

การศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก วิชาเคมี เรื่อง อนุพันธ์ของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน  
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

ชลาธร วิเชียรรัตน์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต

สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

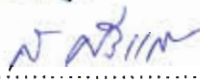
มิถุนายน 2558

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

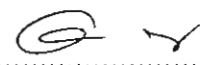
คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์และคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณา  
วิทยานิพนธ์ของ ชลาธร วิเชียรรัตน์ ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตาม  
หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยบูรพาได้


คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

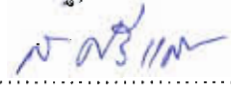
 ..... อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก  
(ดร.ภัทรกร ชัยประเสริฐ)

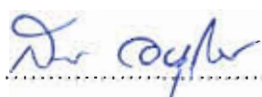
 ..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สพลณภัทร์ ศรีแสนรงค์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

 ..... ประธาน  
(ดร.อัมรินทร์ อินทร์อยู่)

 ..... กรรมการ  
(ดร.ภัทรกร ชัยประเสริฐ)

 ..... กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สพลณภัทร์ ศรีแสนรงค์)

 ..... กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรีพร อนุศาสนนันท์)

คณะศึกษาศาสตร์อนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา  
ตามหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยบูรพา

 ..... คณบดีคณะศึกษาศาสตร์  
(รองศาสตราจารย์ ดร.วิจิต สุรัตน์เรืองชัย)

วันที่ 9 เดือน มิถุนายน พ.ศ. 2558

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีด้วยการให้คำปรึกษา การแนะนำแนวทางในการดำเนินงาน และการตรวจแก้ไขข้อบกพร่องในการดำเนินงานจากที่ปรึกษาหลัก ดร.ภัทรภร ชัยประเสริฐ และที่ปรึกษาร่วม ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สพลณภัทร ศรีแสนรงค์ ซึ่งทำให้ผู้วิจัยได้รับแนวทางในการศึกษาค้นคว้าหาความรู้และประสบการณ์ อย่างกว้างขวางในการทำวิจัยครั้งนี้ ตลอดจนให้กำลังใจมาโดยตลอดระยะเวลาในการทำงานวิจัย ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งเป็นอย่างยิ่ง จึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ ดร.เชษฐ สิริสวัสดิ์ ดร.พรธนิพา พรหมรักษ์ นางสาวศุภลักษณ์ ทองสนธิ นางสุขุมมา รัศมีศิริภาพ และ นายผดุงชาติ เจริญวัฒน์ ที่กรุณารับเป็นผู้ทรงคุณวุฒิที่ให้ความรู้และตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ พร้อมทั้งให้คำแนะนำแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ส่งผลให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ถูกต้องและสมบูรณ์ขึ้น

ขอขอบพระคุณผู้อำนวยการสถานศึกษา คณะครูและขอบคุณนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนพนัสพิทยาคาร อำเภอกุฎีไกร จังหวัดชลบุรี ที่ได้ให้ความร่วมมืออย่างดียิ่งในการเก็บรวบรวมข้อมูลและทดลองใช้เครื่องมือในการทำงานวิจัยในครั้งนี้

ขอขอบคุณนิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ ทุกท่าน ที่ได้ให้ความช่วยเหลือและให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยเสมอมา

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ คุณตา คุณยาย และญาติ ๆ ทุกคนที่ได้ให้ความช่วยเหลือ ส่งเสริมและสนับสนุน เป็นกำลังใจที่ดีในการศึกษาครั้งนี้เป็นอย่างดียิ่ง

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากโครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค.)

ชลลธร วิเชียรรัตน์

56910191: สาขาวิชา: การสอนวิทยาศาสตร์; กศ.ม. (การสอนวิทยาศาสตร์)

คำสำคัญ: การจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก/ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ

ชลาธร วิเชียรรัตน์: การศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก วิชาเคมี เรื่อง อนุพันธ์ของ

สารประกอบไฮโดรคาร์บอน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 (A STUDY ON THE EFFECTS OF ACTIVE LEARNING METHOD IN HYDROCARBON DERIVATIVES FOR GRADE 12 STUDENTS)

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์: ภัทรภร ชัยประเสริฐ, Ph.D., สพลณภัทร ศรีแสนยงค์, ศษ.ด. 255 หน้า.  
ปี พ.ศ. 2558.

การศึกษาวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีและการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมี เรื่อง อนุพันธ์ของสารประกอบไฮโดรคาร์บอนระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีและการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมี เรื่อง อนุพันธ์ของสารประกอบไฮโดรคาร์บอนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก และ 3) ศึกษาเจตคติต่อวิชาเคมีหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนพนัสพิทยาคาร จังหวัดชลบุรี ด้วยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) โดยกลุ่มที่ 1 จำนวน 42 คน สอนด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก และกลุ่มที่ 2 จำนวน 45 คน สอนด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้วิชาเคมี โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก 2) แผนการจัดการเรียนรู้วิชาเคมีโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี มีค่าความเชื่อมั่น .85 4) แบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมี มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .83 5) แบบวัดเจตคติต่อวิชาเคมี มีค่าความเชื่อมั่น .88 วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สถิติการทดสอบที (*t-test*)

ผลการวิจัยพบว่า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
2. การคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียน หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
4. การคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีของนักเรียน หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
5. เจตคติต่อวิชาเคมีหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก อยู่ในระดับดี

56910191: MAJOR: SCIENCE TEACHING; M.Ed. (SCIENCE TEACHING)

KEYWORDS: ACTIVE LEARNING/ INQUIRY LEARNING

CHALATHORN WICHIANRAT: A STUDY ON THE EFFECTS OF ACTIVE LEARNING METHOD IN HYDROCARBON DERIVATIVES FOR GRADE 12 STUDENTS.

ADVISORY COMMITTEE: PATTARAPORN CHAIPRASERT, Ph.D., SAPORNNAPHAT SRISANYONG, Ph.D. 255 P. 2015.

The purposes of this research were: 1) to compare a learning achievement and analytical thinking ability on the topic of hydrocarbon derivatives between learning from active learning method and the inquiry learning method, 2) to compare a learning achievement and analytical thinking ability on the topic of hydrocarbon derivatives before and after learning with active learning method and 3) to study the attitude in chemistry after learning by active learning method with the criteria at a good level. The samples used in the research were two groups of grade 12 students from Phanatpittayakarn School, Chon Buri Province. They were selected by cluster random sampling. The first group comprised of 42 students they were taught by active learning method and the second group comprised of 45 students they were taught by inquiry method. The research instruments were: 1) Active learning lesson plan 2) The inquiry lesson plan 3) Chemistry learning achievement test (with a reliability of .85) 4) The analytical thinking test in chemistry (with a reliability of .83) and 5) Attitude test in chemistry (with the reliability of .88). The data were analyzed by using mean, standard deviation and *t-test*.

The results of this study indicated that:

1. The chemistry learning achievement scores of the students taught by active learning method were higher than those students who were taught by the inquiry method with a statistically significant at .05 level.
2. The analytical thinking ability in chemistry of the students taught by active learning method were higher than those who taught by the inquiry method with a statistically significant at .05 level.
3. The chemistry learning achievement scores of the students taught by active learning method after learning were higher than before learning with a statistically significant at .05 level.
4. The analytical thinking ability in chemistry of the students taught by active learning method were higher than before learning with a statistically significant at .05 level.
5. Attitude in chemistry of the students after learning by active learning method was at a good level.

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
สารบัญ.....	ณ
สารบัญตาราง.....	ช
สารบัญภาพ.....	ฉ
บทที่	
1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	5
สมมติฐานการวิจัย.....	5
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	5
ขอบเขตของการวิจัย.....	6
กรอบแนวคิดการวิจัย.....	7
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	7
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	12
หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551.....	12
การจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก.....	19
การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (การเรียนรู้แบบปกติ).....	40
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี.....	45
การคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีตามแนวคิดของบลูม มาบูรณาการร่วมกับทฤษฎี	
การคิดวิเคราะห์ของมาร์ซา โน.....	53
เจตคติต่อวิชาเคมี.....	62
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	66
3 วิธีดำเนินงานวิจัย.....	71
ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย.....	71
รูปแบบการวิจัย.....	72
เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง.....	72

## สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
	การสร้างและการหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย..... 73
	วิธีดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล..... 96
	การวิเคราะห์ข้อมูล..... 97
	สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล..... 98
4	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล..... 102
	สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล..... 102
	การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล..... 102
	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล..... 103
5	สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ..... 108
	สรุปผลการวิจัย..... 109
	อภิปรายผลการวิจัย..... 109
	ข้อเสนอแนะ..... 114
	บรรณานุกรม..... 115
	ภาคผนวก..... 122
	ภาคผนวก ก..... 123
	ภาคผนวก ข..... 128
	ภาคผนวก ค..... 159
	ภาคผนวก ง..... 182
	ภาคผนวก จ..... 207
	ภาคผนวก ฉ..... 229
	ประวัติย่อของผู้วิจัย..... 255

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1	เปรียบเทียบลักษณะของการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกกับการเรียนรู้ที่ผู้เรียนเป็นฝ่ายรับความรู้..... 27
2	จุดประสงค์ บทบาทของผู้สอน และบทบาทของผู้เรียนในแต่ละขั้นของการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก..... 35
3	การเปรียบเทียบของขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกและการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (การเรียนรู้แบบปกติ)..... 43
4	กรอบแนวคิดวิเคราะห์ตามทฤษฎีของบลูมกับมาร์ชาโน..... 56
5	แบบแผนการทดลองแบบ Pre-post test, nonequivalent control group design..... 72
6	การวิเคราะห์สาระการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้ เรื่อง อนุพันธ์ของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน..... 74
7	การวิเคราะห์สาระการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้ เรื่อง อนุพันธ์ของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน..... 80
8	การกำหนดจำนวนแบบทดสอบที่ต้องการให้สอดคล้องระหว่างสาระการเรียนรู้กับจุดประสงค์การเรียนรู้..... 85
9	วิเคราะห์องค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีและจำนวนข้อสอบในแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมี..... 90
10	วิเคราะห์องค์ประกอบของเจตคติและน้ำหนักรูปแบบวัดเจตคติต่อวิชาเคมี..... 93
11	ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง อนุพันธ์ของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ... 103
12	ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก..... 104
13	ผลการเปรียบเทียบการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมี ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ..... 105
14	ผลการเปรียบเทียบการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก..... 106
15	ผลของเจตคติต่อวิชาเคมีหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกกับเกณฑ์ที่กำหนดคือ ระดับดี..... 107



## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
16	ค่าการประเมินระดับความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญ แผนที่ 1 เรื่อง แอลกอฮอล์ และอีเทอร์..... 129
17	ค่าการประเมินระดับความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญ แผนที่ 2 เรื่อง แอลดีไฮด์ และคีโตน..... 131
18	ค่าการประเมินระดับความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญ แผนที่ 3 เรื่อง กรดคาร์บอกซิลิก.... 133
19	ค่าการประเมินระดับความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญ แผนที่ 4 เรื่อง เอสเทอร์..... 135
20	ค่าการประเมินระดับความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญ แผนที่ 5 เรื่อง เอมีนและเอไมด์.... 137
21	ค่าความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง แอลกอฮอล์ และอีเทอร์..... 139
22	ค่าความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง แอลดีไฮด์และคีโตน..... 140
23	ค่าความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง กรดคาร์บอกซิลิก..... 141
24	ค่าความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง เอสเทอร์..... 142
25	ค่าความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง เอมีนและเอไมด์..... 143
26	ค่าการประเมินระดับความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญ แผนที่ 1 เรื่อง แอลกอฮอล์ และอีเทอร์..... 144
27	ค่าการประเมินระดับความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญ แผนที่ 2 เรื่อง แอลดีไฮด์ และคีโตน..... 146
28	ค่าการประเมินระดับความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญ แผนที่ 3 เรื่อง กรดคาร์บอกซิริก.... 148
29	ค่าการประเมินระดับความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญ แผนที่ 4 เรื่อง เอสเทอร์..... 150
30	ค่าการประเมินระดับความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญ แผนที่ 5 เรื่อง เอมีนและเอไมด์.... 152
31	ค่าความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง แอลกอฮอล์ และอีเทอร์..... 154
32	ค่าความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง แอลดีไฮด์และคีโตน..... 155
33	ค่าความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง กรดคาร์บอกซิลิก..... 156
34	ค่าความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง เอสเทอร์..... 157
35	ค่าความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง เอมีนและเอไมด์..... 158
36	ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ของแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้วิชาเคมีเรื่อง อนุพันธ์ของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน.... 160

