	0.73	28	0.57	0.40
9	0.63	0.20	29	0.53	0.87
10	0.57	0.87	30	0.57	0.53
11	0.57	1.00	31	0.73	0.93
12	0.57	0.53	32	0.53	1.00
13	1.00	0.33	33	0.77	0.47
14	0.83	-0.20	34	0.63	-0.20
15	0.43	0.40	35	0.43	0.73
16	0.40	-0.20	36	0.57	-0.20
17	0.43	0.73	37	0.43	0.73
18	0.57	0.33	38	0.57	0.40
19	0.57	0.73	39	0.53	0.80
20	0.43	0.53	40	0.53	0.80
41	0.53	0.60	51	0.73	0.53
42	0.37	0.47	52	0.57	1.00
43	0.97	0.33	53	0.93	0.40
44	0.83	-0.20	54	0.83	0.33
45	0.43	0.73	55	0.43	-0.20
46	0.57	-0.20	56	0.57	0.73

ตารางที่ ค-13 (ต่อ)

ข้อที่	*p*	*r*	ข้อที่	*p*	*r*
47	0.43	0.73	57	0.43	-0.20
48	0.57	-0.20	58	0.57	0.73
49	0.57	0.73	59	0.63	0.20
50	0.53	0.80	60	0.57	0.87

ตารางที่ ค-14 ค่า *p*, *q* และ *pq* ของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีอินทรีย์ การเรียนรู้วิชาเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 (ข้อสอบปรนัย) จำนวน 30 ข้อ

ข้อที่	*p*	*q*	*pq*
1	0.57	0.43	0.25
2	0.57	0.43	0.25
3	0.57	0.43	0.25
4	0.63	0.37	0.23
5	0.57	0.43	0.25
6	0.57	0.43	0.24
7	0.40	0.60	0.25
8	0.57	0.43	0.25
9	0.43	0.57	0.25
10	0.53	0.47	0.25
11	0.57	0.43	0.25
12	0.57	0.43	0.25
13	0.53	0.47	0.25
14	0.57	0.43	0.25
15	0.53	0.47	0.25
16	0.57	0.43	0.25
17	0.57	0.43	0.25
18	0.53	0.47	0.25

ตารางที่ ค-14 (ต่อ)

ข้อที่	*p*	*q*	*pq*
19	0.53	0.47	0.25
20	0.53	0.47	0.25
21	0.37	0.63	0.23
22	0.57	0.43	0.25
23	0.57	0.43	0.25
24	0.60	0.40	0.24
25	0.53	0.47	0.25
26	0.57	0.43	0.25
27	0.57	0.43	0.25
28	0.57	0.43	0.25
29	0.63	0.37	0.23
30	0.57	0.43	0.25

การวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ จำนวน 30 ข้อ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 30 คน โดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน (Kuder-Richerdson)

$$r_{tt} = \frac{k}{k-1}\left[1 - \frac{\sum pq}{S_t^2}\right]$$

การหาค่าความแปรปรวนจากสูตร S_t^2 $= \frac{n\sum x^2 - (\sum x)^2}{n(n-1)}$

เมื่อ n = 30

$\sum X$ = 493

$\sum x^2$ = 9967

$(\sum x)^2$ = 243049

$\sum pq$ = 7.34

แทนค่า S_t^2 $= \frac{30(9967)-(493)(493)}{30(30-1)}$

$= \frac{299010-243049}{870}$

$= 64.32$

แทนค่าในสูตร KR- 20

$= \frac{k}{k-1}\left[1 - \frac{\sum pq}{S_t^2}\right]$

$= \frac{30}{30-1}\left[1 - \frac{7.34}{64.32}\right]$

$= 1.03 \times 0.89$

ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ $= 0.92$

ตารางที่ ค-15 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) แบบวัดเจตคติต่อวิชาเคมี

ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					R	IOC ($\sum R/N$)
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1	1	1	1	1	1	6	1.00
2	1	1	1	1	1	7	1.00
3	1	1	1	1	1	8	1.00
4	1	1	1	1	1	9	1.00
5	1	0	1	1	1	9	0.80
6	1	1	1	1	1	11	1.00
7	1	1	1	1	1	12	1.00
8	1	1	1	1	1	13	1.00
9	1	1	1	1	1	14	1.00
10	1	1	1	1	1	15	1.00
11	1	1	1	0	1	15	0.80
12	1	1	0	1	1	16	0.80
13	1	1	1	1	1	18	1.00
14	1	1	1	1	1	19	1.00
15	1	1	1	1	1	20	1.00
16	1	1	1	1	1	21	1.00
17	1	1	0	1	1	21	0.80
18	1	0	1	1	1	22	0.80
19	1	1	1	1	1	24	1.00
20	1	1	1	1	1	25	1.00
21	1	1	1	1	1	26	1.00
22	1	1	1	1	1	27	1.00

ตารางที่ ค-15 (ต่อ)

ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					*R*	IOC ($\sum R/N$)
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
23	1	1	1	1	1	28	1.00
24	1	1	1	1	1	29	1.00
25	1	1	1	1	1	30	1.00
26	1	1	1	1	1	31	1.00
27	1	1	1	1	1	32	1.00
28	1	1	1	1	1	33	1.00
29	1	1	1	0	1	33	0.80
30	1	1	0	1	1	34	0.80

การวิเคราะห์แบบวัดเจตคติต่อวิชาเคมี เพื่อหาดัชนีความสอดคล้องและหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α -Coefficient) ของครอนบาค (Cronbuch)

$$\alpha = \frac{n}{n-1}\left[1 - \frac{\sum S_i^2}{S_t^2}\right]$$

หาค่าความแปรปรวนจากสูตร $S_t^2 = \frac{n\sum x^2 - (\sum x)^2}{n(n-1)}$

เมื่อ n = 30

$\sum X$ = 4040

$(\sum x)^2$ = $(4040)^2$ =16321600

$\sum x^2$ = 557916

$\sum pq$ = 7.34

แทนค่า $S_t^2 = \frac{n\sum x^2 - (\sum x)^2}{n(n-1)}$

$$= \frac{30(557916)-1632160}{30(30-1)}$$

$$= \frac{16737480-1632160}{870}$$

$$= \frac{415880}{870}$$

$$= 478.02$$

$\sum S_t^2$ = 106.35

n = 30

จากสูตร $\alpha = \frac{n}{n-1}\left[1 - \frac{\sum S_i^2}{S_i^2}\right]$

แทนค่า $\alpha = \frac{30}{30-1-1}\left[1 - \frac{106.35}{478.02}\right]$

$\alpha = 1.03\left[1-0.22\right]$

ค่าความเชื่อมั่น = 0.80