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
37 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย ( $P$ ) และค่าอำนาจจำแนก ( $B$ ) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้วิชาเคมี เรื่อง อนุพันธ์ของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน.....	162
38 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ของแบบทดสอบการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมี.....	164
39 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย ( $P$ ) และค่าอำนาจจำแนก ( $B$ ) แบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมี.....	165
40 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของข้อความที่แสดงถึงเจตคติต่อวิชาเคมีในด้านต่าง ๆ...	167
41 ค่าอำนาจจำแนก ( $r_{xy}$ ) ของแบบวัดเจตคติต่อวิชาเคมี.....	168
42 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีที่ได้จากการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง.....	170
43 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีที่ได้จากการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม.....	171
44 คะแนนการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีที่ได้จากการทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง.....	172
45 คะแนนการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีที่ได้จากการทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์หลังเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม.....	173
46 คะแนนเจตคติต่อวิชาเคมีที่ได้จากการทำแบบวัดเจตคติต่อวิชาเคมีก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง.....	174
47 ผลการคิดวิเคราะห์หลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก.....	175
48 ผลของเจตคติต่อวิชาเคมี ด้านความคิดเห็นทั่วไปต่อวิชาเคมี หลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก.....	175
49 ผลของเจตคติต่อวิชาเคมี ด้านการเห็นความสำคัญต่อวิชาเคมี หลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก.....	176
50 ผลของเจตคติต่อวิชาเคมี ด้านความสนใจในวิชาเคมี หลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก.....	176

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
51 ผลของเจตคติต่อวิชาเคมี ด้านการนิยมนิยมชอบต่อวิชาเคมี หลังเรียนของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก.....	177
52 ผลของเจตคติต่อวิชาเคมีด้านการแสดงออกหรือการมีส่วนร่วมในกิจกรรมเกี่ยวกับ วิชาเคมีหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ แบบเชิงรุก.....	177
53 การคำนวณหาค่า <i>t-test</i> ของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้โปรแกรม สำเร็จรูป.....	178
54 การคำนวณหาค่า <i>t-test</i> ของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังของกลุ่มทดลองโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป.....	179
55 การคำนวณหาค่า <i>t-test</i> ของแบบวัดการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้โปรแกรม สำเร็จรูป.....	180
56 การคำนวณหาค่า <i>t-test</i> ของแบบวัดการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังของกลุ่มทดลองโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป.....	181

## สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	กรอบแนวคิดการวิจัย.....	7
2	รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก.....	26
3	การจัดการเรียนรู้แบบการสืบเสาะ 5 ขั้น.....	42
4	ขั้นตอนการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก.....	78
5	ขั้นตอนการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ.....	84
6	ขั้นตอนการสร้างและตรวจสอบคุณภาพแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	89
7	ขั้นตอนการสร้างและตรวจสอบคุณภาพแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมี.....	92
8	ขั้นตอนการสร้างแบบวัดเจตคติต่อวิชาเคมี.....	96

## บทที่ 1

### บทนำ

#### ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การจัดการเรียนการสอนวิชาเคมี จัดเป็นกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แขนงหนึ่งที่มีความสำคัญที่ทำให้เกิดการเรียนรู้อย่างแท้จริง ซึ่งจำเป็นต่อการจัดการศึกษาสังคมสมัยใหม่ สังคมแห่งการเรียนรู้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.), 2545, หน้า 2) ที่มีการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ ตลอดจนการมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน ทำให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะการคิด การลงมือปฏิบัติ และประยุกต์ความรู้ไปใช้ในการป้องกันและการแก้ปัญหา โดยยึดถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญ และทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ เกิดการสร้างความรู้ที่มีความหมายแก่ตนเองได้ (ชนาธิป พรกุล, 2544, หน้า 15 อ้างถึงใน วทัญญู วุฒิวรรณ, 2553, หน้า 1) สอดคล้องกับแนวการจัดการศึกษาในพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 มาตรา 22 กำหนดไว้ว่า “การจัดการศึกษาต้องยึดหลักว่า ผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้และถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญสูงสุด” กระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตนเองตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2546, หน้า 6-8)

จากรายงานผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติด้านพื้นฐาน (O-net) ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในวิชาวิทยาศาสตร์ ปีการศึกษา 2553-2555 พบว่า มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 30.90, 27.90 และ 33.09 ตามลำดับ (สำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา, 2556, หน้า 5-7) จะพบว่า มีระดับคะแนนเฉลี่ยที่ต่ำกว่าร้อยละ 50 และจากการที่ได้ไปสังเกตในห้องเรียนและผลการเรียนรายวิชาเคมีซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของวิชาวิทยาศาสตร์ ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ของโรงเรียนพนัสพิทยาคาร ชลบุรี พบว่า ส่วนใหญ่ผู้เรียนจะไม่ค่อยชอบเรียนวิชาเคมี เนื่องจากว่าผู้เรียนคิดว่าเป็นวิชาที่ต้องท่องจำจากเนื้อหาเพียงอย่างเดียว และมีเนื้อหาค่อนข้างมาก มีความซับซ้อน ทำให้เกิดความเข้าใจได้ยาก โดยผู้สอนยังเน้นการบรรยายเนื้อหามากเกินไป ไม่มีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน จึงทำให้บรรยากาศในห้องเรียนไม่สนุกสนาน ผู้เรียนเบื่อหน่ายต่อการเรียนวิชาเคมี ซึ่งสอดคล้องกับ ภพ เลหาไพบุลย์ (2534, หน้า 190 อ้างถึงใน กนกวรรณ สะกิตพันธ์, 2551, หน้า 1) ได้กล่าวไว้ว่า เนื้อหาของวิชาเคมีเป็นเรื่องที่ซับซ้อนเข้าใจได้ยาก ดังนั้นกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ จึงเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อคุณภาพการเรียนการสอนวิชาเคมี ถ้ามีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ดี โดยให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการเรียน การแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง จะช่วยให้ผู้เรียน

เกิดความสนุกสนานในเนื้อหาที่เรียนและยังเกิดการฝึกทักษะกระบวนการคิดวิเคราะห์อย่างมี  
 วิจารณญาณ และเกิดความกระตือรือร้นที่จะเรียนและถ้าหากผู้สอนยังเน้นการบรรยายโดยผู้สอน  
 เป็นศูนย์กลาง ก็จะทำให้ผู้เรียนมีเจตคติที่ไม่ดีต่อวิชาเคมี จึงส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา  
 เคมีอีกด้วย และเกิดการปิดกั้นกระบวนการคิดวิเคราะห์และการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ทำให้  
 ผู้เรียนไม่สามารถจำแนกแยกแยะ และมองเห็นถึงความสัมพันธ์ต่าง ๆ ที่เรียนมาได้ ผลการสัมภาษณ์  
 ผู้สอน พบว่า ปัญหาที่สำคัญของการเรียนการสอนวิชาเคมี ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในเนื้อหา  
 เรื่องอนุพันธ์ของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน คือ การเรียนการสอนส่วนใหญ่ในเรื่องนี้ผู้สอนมักจะ  
 จัดการเรียนการสอนในลักษณะวิธีการบรรยายที่เน้นการจดจำเนื้อหา ซึ่งเนื้อหาในส่วนนี้จะมีเนื้อหา  
 ค่อนข้างมากที่เน้นการคิดวิเคราะห์และการเปรียบเทียบ ทำให้จัดกิจกรรมการเรียนการสอนไม่ทัน  
 และผู้สอนมีบทบาทเป็นผู้นำในการถ่ายทอดเนื้อหามากกว่าให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ คิดวิเคราะห์  
 และการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ทำให้ผู้เรียนเป็นผู้รับข้อมูลเพียงอย่างเดียว ซึ่งไม่เกิดการเสริมสร้าง  
 การเรียนรู้ และเข้าใจอย่างถ่องแท้ให้กับตัวผู้เรียนเอง (วาทัญญู วุฒิวรรณ, 2553 อ้างถึงใน กุลยา  
 ดันติผลาชีวะ, 2543, หน้า 41-53; สมจิต สวชนไพบูลย์, 2546, หน้า 1-2) วิชาเคมี เรื่องอนุพันธ์ของ  
 สารประกอบไฮโดรคาร์บอนมีความสำคัญกับผู้เรียนเป็นอย่างยิ่ง ซึ่งเป็นเนื้อหาส่วนหนึ่งของ  
 เคมีอินทรีย์ ที่ผู้เรียนจะนำไปเป็นพื้นฐานในการเรียนต่อในระดับมหาวิทยาลัยและพบว่าเรื่องนี้มักจะ  
 ออกในข้อสอบการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินั้นพื้นฐาน (O-net) เป็นส่วนมากปัญหาของผู้เรียน  
 ที่พบมักจะเกิดความไม่เข้าใจในเนื้อหาในส่วนของการเขียนโครงสร้าง สมบัติ และการนำไปประยุกต์ใช้  
 นอกจากนี้เนื้อหายังมีความซับซ้อนและยาก จึงทำให้ผู้เรียนมองภาพไม่ชัดเจน เกิดความเข้าใจที่  
 คลาดเคลื่อนไป ซึ่งจะส่งผลต่อความเข้าใจและการเชื่อมโยงในเนื้อหา โดยรวมทั้งหมดประกอบกับ  
 การขาดเทคนิคการสอนที่เหมาะสม ก็จะส่งผลต่อการเรียนรู้และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จากการสังเกต  
 พฤติกรรมของผู้เรียนในห้อง ผู้เรียนบางส่วนเกิดความเบื่อหน่าย ไม่อยากเรียน ขาดแรงจูงใจในการเรียน  
 และจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีพบว่าไม่ค่อยเป็นที่น่าพอใจสำหรับผู้เรียนและผู้สอน ทำให้  
 ผู้เรียนมีเจตคติที่ไม่ดีต่อวิชาเคมีด้วย จากสภาพปัญหาดังกล่าวผู้วิจัยจึงสรุปได้ว่า ผู้เรียนยังขาดความรู้  
 และความเข้าใจในเนื้อหาวิชาเคมี ขาดการคิดวิเคราะห์ และขาดการเชื่อมโยงความรู้ในเนื้อหา จึงทำให้  
 ผู้เรียนต้องเรียนรู้แบบการท่องจำเพียงอย่างเดียว แทนที่จะเกิดการเรียนรู้ตามธรรมชาติของวิทยาศาสตร์  
 จึงส่งผลให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ต่ำ ขาดทักษะการคิดวิเคราะห์ และยังมีเจตคติที่ไม่ดีต่อวิชาเคมี  
 ซึ่งการจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับความสามารถของผู้เรียนจึงเป็นสิ่งที่จำเป็น ซึ่งจะคอยช่วยให้ผู้เรียน  
 มีแรงจูงใจในการเรียน ฝึกให้ผู้เรียนเกิดการคิดวิเคราะห์ ซึ่งสอดคล้องกับพระราชบัญญัติการศึกษา  
 แห่งชาติ พ.ศ. 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 มาตรา 24 ได้กล่าวว่า “การจัดการกระบวนการ  
 เรียนรู้ต้องสอดคล้องกับความสนใจ ความถนัดของผู้เรียนและความแตกต่างระหว่างบุคคลของผู้เรียน

ฝึกทักษะกระบวนการคิด และฝึกให้ผู้เรียนเกิดการคิดเป็นทำเป็น” ตลอดจนการทำให้ผู้เรียนเห็นความสำคัญของวิชาเคมี และเกิดความรู้สึกสนุก สงสัย เกิดความท้าทายกระบวนการคิด และเกิดความกระตือรือร้นที่จะเรียนรู้ ความรู้สึกเหล่านี้จะทำให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการคิด มีความสนใจที่จะค้นคว้าหาความรู้ เพื่อหาคำตอบจากสิ่งที่สงสัย ทำให้ผู้เรียนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียน และส่งผลต่อความรู้ ความเข้าใจในเนื้อหาที่ดีขึ้น จึงทำให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดี จากการทำให้ผู้เรียนเกิดความสนใจในเนื้อหาที่เรียน ได้มีการปฏิบัติ และเรียนรู้ได้อย่างเต็มที่

เพื่อแก้ปัญหาดังกล่าวข้างต้นผู้วิจัยจึงศึกษาแนวคิดของนักวิทยาศาสตร์ศึกษา นักการศึกษา ทฤษฎีการเรียนรู้ จิตวิทยาการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ และหลักการของการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง จะเห็นได้ว่าผู้สอนจะต้องใช้รูปแบบกระบวนการเรียนรู้ และกิจกรรมการเรียนการสอนที่หลากหลาย มีกระบวนการตรวจสอบความรู้เดิมของผู้เรียน มีการส่งเสริมกระบวนการทำงานเป็นกลุ่ม การนำเสนอผลการจัดกิจกรรมหน้าชั้นเรียน การคิดวิเคราะห์และเขียนสื่อความหมาย เพื่อให้ได้การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางการเรียนรู้จริง ๆ และเกิดเจตคติที่ดีต่อวิชาเคมี ซึ่งการจัดการเรียนการสอนดังกล่าว ควรอยู่บนพื้นฐานของการสอน โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก

การจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก (Active learning) เป็นแนวคิดในการจัดการเรียนรู้ที่สามารถสร้างความรู้ ความเข้าใจได้ ซึ่งการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกเป็นการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติ และสร้างความรู้จากสิ่งที่ปฏิบัติในระหว่างการเรียนการสอน โดยเน้นการพัฒนาทักษะ ความสามารถที่ตรงกับพื้นฐานของความรู้เดิม ส่งผลให้ผู้เรียนเกิดการเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิมที่มาจากปฏิบัติ และความต้องการของผู้เรียนเป็นสำคัญ (ทวีวัฒน์ วัฒนกุลเจริญ, 2551, หน้า 102-110) ซึ่งแนวคิดการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่สามารถกระตุ้น หรือเร้าให้ผู้เรียนมีความรู้สึกอยากที่จะเรียน เพราะผู้สอนเปิดโอกาสให้ผู้เรียนดำเนินกิจกรรมที่นำไปสู่การเรียนการสอนที่ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง ทำให้ผู้เรียนเห็นประโยชน์จากการเรียน สถาบันการศึกษาหลายแห่งได้เลือกการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก เพื่อนำมาพัฒนาแก้ไขปัญหาเรื่องความน่าเบื่อของชั้นเรียนแบบเดิม (ณัฐพงษ์ สกกุลเลี้ยว, 2553, หน้า 1) ปัจจุบันได้มีผู้สนใจในการนำการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกมาวิจัยอย่างต่อเนื่อง ซึ่งผลของการวิจัยสอดคล้องกันกับการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าการจัดการเรียนรู้แบบเดิม มีเจตคติที่ดีต่อวิชาเคมี (พรรณีภา กิจเอก, 2550, หน้า 81) และการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกยังสามารถทำให้เกิดการคิดวิเคราะห์ทางเคมีที่สูงขึ้นได้จากการที่ให้ผู้เรียนได้เกิดการลงมือปฏิบัติทำกิจกรรมต่าง ๆ ได้อย่างอิสระ เพื่อค้นหาคำตอบด้วยตนเอง ซึ่งทำให้เกิดกระบวนการคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหาขึ้น

การจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก มีพื้นฐานมาจากแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivist) (Silberman, 1996, p. 11 อ้างถึงใน วทัญญู วุฒิวรรณ, 2553, หน้า 2) มีหลักการ คือ กิจกรรมการเรียนการสอนต้องเปิดโอกาสให้ผู้เรียน ได้ลงมือปฏิบัติทำด้วยตนเอง เพื่อค้นหาคำตอบจากสิ่งที่ผู้เรียนอยากรู้ อยากลอง และเกิดข้อสงสัย ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ การแก้ปัญหา เกิดความสนใจในวิทยาศาสตร์ ปฏิสัมพันธ์ภายในชั้นเรียน และความคงทนในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ อีกทั้งมีคนสนใจนำการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกมาศึกษาวิจัยอย่างต่อเนื่อง ซึ่งผลวิจัยการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกส่งเสริมให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ที่ดีขึ้น (ศิริพร มโนพิเชษฐวัฒนา, 2547, หน้า 108-110) นอกจากนี้ การจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกยังช่วยให้ผู้เรียนเกิดเจตคติที่ดีต่อการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ การเรียนรู้จากการลงมือกระทำจะทำให้ผู้เรียนเกิดความภาคภูมิใจ มีความสนุกสนาน เกิดปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับผู้สอน และระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียน ทำให้บทเรียนมีความน่าสนใจยิ่งขึ้น มีเจตคติที่ดีต่อผู้สอนวิทยาศาสตร์ และวิชาวิทยาศาสตร์ (พรรณิกา กิจเอก, 2550, หน้า 1 อ้างถึงใน มนัส บุญประกอบ, 2544, หน้า 7-13) ซึ่งการใช้เทคนิคการเรียนรู้แบบเชิงรุกในการจัดการเรียนรู้ จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในเนื้อหาสาระที่เรียนได้ง่าย เร็วขึ้น จดจำได้นาน และยังช่วยให้ผู้เรียน เกิดความกระตือรือร้นในการเรียน เนื่องจากผู้เรียนต้องใช้ทักษะทั้ง 4 ทักษะ คือ การพูด การอ่าน การเขียน และการคิด จึงจะสามารถเขียนสิ่งที่เรียนรู้ออกมาได้ เป็นการช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ อย่างมีความหมายกับตัวผู้เรียนเอง

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกของ ศิริพร มโนพิเชษฐวัฒนา (2547) วันเพ็ญ คำเทศ (2549) พรรณิกา กิจเอก (2550) ยวดี ใจเดี่ยว (2553) วทัญญู วุฒิวรรณ (2553) ศราวุฒิ ชันคำหมื่น (2553) Rivard and Straw (2000) Wilke (2003) Akinoglu and Tandogan (2006) Orhan and Ruhan (2007) และ Sokolove and Blunck (2008) พบว่า การจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก ส่งผลให้ผู้เรียนมีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าผู้เรียนกลุ่มควบคุม มีเจตคติที่ดีขึ้น และสามารถ ทำให้ผู้เรียนเกิดการคิดวิเคราะห์ที่สูงขึ้นด้วย ซึ่งเป็นคุณลักษณะที่พึงประสงค์

จากสภาพการดังกล่าวผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะนำการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก มาใช้ ในการเรียนการสอนวิชาเคมีเพื่อที่จะศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีและ เจตคติต่อวิชาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนพนัสพิทยาคาร จังหวัดชลบุรี เพื่อส่งเสริม และพัฒนาคุณภาพของผู้เรียนให้ผู้เรียนได้มีความรู้และความเข้าใจถึงเนื้อหาของเคมีอินทรีย์ได้ เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (การเรียนรู้แบบปกติ) ซึ่งการทำให้ผู้เรียน มีความกระตือรือร้นในการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้นและการใช้ กระบวนการคิดในการเชื่อมโยงความรู้จากเนื้อหาบทเรียน แล้วสรุปประเด็นสำคัญด้วยตนเองจาก สิ่งที่ลงมือปฏิบัติ ทำให้มีเจตคติที่ดีต่อการเรียนอีกด้วยซึ่งเป็นสิ่งสำคัญที่ต้องให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วม



ในการทำกิจกรรมการเรียนการสอน ตามวัตถุประสงค์ของพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 และหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

### วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก
3. เพื่อเปรียบเทียบการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ
4. เพื่อเปรียบเทียบการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก
5. เพื่อศึกษาเจตคติต่อวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก

### สมมติฐานการวิจัย

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง อนุพันธ์ของสารประกอบไฮโดรคาร์บอนของนักเรียน หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก สูงกว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง อนุพันธ์ของสารประกอบไฮโดรคาร์บอนของนักเรียน หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก สูงกว่าก่อนเรียน
3. การคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีของนักเรียน หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก สูงกว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ
4. การคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีของนักเรียน หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก สูงกว่าก่อนเรียน

### ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. แผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้การจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก วิชาเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง อนุพันธ์ของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน จะช่วยให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี และมีเจตคติต่อวิชาเคมีที่สูงขึ้น

2. เป็นแนวทางสำหรับผู้สอนในการพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกกับวิชาในกลุ่มวิทยาศาสตร์
3. ผู้เรียนสามารถเกิดการคิดวิเคราะห์ และมองเห็นการเชื่อมโยงของเนื้อหาวิชาเคมี เรื่อง อนุพันธ์ของสารประกอบไฮโดรคาร์บอนได้อย่างเป็นระบบ
4. ผู้เรียนที่เรียนวิชาเคมี เรื่อง อนุพันธ์ของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกมีความพึงพอใจและมีความสุขต่อการเรียน

### ขอบเขตของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตการวิจัยไว้ดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
  - 1.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนพนัสพิทยาคาร จังหวัดชลบุรี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 6 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 243 คน
  - 1.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนพนัสพิทยาคาร จังหวัดชลบุรี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 2 ห้องเรียน โดยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) ห้องที่ 1 จำนวนนักเรียน 42 คน เป็นกลุ่มทดลอง ห้องที่ 2 จำนวนนักเรียน 45 คน เป็นกลุ่มควบคุม ซึ่งทั้ง 2 ห้อง เป็นเด็กห้องปกติที่มีความเท่าเทียมและคล้ายคลึงกัน โดยประกอบไปด้วยนักเรียนที่มีระดับสติปัญญาสูง ปานกลาง และต่ำ
2. ตัวแปรที่ศึกษา
  - 2.1 ตัวแปรอิสระ คือ การจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก และการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ
  - 2.2 ตัวแปรตาม คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี การคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีและเจตคติต่อวิชาเคมี
3. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ วิชาเคมี เรื่อง อนุพันธ์ของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 โดยประกอบด้วยเนื้อหาย่อย ต่อไปนี้
  - 3.1 สารประกอบอินทรีย์ที่มีธาตุออกซิเจนเป็นองค์ประกอบ
    - 3.1.1 แอลกอฮอล์ และอีเทอร์
    - 3.1.2 แอลดีไฮด์ และคีโตน
    - 3.1.3 กรดคาร์บอกซิลิก
    - 3.1.4 เอสเทอร์

### 3.2 สารประกอบอินทรีย์ที่มีธาตุไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ

#### 3.2.1 เอมีน

### 3.3 สารประกอบอินทรีย์ที่มีธาตุไนโตรเจนกับออกซิเจนเป็นองค์ประกอบ

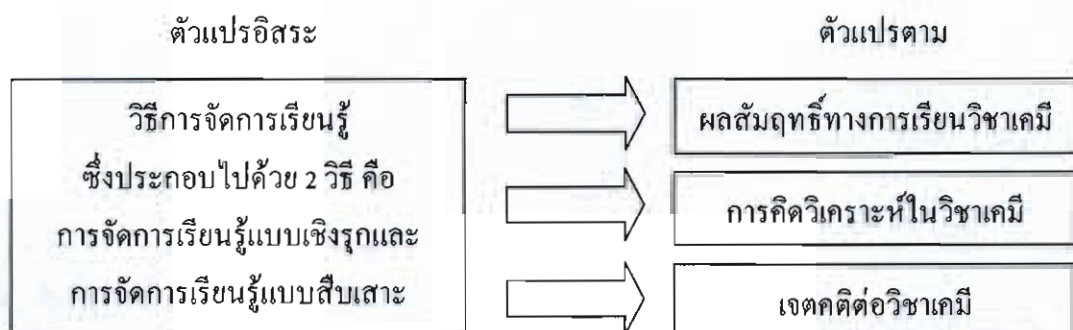
#### 3.3.1 เอไมด์

## 4. ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ดำเนินการในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 ใช้เวลาในการทดลอง 14 ชั่วโมง โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการวิจัยเอง

### กรอบแนวคิดการวิจัย

ในการศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก วิชาเคมี เรื่อง อนุพันธ์ของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งประกอบด้วยแนวทางการแก้ปัญหา ผลที่เกิดขึ้นของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี การคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมี และเจตคติต่อวิชาเคมี สามารถนำเสนอกรอบแนวคิดการวิจัย ดังนี้



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

### นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก ตามแนวปรัชญาการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง หมายถึง การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยผู้เรียนจะต้องมีส่วนร่วมต่อการเรียนอย่างกระตือรือร้น ในการคิดสิ่งที่ตนกำลังกระทำกับข้อมูลหรือการลงมือปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ ทำให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง คิด และตัดสินใจเกี่ยวกับการพูด การอ่าน การเขียน การสะท้อนแนวความคิด และความรู้ที่ได้จากการมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนและผู้สอน พัฒนาความเข้าใจโมทัศน์ที่ถูกต้อง เกิดความคงทน และเชื่อมโยงความรู้ได้ดี มีเจตคติต่อการเรียน โดยผู้สอนสร้างสถานการณ์กระตุ้น

ที่แนะ รับฟังความคิดเห็นและอำนวยความสะดวก ซึ่งได้นำแนวการสร้างมาจากทฤษฎี วุฒิวรรณ (2553, หน้า 39-41) และพรรณิกา กิจเอก (2550, หน้า 27-28) โดยมีขั้นตอนการดำเนินกิจกรรม ดังนี้

1.1 ขั้นการนำเข้าสู่บทเรียน: เป็นขั้นที่ผู้สอนทำการกระตุ้นและเร้าความสนใจ ด้วยการทบทวนความรู้เดิมสำหรับการสร้างความรู้ใหม่ โดยใช้ข้อคำถาม หรือการยกตัวอย่างของสถานการณ์ หรือใช้สื่อ เทคนิคต่าง ๆ นำมาสร้างเพื่อให้เกิดความสงสัยและสนใจแก่ผู้เรียน แข็งวัตถุประสงค์การเรียนรู้ และสร้างแรงจูงใจกับผู้เรียน

1.2 ขั้นการวางแผนและการนำเสนอแผนการค้นคว้า: เป็นขั้นที่ผู้เรียนได้ร่วมกันวางแผนการทำกิจกรรมต่าง ๆ จากสิ่งที่ได้รับมอบหมาย ซึ่งจะเกิดการวางแผนอย่างอิสระ เพื่อที่จะไปศึกษาค้นคว้าหาคำตอบด้วยตนเองต่อไป และผู้สอนจะคอยให้คำแนะนำอย่างใกล้ชิด

1.3 ขั้นการลงมือศึกษาค้นคว้าโดยผู้เรียน: เป็นขั้นที่ผู้เรียนลงมือปฏิบัติในการศึกษาค้นคว้าหาคำตอบด้วยตนเอง รวมถึงทำให้เกิดกระบวนการคิด การมีปฏิสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน ในการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและร่วมกันรับผิดชอบงานที่ได้รับมอบหมาย ซึ่งผู้เรียนจะเกิดการเรียนรู้จากการร่วมมือ การระดมสมอง โดยผู้สอนจะจัดเตรียมสื่อ อุปกรณ์ กิจกรรมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ และคอยให้คำปรึกษาและอำนวยความสะดวก

1.4 ขั้นการอภิปรายและลงข้อสรุป: เป็นขั้นที่ผู้เรียนจะเกิดการแลกเปลี่ยนและปรับโครงสร้างทางความรู้และสรุปความคิดรวบยอดจากสิ่งที่ได้จากการศึกษาค้นคว้า โดยการอภิปรายในกลุ่ม และผู้สอนทำการประเมินผลจากการร่วมกันอภิปราย

1.5 ขั้นการนำเสนอผลงาน: เป็นขั้นที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนสะท้อนความคิดที่ได้รับที่เกิดจากการทำกิจกรรม เพื่อใช้ในการสร้างองค์ความรู้ใหม่ และร่วมกันอภิปรายข้อความรู้และยกตัวอย่างเพิ่มเติมในชั้นเรียน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการปรับความคิดให้ถูกต้องและชัดเจนยิ่งขึ้น

1.6 ขั้นการนำไปประยุกต์ใช้: เป็นขั้นที่ผู้สอนกระตุ้นโดยการนำเสนอสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน เพื่อให้เกิดความสงสัย ความอยากรู้อยากเห็น เพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะและการนำความรู้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ ๆ อาจเป็นรายบุคคลหรือเป็นกลุ่ม โดยผู้สอนทำการประเมินจากการตอบคำถามของผู้เรียน ซึ่งผู้เรียนจะนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้และเกิดการแลกเปลี่ยนความรู้ทักษะ และแนวคิดจากการพูด การเขียน

2. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (การเรียนรู้แบบปกติ) หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาเคมี ตามแนวของกลุ่มมือครูวิชาเคมี ซึ่งจัดทำขึ้น โดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) มีขั้นตอนการจัดกิจกรรมดังนี้

2.1 ขั้นการสร้างความสนใจ: เป็นขั้นที่ผู้สอนทำการทบทวนความรู้เดิมของผู้เรียน เพื่อเป็นตัวกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ และสร้างแรงจูงใจกับผู้เรียนจากการกำหนดประเด็นที่จะศึกษา

2.2 ขั้นการสำรวจและค้นหา: เป็นขั้นที่ผู้เรียนทำความเข้าใจในประเด็นหรือคำถามที่สนใจจะศึกษาแล้ว และให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติตาม เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลของผู้เรียนจากสิ่งที่ผู้สอนได้ให้แนวทางในการศึกษาหาความรู้จากเอกสาร หรือแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลอย่างเพียงพอ

2.3 ขั้นการอภิปรายและลงข้อสรุป: เป็นขั้นที่ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันอภิปรายและสรุปข้อมูลจากสิ่งที่ศึกษา

2.4 ขั้นการขยายความรู้: เป็นขั้นที่ผู้สอนตั้งข้อคำถาม เพื่อให้ผู้เรียนนำความรู้เดิมมาเชื่อมโยงกับความรู้ใหม่

2.5 ขั้นการประเมิน: เป็นขั้นที่ผู้สอนจะประเมินความรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่าผู้เรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด และสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่น ๆ ต่อไป

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี หมายถึง ความรู้ความสามารถของผู้เรียนแต่ละบุคคล ในการเรียนเรื่อง อนุพันธ์ของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน โดยวัดความสามารถทั้ง 6 ด้าน คือ

3.1 ด้านความรู้-ความจำ หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงสิ่งต่าง ๆ ที่เรียนมาแล้ว ซึ่งเกี่ยวข้องกับเรื่องอนุพันธ์ของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน

3.2 ด้านความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการอธิบาย การจำแนก การขยายความ และการแปลความจากความรู้ โดยอาศัยข้อเท็จจริง ข้อตกลง หลักการ แนวคิดหรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ ที่เกี่ยวกับเรื่องอนุพันธ์ของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน

3.3 ด้านการนำไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้ที่เกี่ยวกับเรื่องอนุพันธ์ของสารประกอบไฮโดรคาร์บอนนำไปใช้ในชีวิตประจำวันและการนำไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ๆ ที่นอกเหนือจากสิ่งที่เรียนมาแล้ว

3.4 ด้านการวิเคราะห์ หมายถึง ความสามารถในการจำแนกเรื่องราว ข้อเท็จจริงหรือเหตุการณ์ เรื่อง อนุพันธ์ของสารประกอบไฮโดรคาร์บอนออกเป็นส่วนย่อย ๆ ออกมาได้และสามารถบอกได้ว่าส่วนย่อย ๆ นั้น แต่ละส่วนมีความสำคัญอย่างไร ส่วนใดสำคัญที่สุด แต่ละส่วนมีความสัมพันธ์กันอย่างไร

3.5 ด้านการสังเคราะห์ หมายถึง การวัดความสามารถในการรวบรวม ผสมผสาน สิ่งต่าง ๆ เช่น ข้อเท็จจริง รายละเอียด ความคิดที่เกี่ยวข้องกับ เรื่อง อนุพันธ์ของสารประกอบ ไฮโดรคาร์บอน เพื่อนำมาสร้างใหม่หรือทำขึ้นมาให้เป็นสิ่งใหม่ หรือเพื่อหาข้อสรุปเป็นข้อยุติ

3.6 ด้านการประเมินค่า หมายถึง ความสามารถในการวินิจฉัย ตีค่าของ เรื่อง อนุพันธ์ ของสารประกอบไฮโดรคาร์บอนได้อย่างมีหลักเกณฑ์ และเป็นที่ยอมรับโดยทั่วไป

4. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี หมายถึง ข้อคำถามที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เพื่อใช้วัดพฤติกรรมการเรียนรู้ทั้ง 6 ด้าน คือ ความรู้-ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า ซึ่งเป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ วัดก่อนเรียนและ หลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

5. การคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมี (Chemistry analytical thinking) หมายถึง ความสามารถในการจำแนก แจกแจงหรือจัดหมวดหมู่องค์ประกอบต่าง ๆ ของสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือเรื่องใดเรื่องหนึ่ง และหาความสัมพันธ์เชิงเหตุผลระหว่างองค์ประกอบเหล่านั้น เพื่อค้นหาสาเหตุที่แท้จริงของสิ่งที่เกิดขึ้น โดยอาศัยข้อมูล ข้อเท็จจริง ความรู้ มาเป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์ จนสามารถสรุปหรือ พิจารณาตัดสินและอาจบอกได้ว่ามีแนวโน้มไปในทางใด โดยนำแนวการสร้างมาจาก วิชาณีย จิรชรัภักดี (2554) ที่นำหลักการของบลูมมาบูรณาการร่วมกับทฤษฎีการคิดวิเคราะห์ของมาร์ซาโน ครอบคลุมทั้ง 5 ด้าน คือ

5.1 ด้านการจำแนก หมายถึง ความสามารถในการแยกแยะส่วนย่อยต่าง ๆ และเหตุการณ์ ที่เหมือนกันและแตกต่างกัน แยกออกเป็นแต่ละส่วนอย่างมีหลักเกณฑ์ เพื่อทำให้เกิดความเข้าใจ ได้ง่าย ซึ่งผู้เรียนสามารถระบุตัวอย่าง และลักษณะสิ่งที่เหมือนกันและแตกต่างกันได้

5.2 ด้านการจัดหมวดหมู่ หมายถึง ความสามารถในการจัดประเภท ลำดับ กลุ่มของ สิ่งต่าง ๆ ที่มีลักษณะเดียวกันเข้าด้วยกันได้ จากลักษณะ โครงสร้างหรือคุณสมบัติที่เป็นประเภท เดียวกัน

5.3 ด้านการเชื่อมโยง หมายถึง ความสามารถในการเชื่อมโยงของข้อมูลต่าง ๆ ได้ว่า มีความสัมพันธ์กันอย่างไร

5.4 ด้านการสรุป หมายถึง ความสามารถในการจับประเด็นและสรุปผลได้จากสิ่งที่ กำหนดให้

5.5 ด้านการประยุกต์ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้หรือหลักการที่ได้จาก การเรียนรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ สามารถคาดการณ์ และพยากรณ์สิ่งที่เกิดขึ้นในอนาคตได้

6. แบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมี หมายถึง ข้อคำถามที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเอง โดยนำแนวการสร้างมาจาก วิชาณีย จิรชรัภักดี (2554) ที่นำหลักการของบลูมมาบูรณาการร่วมกับ

ทฤษฎีการคิดวิเคราะห์ของมาร์ซาโน เพื่อใช้วัดพฤติกรรมการเรียนรู้ทั้ง 5 ด้าน คือ การจำแนก การจัดหมวดหมู่ การเชื่อมโยง การสรุป และการประยุกต์ ซึ่งเป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ วัดก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

7. เจตคติต่อวิชาเคมี หมายถึง ความรู้สึกหรือความคิดเห็นที่ผู้เรียนมีต่อการจัดการเรียนรู้ ในด้านของความพึงพอใจ รวมถึงความตระหนักในคุณค่าของวิชาเคมีซึ่งครอบคลุมถึง ความคิดเห็นทั่วไปต่อวิชาเคมี การเห็นความสำคัญของวิชาเคมี ความสนใจในวิชาเคมี ความนิยมชมชอบต่อวิชาเคมี การแสดงออกหรือมีส่วนร่วมในกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับวิชาเคมี

8. แบบวัดเจตคติต่อวิชาเคมี หมายถึง ข้อคำถามที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เพื่อใช้วัดความรู้สึกของผู้เรียนตามข้อคำถามที่ได้สัมผัส ให้แสดงความรู้สึกออกมาอย่างตรงไปตรงมา ซึ่งเป็นแบบมาตราประมาณค่า 5 ระดับ ประกอบไปด้วยคำถามเชิงนิมิตาน 15 ข้อ และ นิเสธ 5 ข้อ ทั้งหมดจำนวน 20 ข้อ วัดหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

9. เกณฑ์ที่กำหนดทางด้านเจตคติต่อวิชาเคมี หมายถึง ระดับความรู้สึกของนักเรียนต่อวิชาเคมี ในด้านความพึงพอใจหรือไม่พึงพอใจ รวมทั้งความตระหนักในคุณค่าของวิชาเคมี ซึ่งครอบคลุม ความคิดเห็นทั่วไปต่อวิชาเคมี การเห็นความสำคัญของวิชาเคมี ความสนใจในวิชาเคมี ความนิยมชมชอบต่อวิชาเคมี การแสดงออกหรือมีส่วนร่วมกิจกรรมเกี่ยวกับวิชาเคมี ซึ่งต้องมีเจตคติต่อวิชาเคมีหลังเรียนอยู่ในระดับดีโดยนำหลักเกณฑ์ของ บุญชม ศรีสะอาด (2546, หน้า 101) ช่วงคะแนน 3.50-4.49 แสดงว่านักเรียนมีเจตคติต่อวิชาเคมีระดับดี

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัย เรื่อง การศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก วิชาเคมี เรื่อง อนุพันธ์ของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551
2. การจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก
3. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (การเรียนรู้แบบปกติ)
4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี
5. การคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีตามแนวคิดของบลูม มานูรณาการร่วมกับทฤษฎี

การคิดวิเคราะห์ของมาร์ซาโน

6. เจตคติต่อวิชาเคมี
7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 จัดทำขึ้นเพื่อให้เขตพื้นที่การศึกษา หน่วยงานระดับท้องถิ่นและสถานศึกษาทุกสังกัดที่จัดการศึกษาขั้นพื้นฐาน ได้นำไปใช้เป็นกรอบและทิศทางในการพัฒนาหลักสูตร และการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาเด็กและเยาวชนไทยทุกคนในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานให้มีคุณภาพ ด้านความรู้ และทักษะที่จำเป็นสำหรับใช้เครื่องมือในการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลง และแสวงหาความรู้เพื่อพัฒนาตนเองอย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, หน้า 1-46)

#### วิสัยทัศน์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนทุกคนซึ่งเป็นกำลังของชาติให้เป็นมนุษย์ที่มีความสมดุลทั้งด้านร่างกาย ความรู้ คุณธรรม มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทย และเป็นพลโลก ยึดมั่นในการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข มีความรู้และทักษะพื้นฐาน รวมทั้งเจตคติที่จำเป็นต่อการศึกษต่อการศึกษาต่ออาชีพและการศึกษาตลอดชีวิต โดยมุ่งเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญบนพื้นฐานความเชื่อว่าทุกคนสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้เต็มตามศักยภาพ



## หลักการ

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มีหลักการที่สำคัญ ดังนี้

1. เป็นหลักสูตรการศึกษาเพื่อความเป็นเอกภาพของชาติ มีจุดหมายและมาตรฐานการเรียนรู้เป็นเป้าหมายสำหรับพัฒนาเด็กและเยาวชนให้มีความรู้ ทักษะ เจตคติ และคุณธรรมบนพื้นฐานของความเป็นไทยควบคู่กับความเป็นสากล
2. เป็นหลักสูตรการศึกษาเพื่อปวงชน ที่ประชาชนทุกคนมีโอกาสได้รับการศึกษาอย่างเสมอภาค และมีคุณภาพ
3. เป็นหลักสูตรการศึกษาที่สนองการกระจายอำนาจ ให้สังคมมีส่วนร่วมในการจัดการศึกษาให้สอดคล้องกับสภาพและความต้องการของท้องถิ่น
4. เป็นหลักสูตรการศึกษาที่มีโครงสร้างยืดหยุ่นทั้งด้านสาระการเรียนรู้ เวลาและการจัดการเรียนรู้
5. เป็นหลักสูตรการศึกษาที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ
6. เป็นหลักสูตรการศึกษาสำหรับการศึกษาในระบบ นอกกระบบและตามอัธยาศัย ครอบคลุมทุกกลุ่มเป้าหมาย สามารถเทียบโอนผลการเรียนรู้ และประสบการณ์

## จุดหมาย

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้เป็นคนดี มีปัญญา มีความสุข มีศักยภาพในการศึกษาต่อและประกอบอาชีพ จึงกำหนดเป็นจุดหมายเพื่อให้เกิดกับผู้เรียน เมื่อจบการศึกษาขั้นพื้นฐาน ดังนี้

1. มีคุณธรรมจริยธรรมและค่านิยมที่พึงประสงค์ เห็นคุณค่าของตนเอง มีวินัยและปฏิบัติตนตามหลักธรรมของพระพุทธศาสนาหรือศาสนาที่ตนนับถือ ยึดหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง
2. มีความรู้ ความสามารถในการสื่อสาร การคิด การแก้ปัญหา การใช้เทคโนโลยีและมีทักษะชีวิต
3. มีสุขภาพกายและสุขภาพจิตที่ดี มีสุขนิสัยและรักการออกกำลังกาย
4. มีความรักชาติ มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยและพลโลก ยึดมั่นในวิถีชีวิตและการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข
5. มีจิตสำนึกในการอนุรักษ์วัฒนธรรมและภูมิปัญญาไทย การอนุรักษ์และพัฒนาสิ่งแวดล้อม มีจิตสาธารณะที่มุ่งทำประโยชน์และสร้างสิ่งที่ดีงามในสังคมและอยู่ร่วมกันในสังคมอย่างมีความสุข

### สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน และคุณลักษณะอันพึงประสงค์

ในการพัฒนาผู้เรียนตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งเน้นพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณภาพตามมาตรฐานที่กำหนด ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะสำคัญและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ดังนี้

#### สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะสำคัญ 5 ประการ ดังนี้

1. ความสามารถในการสื่อสาร เป็นความสามารถในการรับและส่งสาร มีวัฒนธรรมในการใช้ภาษาถ่ายทอดความคิด ความรู้ ความเข้าใจ ความรู้สึก และทัศนะของตนเองเพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารและประสบการณ์อันจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาตนเองและสังคม รวมทั้งการเจรจาต่อรองเพื่อขจัดและลดปัญหาความขัดแย้งต่างๆ การเลือกรับหรือไม่รับข้อมูลข่าวสารด้วยหลักเหตุผลและความถูกต้อง ตลอดจนการเลือกใช้วิธีการสื่อสาร ที่มีประสิทธิภาพโดยคำนึงถึงผลกระทบที่มีต่อตนเองและสังคม
2. ความสามารถในการคิด เป็นความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ การคิดอย่างสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดเป็นระบบ เพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้หรือสารสนเทศเพื่อการตัดสินใจเกี่ยวกับตนเองและสังคมได้อย่างเหมาะสม
3. ความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาและอุปสรรคต่าง ๆ ที่เผชิญได้อย่างถูกต้องเหมาะสมบนพื้นฐานของหลักเหตุผล คุณธรรมและข้อมูลสารสนเทศ เข้าใจความสัมพันธ์และการเปลี่ยนแปลงของเหตุการณ์ต่าง ๆ ในสังคม แสวงหาความรู้ ประยุกต์ความรู้มาใช้ในการป้องกันและแก้ไขปัญหาและมีการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพโดยคำนึงถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อตนเอง สังคมและสิ่งแวดล้อม
4. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต เป็นความสามารถในการนำกระบวนการต่าง ๆ ไปใช้ในการดำเนินชีวิตประจำวัน การเรียนรู้ด้วยตนเอง การเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง การทำงานและการอยู่ร่วมกันในสังคมด้วยการสร้างเสริมความสัมพันธ์อันดีระหว่างบุคคล การจัดการปัญหาและความขัดแย้งต่าง ๆ อย่างเหมาะสม การปรับตัวให้ทันกับการเปลี่ยนแปลงของสังคมและสภาพแวดล้อม และการรู้จักหลีกเลี่ยงพฤติกรรมไม่พึงประสงค์ที่ส่งผลกระทบต่อตนเองและผู้อื่น
5. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี เป็นความสามารถในการเลือก และใช้เทคโนโลยีด้านต่าง ๆ และมีทักษะกระบวนการทางเทคโนโลยี เพื่อการพัฒนาตนเองและสังคมในด้านการเรียนรู้ การสื่อสาร การทำงาน การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ถูกต้อง เหมาะสม และมีคุณธรรม

### คุณลักษณะอันพึงประสงค์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ เพื่อให้สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นในสังคมได้อย่างมีความสุข ในฐานะเป็นพลเมืองไทยและพลโลก ดังนี้

1. รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์
2. ซื่อสัตย์สุจริต
3. มีวินัย
4. ใฝ่เรียนรู้
5. อยู่อย่างพอเพียง
6. มุ่งมั่นในการทำงาน
7. รักความเป็นไทย
8. มีจิตสาธารณะ

นอกจากนี้ สถานศึกษาสามารถกำหนดคุณลักษณะอันพึงประสงค์เพิ่มเติมให้สอดคล้องตามบริบทและจุดเน้นของตนเอง

### มาตรฐานการเรียนรู้

การพัฒนาผู้เรียนให้เกิดความสมดุล ต้องคำนึงถึงหลักพัฒนาการทางสมองและพหุปัญญา หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน จึงกำหนดให้ผู้เรียนเรียนรู้ 8 กลุ่มสาระการเรียนรู้ ดังนี้

1. ภาษาไทย
2. คณิตศาสตร์
3. วิทยาศาสตร์
4. สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม
5. สุขศึกษาและพลศึกษา
6. ศิลปะ
7. การงานอาชีพและเทคโนโลยี
8. ภาษาต่างประเทศ

### ตัวชี้วัด

ตัวชี้วัดระบุสิ่งที่นักเรียนพึงรู้และปฏิบัติได้ รวมทั้งคุณลักษณะของผู้เรียนในแต่ละระดับชั้น ซึ่งสะท้อนถึงมาตรฐานการเรียนรู้ มีความเฉพาะเจาะจงและมีความเป็นรูปธรรม นำไปใช้ในการกำหนดเนื้อหา จัดทำหน่วยการเรียนรู้ จัดการเรียนการสอน และเป็นเกณฑ์สำคัญสำหรับการวัดประเมินผล เพื่อตรวจสอบคุณภาพผู้เรียน

1. ตัวชี้วัดชั้นปีเป็นเป้าหมายในการพัฒนาผู้เรียนแต่ละชั้นปีในระดับการศึกษาภาคบังคับ (ประถมศึกษาปีที่ 1-มัธยมศึกษาปีที่ 3)
2. ตัวชี้วัดช่วงชั้นเป็นเป้าหมายในการพัฒนาผู้เรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย (มัธยมศึกษาปีที่ 4-6)

### กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้ และการแก้ปัญหาที่หลากหลายให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลาย เหมาะสมกับระดับชั้น โดยได้กำหนดสาระสำคัญไว้ดังนี้

สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

สาระที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร

สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่

สาระที่ 5 พลังงาน

สาระที่ 6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

สาระที่ 7 ดาราศาสตร์และอวกาศ

สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี

### มาตรฐานการเรียนรู้การศึกษาระดับพื้นฐานสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

มาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เป็นข้อกำหนดคุณภาพของผู้เรียนด้านความรู้ความคิดทักษะกระบวนการเรียนรู้คุณธรรมจริยธรรมและค่านิยมซึ่งเป็นจุดมุ่งหมายที่จะพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ประกอบด้วยมาตรฐานการเรียนรู้การศึกษาระดับพื้นฐานสำหรับนักเรียนทุกคนเมื่อจบการศึกษาระดับพื้นฐานและมาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นสำหรับนักเรียนทุกคนเมื่อจบการศึกษาในแต่ละช่วงชั้น มาตรฐานการเรียนรู้การศึกษาระดับพื้นฐานของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มีดังนี้

สาระที่ 1: สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

มาตรฐาน ว 1.1: เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเองและดูแลสิ่งมีชีวิต

มาตรฐาน ว 1.2: เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ การใช้เทคโนโลยีชีวภาพที่มีผลกระทบต่อมนุษย์ และสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 2: ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน ว 2.1: เข้าใจสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมกับสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 2.2: เข้าใจความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติ การใช้ทรัพยากรธรรมชาติในระดับท้องถิ่น ประเทศ และ โลก นำความรู้ไปใช้ในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นอย่างยั่งยืน

สาระที่ 3: สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว 3.1: เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ นำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 3.2: เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลายการเกิดปฏิกิริยา มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 4: แรงและการเคลื่อนที่

มาตรฐาน ว 4.1: เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง และแรงนิวเคลียร์ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้องและมีคุณธรรม

มาตรฐาน ว 4.2: เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุในธรรมชาติ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 5: พลังงาน

มาตรฐาน ว 5.1: เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

### สาระที่ 6: กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

มาตรฐาน ว 6.1: เข้าใจกระบวนการต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นบนผิวโลกและภายในโลก ความสัมพันธ์ของกระบวนการต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ภูมิประเทศ และสัณฐานของโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

### สาระที่ 7: ดาราศาสตร์และอวกาศ

มาตรฐาน ว 7.1: เข้าใจวิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซีและเอกภพ การปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะและผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ การสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 7.2: เข้าใจความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศที่นำมาใช้ในการสำรวจอวกาศ และทรัพยากรธรรมชาติด้านการเกษตรและการสื่อสาร มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างมีคุณธรรมต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม

### สาระที่ 8: ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1: ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายได้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น ๆ เข้าใจว่า วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

### การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียนต้องอยู่บนหลักการพื้นฐานสองประการคือการประเมินเพื่อพัฒนาผู้เรียนและเพื่อตัดสินผลการเรียน ในการพัฒนาคุณภาพการเรียนรู้ของผู้เรียนให้ประสบผลสำเร็จนั้น ผู้เรียนจะต้องได้รับการพัฒนาและประเมินตามตัวชี้วัดเพื่อให้บรรลุตามมาตรฐานการเรียนรู้ สะท้อนสมรรถนะสำคัญ และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของผู้เรียนซึ่งเป็นเป้าหมายหลักในการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ในทุกระดับไม่ว่าจะเป็นระดับชั้นเรียน ระดับสถานศึกษาระดับเขตพื้นที่การศึกษา และระดับชาติ การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ เป็นกระบวนการพัฒนาคุณภาพผู้เรียน โดยใช้ผลการประเมินเป็นข้อมูลและสารสนเทศที่แสดงพัฒนาการ ความก้าวหน้าและความสำเร็จทางการเรียนของผู้เรียน ตลอดจนข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อการส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาและเรียนรู้อย่างเต็มตามศักยภาพ

### สื่อการเรียนรู้

สื่อการเรียนรู้เป็นเครื่องมือส่งเสริมสนับสนุนการจัดการกระบวนการเรียนรู้ ให้ผู้เรียนเข้าถึงความรู้ ทักษะกระบวนการ และคุณลักษณะตามมาตรฐานของหลักสูตรได้อย่างมีประสิทธิภาพ

สื่อการเรียนรู้มีหลากหลายประเภท ทั้งสื่อธรรมชาติ สื่อสิ่งพิมพ์ สื่อเทคโนโลยี และเครือข่าย การเรียนรู้ต่าง ๆ ที่มีในท้องถิ่น การเลือกใช้สื่อควรเลือกให้มีความเหมาะสมกับระดับพัฒนาการ และการเรียนรู้ที่หลากหลายของผู้เรียน

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้เลือกเนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยคือ เรื่อง อนุพันธ์ของสารประกอบ ไฮโดรคาร์บอน ซึ่งเป็นเนื้อหาวิชาเคมีเพิ่มเติมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยได้ใช้สาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ สาระที่ 3: สารและสมบัติของสาร และสาระที่ 8: ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มาใช้ในการวิจัย

### การจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก

#### ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก

คำว่าจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก (Active learning) เป็นการเรียนรู้ที่เป็นการลงมือปฏิบัติ (Hand-on learning) และการเรียนรู้จากประสบการณ์ (Experiential learning) มีชื่อเรียกเป็นภาษาไทย อีกหลายอย่าง เช่น การเรียนรู้เชิงปฏิบัติ (อัมพิกา ภูเดช, 2556, หน้า 57-58) การเรียนรู้ที่กระตือรือร้น (มนัส บุญประกอบ, 2544, หน้า 1-164) การเรียนรู้ผ่านประสบการณ์ (ไพฑูริ ลิทธิสุนทร, 2543, หน้า 24-27) การเรียนรู้แบบกระตือรือร้น (สงวน ช้างฉัตร, 2544) การเรียนรู้แบบศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง (วิศาล เขาวงศ์ศิริ, 2545) และการเรียนเชิงรุก (ทวีวัฒน์ วัฒนกุลเจริญ, 2551, หน้า 1-2) ในงานวิจัย เล่มนี้ ผู้วิจัยขอใช้คำว่า “การจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก” เพื่อทำให้เกิดความเข้าใจตรงกัน ซึ่งได้มี นักการศึกษาหลายท่าน ได้กล่าวถึง การจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกไว้ดังนี้

Bonwell and Eison (1991) อ้างถึงใน ศิริพร มโนพิเชษฐวัฒนา, 2547, หน้า 24) Shenker, Goss and Bernstein (1996) ได้กล่าวความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกไว้ว่า “เป็นการเรียนรู้ โดยผู้เรียนเป็นผู้ลงมือกระทำ คิดแก้ปัญหา และนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ได้”

Meyers and Jones (1993, p. 6 อ้างถึงใน วันเพ็ญ คำเทศ, 2549, หน้า 21-23) ได้กล่าวถึง ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกไว้ว่า “เป็นการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนประยุกต์ ข้อมูลสารสนเทศ มโนทัศน์ หรือทักษะใหม่ ๆ ในการเรียนรู้ เป็นความรู้ที่เกิดจากประสบการณ์ การสร้างสรรค์ การทดสอบ และปรับปรุงแก้ไขของผู้เรียน”

Silberman (1996) McKeachie (1998) Lorenzen (2001) ได้กล่าวถึงความหมายของ การจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกไว้ว่า

เป็นการเรียนรู้ที่ผู้เรียนมีความรับผิดชอบ และมีส่วนร่วมต่อการเรียนรู้ของตนเองอย่างตื่นตัว ตัดสินใจทั้งวิธีการและความต้องการที่จะเรียนรู้ รู้ว่าตนเองมีความสามารถ และจะใช้ความสามารถ นั้นอย่างไร เพิ่มขีดความสามารถในการจัดการ และการสร้างแรงจูงใจให้ตนเองประสบความสำเร็จ

ในการเรียนรู้ มีปฏิสัมพันธ์ทางสังคม และการเรียนรู้ร่วมกัน โดยผู้สอนมีบทบาทในการอำนวยความสะดวกและสร้างสถานการณ์ให้ผู้เรียนได้ อ่าน พูดย ฟัง คิด และเขียนอย่างลึกซึ้ง

ปรีชาญ เดชศรี (2545, หน้า 53 อ้างถึงใน พรหมภา กิจเอก, 2550, หน้า 27-28) ได้กล่าวถึงความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกไว้ว่า

เป็นการจัดการเรียนการสอนที่มีกิจกรรมให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ ทั้งในเชิงทักษะต่าง ๆ เช่น การทดลอง การสำรวจตรวจสอบ และปฏิบัติเพื่อพัฒนาความรู้ปัญหา เช่น การคิดแก้ปัญหา วิเคราะห์วิจารณ์ หรือการตัดสินใจเรื่องต่าง ๆ เพื่อแทนที่การเรียนการสอนที่ครูบอกเล่าให้ผู้เรียนได้ฟังเพียงด้านเดียว การจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกอาจเกิดขึ้นได้ทั้งการเรียนรู้ เป็นรายบุคคล เป็นคู่ เป็นกลุ่มหรืออาจทั้งห้องเรียนก็ได้

ศักดิ์ ไชยกิจภิญโญ (2548, หน้า 1 อ้างถึงใน วทัญญู วุฒิวรณ, 2553, หน้า 20) ได้กล่าวถึงความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกไว้ว่า

การเรียนรู้ที่ผู้เรียนต้องหาความหมายและทำความเข้าใจด้วยตนเอง หรือร่วมกันกับเพื่อน เช่น ร่วมสืบค้นหาคำตอบ ร่วมอภิปราย ร่วมนำเสนอ และสรุปความคิดรวบยอดร่วมกัน หรืออีกนัยหนึ่งคือ การเปลี่ยนผู้เรียนจากการเป็นผู้นั่งฟังอย่างเดียว (Passive) มาเป็นผู้เรียนที่ร่วมกิจกรรมการแสวงหาความรู้ที่ผู้สอนกำหนด

ขนิษฐา กาญจนรังสินนท์ (2551, หน้า 1-2) ได้กล่าวถึงความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกไว้ว่า

การจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกเป็นการเรียนการสอนที่ผู้เรียนและผู้สอนมีความคล่องแคล่วกระตือรือร้นในการเรียน หรือการเรียนการสอนที่ผู้เรียนมุ่งทำงานอยู่กับเนื้อหาวิชา โดยการพูดคุย การเขียน การอ่าน การสะท้อน การตั้งคำถาม หรือใช้ได้ทั้งกลุ่มเล็ก และห้องเรียนใหญ่ ๆ ผู้เรียนอาจทำงานคนเดียว หรือทำเป็นกลุ่มก็ได้ และอาจใช้เวลา 2-3 นาที หรือยาวทั้งหลักสูตรก็ได้

ทวีวัฒน์ วัฒนกุลเจริญ (2551, หน้า 1-2) ได้กล่าวถึงความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกไว้ว่า “เป็นการเรียนที่เน้นผู้เรียนได้ปฏิบัติ และสร้างความรู้จากสิ่งที่ปฏิบัติในระหว่างการเรียนการสอน โดยเน้นการพัฒนาทักษะ ความสามารถที่ตรงกับพื้นฐานความรู้เดิม ส่งผลให้ผู้เรียนเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิมที่มีจากการปฏิบัติและความต้องการของผู้เรียนเป็นสำคัญ”

จากการศึกษาความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกดังกล่าวข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ทำให้ผู้เรียนเกิดความรับผิดชอบและได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยตนเองอย่างกระตือรือร้น จากการลงมือปฏิบัติทำกิจกรรมต่าง ๆ ที่หลากหลาย สำรวจ ตรวจสอบ คิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ และการแก้ปัญหาด้วยตนเอง ที่มีการเรียนรู้ร่วมกัน และยังสามารถทำให้



ผู้เรียนได้แสดงออกที่เกี่ยวข้องกับการพูด (Talk) การฟัง (Listen) การอ่าน (Read) การเขียน (Write) และการสะท้อน (Reflect) ความรู้สึก ความคิดเห็นจากความรู้ที่ผู้เรียนได้เรียนรู้

### **ทฤษฎีการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก**

การจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกเป็นการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยเปิดโอกาสให้ผู้เรียนนั้นได้เรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติด้วยกิจกรรมที่มีความหลากหลาย โดยผ่านกระบวนการฟัง พูด อ่าน คิด และเขียน ซึ่งกิจกรรมเหล่านั้นจะต้องเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้รับความรู้และประสบการณ์จากการที่ผู้เรียนได้เข้าไปมีบทบาทหรือปฏิสัมพันธ์กับการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ของตนเอง แล้วจึงเกิดการสร้างความรู้เกิดขึ้นได้ด้วยตนเองอย่างมีความหมาย ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดการสร้างความรู้ที่มีพื้นฐานมาจากทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของ Piaget (Piaget's theory of cognitive development) นอกจากนี้การที่ผู้เรียนได้รับการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกโดยผ่านประสบการณ์จากการลงมือทำ ยังมีความสอดคล้องกับแนวคิดการเรียนรู้ด้วยการลงมือทำ (Learning by doing) ของ John Dewey อีกด้วย (Lorenzen, 2001, หน้า 1) ซึ่งทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของ Piaget แนวคิดการเรียนรู้ด้วยการลงมือทำของ John Dewey และทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

### **ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของ Piaget**

Jean Piaget ได้ศึกษาเกี่ยวกับขั้นตอนหรือกระบวนการในการพัฒนาการทางสติปัญญาของมนุษย์ โดยอธิบายได้ว่า พัฒนาการทางสติปัญญาของมนุษย์นั้น มีลักษณะเดียวกันในช่วงอายุที่เท่ากัน และจะแตกต่างกันเมื่ออายุที่ต่างกัน ซึ่งการพัฒนาการทางสติปัญญาเป็นผลมาจากการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับสิ่งแวดล้อม โดยมนุษย์จะพยายามปรับตัวให้อยู่ในสภาวะสมดุลด้วยการใช้กระบวนการดูดซึมและการปรับโครงสร้างทางเขาวนปัญญา จนทำให้เกิดการเรียนรู้ขึ้น โดยเริ่มจากการสัมผัส ต่อมาจึงเกิดการคิดที่เป็นรูปธรรมขึ้นและจะพัฒนาไปเรื่อย ๆ จนทำให้เกิดความคิดที่เป็นนามธรรม ซึ่งจะเป็นการพัฒนาอย่างต่อเนื่องที่เกิดขึ้นตามลำดับ (Piaget, 1972 อ้างถึงใน ทิศนา แจมมณี, 2550, หน้า 13)

การเกิดพัฒนาการทางสติปัญญาตามทฤษฎีของ Piaget เป็นผลเนื่องมาจากการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับสิ่งแวดล้อม ซึ่งมนุษย์จะพยายามปรับตัวโดยใช้กระบวนการ 2 อย่าง คือ (Piaget, 1972 อ้างถึงใน ทิศนา แจมมณี, 2550, หน้า 13)

1. กระบวนการดูดซึม (Assimilation) เป็นกระบวนการที่เกิดจากการที่เด็กพบหรือมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม แล้วเกิดการรับรู้หรือดูดซึมภาพและเหตุการณ์ต่าง ๆ เข้าไว้ในความคิดของตน

2. การปรับโครงสร้างทางเขาวนปัญญา (Accommodation) เป็นกระบวนการที่ปรับความรู้เดิมที่มีให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมใหม่ หรือสามารถปรับความคิดเดิมให้สอดคล้องกับสิ่งใหม่ ทำให้เด็กอยู่ในสภาวะสมดุล (Equilibrium) ซึ่งทำให้มนุษย์สามารถปรับตัวเข้ากับสิ่งแวดล้อมได้ (Adaptation) และเกิดโครงสร้างทางปัญญา ซึ่งบุคคลจะใช้ตีความหมายในสิ่งที่รับรู้ต่าง ๆ หากบุคคลไม่สามารถปรับความรู้เดิมให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมใหม่ได้ ก็จะเกิดสภาวะไม่สมดุล (Disequilibrium) ขึ้น ซึ่งจะก่อให้เกิดความขัดแย้งทางปัญญา (Cognitive conflict) เกิดขึ้นในตัวบุคคล

3. การเกิดความสมดุล (Equilibration) เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นจากขั้นของการปรับ หากการปรับเป็นไปอย่างกลมกลืนกันก็จะก่อให้เกิดสภาพที่มีความสมดุลขึ้น หากบุคคลนั้นไม่สามารถปรับประสบการณ์ใหม่และประสบการณ์เดิมให้เข้ากันได้ ก็จะเกิดภาวะความไม่สมดุลขึ้น ซึ่งจะก่อให้เกิดความขัดแย้งทางปัญญารึ้นในตัวบุคคล

จากการศึกษาทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของ Piaget ดังกล่าวข้างต้นสามารถสรุปได้ว่าเด็กจะเกิดการเรียนรู้ได้โดยการมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมและการปรับตัวให้อยู่ในสภาวะสมดุล ซึ่งต้องใช้กระบวนการทางสมองอยู่ 2 กระบวนการ คือ กระบวนการดูดซึม และการปรับโครงสร้างทางเขาวนปัญญา เริ่มจากการรับรู้ประสบการณ์หรือข้อมูลใหม่ แล้วเกิดการซึมซับเข้าสู่โครงสร้างทางปัญญาหากประสบการณ์หรือข้อมูลใหม่นั้นสามารถเข้ากันได้กับความรู้เดิมที่มีอยู่ในโครงสร้างทางปัญญาก็จะก่อให้เกิดสภาวะสมดุลขึ้น แต่หากประสบการณ์หรือข้อมูลใหม่นั้นไม่สามารถเข้ากันได้กับความรู้เดิมที่มีอยู่ในโครงสร้างทางปัญญาก็จะก่อให้เกิดสภาวะไม่สมดุลเกิดขึ้น เด็กก็จะพยายามทำการปรับเปลี่ยน โครงสร้างทางปัญญาเพื่อให้เข้าสู่สภาวะสมดุลอีกครั้ง ทำให้สติปัญญาของเด็กมีพัฒนาการที่สูงขึ้นต่อไป

#### **แนวคิดการเรียนรู้ด้วยการลงมือทำของ John Dewey**

John Dewey (Dewey, 1976 อ้างถึงใน ทิศนา แจมมณี, 2550, หน้า 28) เป็นนักปรัชญาปฏิบัตินิยม นักการศึกษาและจิตวิทยาชาวอเมริกาที่มีความเชื่อว่าสิ่งสำคัญที่จะทำให้คนเราสามารถปรับตัวเข้ากับสิ่งแวดล้อมได้ดีหรือไม่นั้นจะขึ้นอยู่กับประสบการณ์ ซึ่งจะเห็นว่าการเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้จากการลงมือกระทำ ซึ่งการลงมือปฏิบัติกิจกรรมอย่างใดอย่างหนึ่งหรือการได้ปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมที่มีความหมายต่อตนเอง แล้วเกิดการสร้างเป็นองค์ความรู้ขึ้นมา โดย Dewey ได้ประยุกต์ความคิดเรื่องประสบการณ์กับการเรียนรู้ซึ่งสามารถอธิบายได้ว่าประสบการณ์มีลักษณะเป็นธรรมชาติและเป็นกระบวนการคิด ซึ่งแสดงปฏิภริยาระหว่างร่างกาย จิตใจ กับสภาพแวดล้อม

การให้การศึกษาแก่ผู้เรียนจึงจำเป็นต้องเลือกประสบการณ์สำหรับผู้เรียน ซึ่ง Dewey ได้เสนอหลักเกณฑ์การเลือกประสบการณ์ไว้ดังนี้

1. ประสบการณ์ต้องมียาวต่อเนื่อง (Continuity of experience) คือ ผู้เรียนจะต้องแยกได้ว่า ประสบการณ์ใดเป็นประสบการณ์ที่มีค่าทางการศึกษา และไม่มีค่าทางการศึกษา ซึ่งประสบการณ์ที่ทำให้ประสบการณ์อื่น ๆ ที่จะตามมาหยุดชะงัก หลักความต่อเนื่องของประสบการณ์นี้มาจากความเชื่อเรื่องนิสัยของตัวบุคคลที่ว่าขณะที่ประสบการณ์ต่าง ๆ ผ่านเข้ามาและมีปฏิริยาโต้ตอบในสถานการณ์ต่าง ๆ นั้น มนุษย์ยังจำเป็นที่จะต้องมีการปรับตัวตลอดเวลา นิสัยของตัวบุคคลจึงครอบคลุมทั้งทัศนคติทางอารมณ์และปัญญา รวมถึงการตอบสนองต่อเงื่อนไข หรือสภาพแวดล้อมที่เผชิญในการดำรงชีวิต ประสบการณ์แต่ละครั้งจึงต้องมีความสัมพันธ์ต่อเนื่องกันไป

2. ประสบการณ์ต้องมีปฏิริยาต่อกันหรือมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยภายในตัวมนุษย์กับสถานการณ์ภายนอก ซึ่งความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ทั้งตัวบุคคลเองและสภาพแวดล้อม ซึ่งต่างก็มีปฏิสัมพันธ์ต่อกัน สภาพแวดล้อมสัมพันธ์กับบุคคลทั้งทั้งในด้านความต้องการจำเป็น ความปรารถนาในจุดมุ่งหมาย และสมรรถภาพที่จะต้องสร้างประสบการณ์ของคน การเลือกประสบการณ์ตามเกณฑ์นี้คือ พยายามหาทางปรับปัจจัยภายนอก ได้แก่ เนื้อหาวิชา ความรู้ อุปกรณ์การเรียนการสอน วิธีสอน สภาพห้องเรียน และปัจจัยอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการศึกษา ให้เข้ากับความสนใจและสมรรถภาพของผู้เรียน

จากการศึกษาหลักเกณฑ์การเลือกประสบการณ์สำหรับผู้เรียนของ Dewey ดังกล่าวข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า ประสบการณ์ที่เลือกนั้นจะต้องมีการส่งเสริมให้เกิดประสบการณ์ใหม่ ๆ ที่ดีขึ้น และนำไปสู่ความเจริญงอกงาม จากด้านความรู้ที่ได้จากสถานการณ์หนึ่งจะกลายเป็นเครื่องมือเพื่อให้เกิดความเข้าใจของสถานการณ์ที่จะเกิดตามมา ประสบการณ์ใหม่จึงต่อเนื่องกับประสบการณ์เดิม

### **ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism)**

#### **ความหมายของการสร้างความรู้ด้วยตนเอง**

Bruner (1966 อ้างถึงใน ทิศนา แคมมณี, 2550, หน้า 153) เน้นว่าผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้ ประสบการณ์ที่เคยมีมาก่อนจะเป็นบทบาทในการส่งเสริมการเรียนรู้ ซึ่งจะมีความเห็นที่แตกต่างกับ Piaget ตรงที่ว่า Bruner เชื่อว่าลำพังวุฒิภาวะอย่างเดียวนั้นไม่เพียงพอต่อการพัฒนาโครงสร้างความรู้ใหม่ แต่ยังมีองค์ประกอบอื่น ๆ เช่น การพัฒนาการทางด้านภาษาและประสบการณ์เดิมที่มีเป็นส่วนสำคัญในการเพิ่มความเจริญงอกงามทางสติปัญญา

Gagne (1985, หน้า 70-90 อ้างถึงใน ทิศนา แคมมณี, 2550, หน้า 227) กล่าวว่า ปรากฏการณ์การเรียนรู้มีองค์ประกอบ ดังนี้

1. ผลการเรียนรู้หรือความสามารถด้านต่าง ๆ ของมนุษย์ ซึ่งมีอยู่ 5 ประเภท คือ ทักษะทางปัญญา (Intellectual skill) ซึ่งประกอบด้วยการทำงานแยกแยะ การสร้างความคิดรวบยอด การสร้างกฎ การสร้างกระบวนการหรือกฎขั้นสูง ความสามารถด้านต่อไปคือ กลวิธีในการเรียนรู้

(Cognitive strategy) ภาษาหรือคำพูด (Verbal information) ทักษะการเคลื่อนไหว (Motor skill) และเจตคติ (Attitudes)

2. กระบวนการเรียนรู้และการจดจำของมนุษย์นั้น มนุษย์จะมีกระบวนการการจัดกระทำ ข้อมูลในสมอง ซึ่งมนุษย์จะอาศัยข้อมูลที่สะสมไว้มาพิจารณาเลือกจัดกระทำกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งและ ขณะที่กระบวนการจัดกระทำข้อมูลภายในสมองกำลังเกิดขึ้น เหตุการณ์ภายนอกร่างกายมนุษย์จะมี อิทธิพลต่อการส่งเสริมหรือการยับยั้งในการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นภายในได้ ดังนั้นในการจัดการเรียนการสอน ภายนอกได้เสนอว่า ควรมีการจัดสภาพการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับการเรียนรู้แต่ละประเภท ซึ่งมีลักษณะเฉพาะแตกต่างกัน และส่งเสริมกระบวนการเรียนรู้ภายในสมอง โดยจัดสภาพการณ์ ภายนอกให้เอื้อต่อกระบวนการเรียนรู้ภายในของผู้เรียน

Vygotsky (1978 อ้างถึงใน ทิศนา แจมมณี, 2550, หน้า 91) กล่าวว่ามนุษย์ได้รับอิทธิพล จากสิ่งแวดล้อมตั้งแต่แรกเกิด ซึ่งนอกจากสิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติแล้วก็ยังมีสิ่งแวดล้อมทางสังคม คือ วัฒนธรรมที่แต่ละสังคมสร้างขึ้น ดังนั้นสถาบันสังคมต่าง ๆ จึงเริ่มจากสถาบันครอบครัว ซึ่งจะมี อิทธิพลต่อพัฒนาการทางเชาวน์ปัญญาของแต่ละบุคคล นอกจากนั้นแล้วภาษายังเป็นเครื่องมือสำคัญ ของการคิดและการพัฒนาเชาวน์ปัญญาขั้นสูง พัฒนาการทางภาษาและทางความคิดของเด็กเริ่มด้วยการ พัฒนาที่แยกจากกัน แต่เมื่ออายุเพิ่มขึ้น พัฒนาการทั้ง 2 ด้านก็จะไปร่วมกัน

ทั้ง เพียเจต์ และวิกทอทสกี เป็นนักทฤษฎีการเรียนรู้ในกลุ่มพุทธินิยม (Cognitivism) ซึ่งเป็น กลุ่มที่ให้ความสนใจเกี่ยวกับ “Cognition” หรือกระบวนการรู้คิดหรือกระบวนการทางปัญญา นักคิดคนสำคัญในกลุ่มนี้คือ อุลริค ไนส์เซอร์ (Ulrich Neisser) ซึ่งได้ให้คำนิยามไว้ว่า “เป็นกระบวนการ รู้คิดของสมองในการปรับเปลี่ยน ลด ตัด ทอน ขยาย จัดเก็บและใช้ข้อมูลต่าง ๆ ที่รับเข้ามาทางประสาท สัมผัส ซึ่งอาจจะเกิดหรือไม่ เกิดจากการกระตุ้นของสิ่งเร้าภายนอกก็ได้ ดังนั้น การรู้สึก การรับรู้ จินตนาการ การระลึกได้ การจำ การคงอยู่ การแก้ปัญหา การคิด และอื่น ๆ อีกมากมาย ถือว่าเป็น ส่วนหนึ่งของกระบวนการรู้คิด”

จากการศึกษาความหมายของทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง ดังกล่าวข้างต้นสามารถ สรุปได้ว่า การที่จะเกิดการสร้างความรู้ด้วยตนเองที่เกิดขึ้นภายในตัวผู้เรียนได้นั้น ผู้เรียนจะต้องเกิด กระบวนการคิดจากการที่ได้รับรู้จากสิ่งต่าง ๆ เข้ามาโดยผ่านประสบการณ์ ซึ่งการจัดการเรียนการสอน ให้เหมาะสมกับการเรียนรู้ในแต่ละประเภทนั้น ก็จะส่งเสริมกระบวนการเรียนรู้ภายในสมองได้ จึงทำให้ผู้เรียนเกิดการสร้างความรู้ได้ด้วยตัวเอง

#### แนวคิดของการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก

การจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกคือ กิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ผู้เรียนมีความเป็นอิสระ เป็นตัวของตัวเอง ควบคุมตัวเองอยู่ในระดับสูง ผู้เรียนเป็นผู้กระทำและ

คิดในสิ่งที่กระทำ รวมทั้งต้องแสวงหาข้อมูลข่าวสาร เพื่อนำไปสู่การแปลและถ่ายทอด โดยเกิดกระบวนการคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ ประเมินค่า และสะท้อนความคิด

การจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกเป็นการเรียนการสอนที่กำหนดให้ผู้เรียนได้เกิดการพูดและเขียนเกี่ยวกับสิ่งที่เรียน โดยมีการเชื่อมโยงกับประสบการณ์ในอดีต และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้

การจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกเป็นการเรียนรู้ที่ทำให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการเรียนการสอน ในการดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่มีความหมายขึ้นกับตัวผู้เรียนเอง ซึ่งเป็นกลวิธีของการเรียนรู้ในระดับลึก ผู้เรียนจะเกิดการเรียนรู้ เข้าใจและค้นหาความหมายของเนื้อหาสาระ โดยสามารถทำการเชื่อมโยงกับประสบการณ์เดิมที่มีอยู่และสามารถแยกแยะความรู้ใหม่ที่ได้รับกับความรู้เก่าที่มีอยู่ ซึ่งสามารถประเมิน คัดเลือกและสร้างแนวคิดของตนเองขึ้นมาได้ จึงเกิดการเรียนรู้ที่เกิดขึ้น ซึ่งจะเกิดความแตกต่างของการเรียนรู้แบบปกติที่เน้นการรับรู้ข้อมูลและจดจำข้อมูลเพียงเท่านั้น สำหรับผู้เรียนที่ได้รับวิธีการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกผู้เรียนจะมีทักษะที่สามารถเลือกรับรู้ข้อมูล วิเคราะห์ และสังเคราะห์ข้อมูลได้อย่างมีระบบ

ไชยยศ เรืองสุวรรณ (2548, หน้า 1) ได้อธิบายถึงลักษณะที่สำคัญของการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก ไว้ดังนี้

1. เป็นการเรียนการสอนที่พัฒนาศักยภาพทางสมอง ได้แก่ การคิด การแก้ปัญหาและการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้
2. เป็นการเรียนการสอนที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้สูงสุด
3. ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้และจัดระบบการเรียนรู้ด้วยตนเอง
4. ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนการสอนทั้งในด้านการสร้างองค์ความรู้ การสร้างปฏิสัมพันธ์ร่วมกัน และร่วมมือกันมากกว่าการแข่งขัน
5. ผู้เรียนได้เรียนรู้ความรับผิดชอบร่วมกัน การมีวินัยในการทำงาน และการแบ่งหน้าที่ความรับผิดชอบ
6. เป็นกระบวนการสร้างสถานการณ์ให้ผู้เรียนอ่าน พูด ฟัง คิดอย่างลุ่มลึก ผู้เรียนจะเป็นผู้จัดระบบการเรียนรู้ด้วยตนเอง
7. เป็นกิจกรรมการเรียนการสอนเน้นทักษะการคิดขั้นสูง
8. เป็นกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนบูรณาการข้อมูล ข่าวสาร สารสนเทศและหลักการสู่การสร้างความคิดรวบยอด
9. ผู้สอนจะเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการจัดการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนเป็นผู้ปฏิบัติด้วยตนเอง

10. ความรู้เกิดจากประสบการณ์ การสร้างองค์ความรู้ และการสรุปบทวนของผู้เรียน Fink (1999, pp. 4-5) ได้นำเสนอรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกเพื่อนำมาพัฒนาความคิดของผู้เรียนสำหรับผู้สอนไว้ดังนี้



ภาพที่ 2 รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก

จากการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกแสดงให้เห็นว่าผู้เรียนจะเกิดการรับความรู้ได้จากการลงมือกระทำและการสังเกต โดยจะมีการสื่อสารในสิ่งที่ได้เรียนรู้กับตัวเอง และเกิดการสนทนาแลกเปลี่ยนความรู้กับผู้อื่นด้วย ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

1. การสนทนาสื่อสารกับตัวเอง ผู้เรียนจะสามารถสะท้อนความคิดในสิ่งที่เรียน เกิดการจดบันทึกในสิ่งที่ตนเองคิด และมีการเชื่อมโยงความรู้กับชีวิตประจำวันได้
2. การสนทนาสื่อสารกับผู้อื่น การเรียนรู้เดิมจะเป็นการรับฟังคำบรรยายจากผู้สอน จึงทำให้ผู้เรียนไม่ได้เกิดการแลกเปลี่ยนความรู้ขึ้นจึงทำให้เกิดการขาดความกระตือรือร้น ผู้สอนจึงต้องจัดกิจกรรมที่ทำให้ผู้เรียนเกิดการอภิปรายกับผู้อื่นในเรื่องที่สนใจ ทำท่ายและสนุกสนาน
3. ประสบการณ์ที่ได้รับจากการลงมือทำ ผู้เรียนจะเกิดประสบการณ์ได้โดยตรงจากการออกแบบ และการทดลอง
4. ประสบการณ์ที่ได้รับจากการสังเกต ผู้เรียนจะเกิดการสังเกตได้โดยตรงหรือได้จากการฟังผู้อื่นในการทดลอง การสาธิต หรือสถานการณ์จำลอง

Shenker Goss and Bemstein (1996, p. 1 อ้างถึงใน วันเพ็ญ คำเทศ, 2549, หน้า 25)

ได้กล่าวถึง รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกไว้ว่า

ต้องการให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในบทบาทการเรียนรู้ของตนเองมากกว่าการรับความรู้หรือทักษะใหม่ ๆ มาใช้ โดยเป็นผู้รับฝ่ายเดียว การที่ผู้เรียนได้กระทำสิ่งต่าง ๆ ด้วยตนเอง และนำไปสู่

การคิดเกี่ยวกับสิ่งที่ตนกำลังทำอยู่ เป็นการเรียนรู้ที่มีคุณค่าเริ่มต้น สนุกสนานท้าทายความรู้ ความสามารถ และความสนใจของผู้เรียน

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบลักษณะของการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกกับการเรียนรู้ที่ผู้เรียนเป็นฝ่ายรับความรู้ (Brades & Ginnis, n.d. cited in Sheffield Hallam University, 2000)

การจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก	การเรียนรู้ที่ผู้เรียนเป็นฝ่ายรับความรู้
- เน้นการทำงานเป็นกลุ่ม	- เน้นการบรรยายจากครู
- เน้นการร่วมมือกันระหว่างผู้เรียน	- เน้นการแข่งขัน
- เรียนรู้จากแหล่งเรียนรู้ที่หลากหลาย	- เป็นการสอนรวมทั้งชั้น
- ผู้เรียนรับผิดชอบต่อการเรียนรู้ของตน	- ครูรับผิดชอบการเรียนรู้ของผู้เรียน
- ครูเป็นเพียงแค่เป็นผู้ชี้แนะประสบการณ์ และอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้	- ครูเป็นผู้ให้ทุกอย่างและจัดเนื้อหาเองทั้งหมด
- ผู้เรียนจะเป็นคนคิด แก้ปัญหาเองและลงมือกระทำด้วยตนเอง	- ครูเป็นผู้ให้ความรู้แก่ผู้เรียน
- เน้นทักษะ การวิเคราะห์และการแก้ปัญหา	- เน้นความรู้ในเนื้อหาวิชา
- ผู้เรียนมีวินัยในตนเอง	- ครูเป็นผู้วางระเบียบวินัยให้
- ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการเรียนรู้แบบกระตือรือร้น	- ผู้เรียนเป็นฝ่ายรับข้อมูล ความรู้จากการถ่ายทอดของครูเพียงอย่างเดียว

จากการศึกษาแนวคิดของการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกดังกล่าวข้างต้นสามารถสรุปได้ว่าเป็นการจัดกิจกรรมที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง จึงทำให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการจัดการเรียนการสอน ตื่นเต้น มีความสุขในการเรียน และสามารถทำให้ผู้เรียนสามารถเกิดองค์ความรู้ด้วยตนเอง เข้าใจ และสามารถเชื่อมโยงกับประสบการณ์เดิมที่มีอยู่และสามารถแยกแยะความรู้ใหม่ที่ได้รับกับความรู้เก่าที่มีอยู่ได้

#### เทคนิคการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก

การจัดการเรียนการสอนเพื่อสนับสนุนการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก สามารถสร้างให้เกิดขึ้นได้ทั้งในและนอกห้องเรียน รวมทั้งสามารถใช้ได้กับผู้เรียนทุกระดับ ทั้งการเรียนรู้เป็นรายบุคคล การเรียนรู้แบบกลุ่มเล็ก และแบบกลุ่มใหญ่

McKinney (2008 อ้างถึงใน วทัญญู วุฒิวรรณ, 2553, หน้า 28-31) ได้เสนอเทคนิคการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกได้ดี ได้แก่

1. การเรียนรู้แบบแลกเปลี่ยนความคิด (Think-pair-share) คือการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนคิดเกี่ยวกับประเด็นที่กำหนดคนเดียว 2-3 นาที (Think) จากนั้นให้แลกเปลี่ยนความคิดกับเพื่อนอีกคน 3-5 นาที (Pair) และนำเสนอความคิดเห็นต่อผู้เรียนทั้งหมด (Share)

2. การเรียนรู้แบบร่วมมือ (Collaborative learning group) คือการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนได้ทำงานร่วมกับผู้อื่น โดยจัดกลุ่ม ๆ ละ 3-6 คน

3. การเรียนรู้แบบทบทวนโดยผู้เรียน (Student-led review sessions) คือการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ทบทวนความรู้และพิจารณาข้อสงสัยต่าง ๆ ในการปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ โดยผู้สอนจะคอยช่วยเหลือกรณีที่มีปัญหา

4. การเรียนรู้แบบใช้เกม (Games) คือการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้สอนนำเกมเข้ามาบูรณาการในการเรียนการสอน ซึ่งใช้ได้ทั้งในขั้นการนำเข้าสู่บทเรียน การสอน การมอบหมายงาน และหรือขั้นการประเมินผล

5. การเรียนรู้แบบวิเคราะห์วิดีโอ (Analysis or reactions to videos) คือการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนได้ดูวิดีโอ 5-20 นาที แล้วให้ผู้เรียนแสดงความคิดเห็น หรือสะท้อนความคิดเห็นเกี่ยวกับสิ่งที่ได้ดู อาจโดยวิธีการพูดโต้ตอบกัน การเขียน หรือการร่วมกันสรุปเป็นรายกลุ่ม

6. การเรียนรู้แบบโต้เถียง (Student debates) คือการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่จัดให้ผู้เรียนได้นำเสนอข้อมูลที่ได้จากประสบการณ์และการเรียนรู้ เพื่อยืนยันแนวคิดของตนเองหรือกลุ่ม

7. การเรียนรู้แบบผู้เรียนสร้างแบบทดสอบ (Student generated exam questions) คือการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนสร้างแบบทดสอบจากสิ่งที่ได้เรียนรูมาแล้ว

8. การเรียนรู้แบบกระบวนการวิจัย (Mini-research proposals or project) คือการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่อิงกระบวนการวิจัย โดยให้ผู้เรียนกำหนดหัวข้อที่ต้องการเรียนรู้ วางแผนการเรียน เรียนรู้ตามแผน สรุปความรู้หรือสร้างผลงาน และสะท้อนความคิดเห็นในสิ่งที่ได้เรียนรู้หรืออาจเรียกว่าการสอนแบบโครงงาน (Project-based learning) หรือการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-based learning)

9. การเรียนรู้แบบกรณีศึกษา (Analyze case studies) คือการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนได้อ่านกรณีตัวอย่างที่ต้องการศึกษา จากนั้นให้ผู้เรียนวิเคราะห์และแลกเปลี่ยนความคิดเห็นหรือแนวทางแก้ปัญหาภายในกลุ่ม แล้วนำเสนอความคิดเห็นต่อผู้เรียนทั้งหมด



10. การเรียนรู้แบบการเขียนบันทึก (Keeping journals or logs) คือการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้เรียนจดบันทึกเรื่องราวต่าง ๆ ที่ได้พบเห็น **หรือเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น** ในแต่ละวัน รวมทั้งเสนอความคิดเห็นเพิ่มเติมเกี่ยวกับบันทึกที่เขียน

11. การเรียนรู้แบบการเขียนจดหมายข่าว (Write and produce a newsletter) คือ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนร่วมกันผลิตจดหมายข่าว **อันประกอบด้วย** บทความ ข้อมูลสารสนเทศ ข่าวสาร และเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น **แล้วแจกจ่ายไปยังบุคคลอื่น ๆ**

12. การเรียนรู้แบบแผนผังความคิด (Concept mapping) คือการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนออกแบบแผนผังความคิด เพื่อนำเสนอ**ความคิดรวบยอด** และความเชื่อมโยงกันของกรอบความคิด โดยการใช้เส้นเป็นตัวเชื่อมโยง **อาจจัดทำเป็น**รายบุคคลหรืองานกลุ่ม แล้วนำเสนอผลงานต่อผู้เรียนอื่น ๆ จากนั้นเปิดโอกาสให้ผู้เรียนคนอื่นได้ซักถามและแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติม

มนัส บุญประกอบ (2544, หน้า 13-23 อ้างถึงใน วทัญญู วุฒิวรณ, 2553, หน้า 27) และ กาญจนา ชูครุวงศ์ (2544, หน้า 8-62 อ้างถึงใน พรณิกา กิจเอก, 2550, หน้า 30) ได้เสนอแนะวิธีสอน และเทคนิคการสอนของการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกไว้ดังนี้

1. การอภิปรายกลุ่ม (Group discussion) เป็นวิธีที่จัดทำขึ้น โดยทำให้เกิดการเจตนาร่วมกันที่จะพิจารณาเรื่องใดเรื่องหนึ่ง โดยนำข้อปัญหาและแง่คิดต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกันมาช่วยกันแสดงความคิดเห็นและแนวทางในการแก้ปัญหา เพื่อหาข้อสรุปร่วมกัน

2. เกม (Games) คือ กิจกรรมที่ใช้ผู้เล่นหนึ่งคนหรือมากกว่ามาแข่งขันที่มีกฎเกณฑ์ หากใช้เกมมาประยุกต์กับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จะ**ต้องใช้**ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เข้ามาเกี่ยวข้องด้วย เป็นการช่วยให้ผู้เรียนสนุกสนาน **ตั้งแต่ต้น มีส่วนร่วม**และกระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้ ช่วยพัฒนาทักษะแก้ปัญหา สื่อสาร การฟัง และความร่วมมือซึ่งกันและกัน

3. การแสดงบทบาทสมมติ (Role playing) เป็น**กลวิธีที่ดี** เมื่อผู้สอนต้องการที่จะทำการสำรวจความเข้าใจ ทักษะ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ **เพื่อเป็นการ**ให้ข้อมูลสำหรับการอภิปรายต่อไป โดยจัดให้มีการแสดงในสถานการณ์ที่คล้ายกับชีวิตจริง ผู้เรียนจะสวมบทบาทเป็นผู้ที่อยู่ในสถานการณ์นั้น เช่น ตัวละครในประวัติศาสตร์ของวิทยาศาสตร์ เป็นต้น

4. การแสดงละคร (Drama) คล้ายคลึงกับการแสดงบทบาทสมมติ เป็นวิธีการที่ให้ผู้เรียนแสดงบทบาทตามที่ได้รับ ทำให้เกิดความเข้าใจในเรื่องราวที่แสดง แต่ใช้เวลามาก และจะเหมาะกับการสอนในเนื้อหาที่ยาก

5. การสอนโดยใช้สถานการณ์จำลอง (Simulation techniques) เป็นการสอนที่เลียนแบบสภาพเหตุการณ์ หรือสมมติสถานการณ์ให้มีความคล้ายคลึงกับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตจริงและสอดคล้องกับเนื้อหาในบทเรียน จากนั้นจัดกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อให้ผู้เรียนได้ทดลองฝึกปฏิบัติ

ออกความคิดเห็น หรือตัดสินใจหาทางแก้ไขปัญหาจากสถานการณ์นั้น ทำให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมต่อเหตุการณ์ได้ดี อีกทั้งยังสามารถเชื่อมโยงการเรียนรู้ไปสู่การปฏิบัติจริงได้ต่อไป

6. การอ่านแบบเชิงรุก (Active reading) เป็นการอ่านที่ผู้อ่านมีบทบาทหลักในการทำความเข้าใจกับการอ่าน การเรียนรู้วิทยาศาสตร์จำเป็นต้องอาศัยการอ่านซึ่งนักเรียนต้องทำความเข้าใจในเนื้อหาบทเรียน ครูสามารถจัดกิจกรรมเพื่อช่วยส่งเสริมทักษะการอ่านให้นักเรียนได้ด้วยวิธีการต่าง ๆ ดังนี้

การเว้นคำ (Closing) เป็นกิจกรรมในการฝึกทักษะการเรียนรู้ขั้นพื้นฐาน โดยครูลบคำสำคัญ (Keyword) บางคำในส่วนของเนื้อหา แล้วให้ผู้เรียนเติมคำสำคัญเพื่อหาคำความนั้นสมบูรณ์เพื่อประเมินผู้เรียนด้านความเข้าใจหัวข้อเรื่อง เพื่อผู้เรียนได้ใช้ในการตัดสินใจ เพื่อเพิ่มแรงจูงใจในการเรียน และเพื่อกระตุ้นการอภิปรายกลุ่ม

การเรียงลำดับ (Sequencing) เป็นกิจกรรมที่ใช้สำหรับการพัฒนาทักษะการวางแผนสำหรับการฝึกปฏิบัติทางการเรียนการสอนที่ผู้สอนวางชิ้นส่วนต่าง ๆ แบบสลับเนื้อหาโดยการตัดแบ่งข้อความ เนื้อหาความรู้ของบทความบนแผ่นกระดาษออกเป็นส่วน ๆ แล้วสลับเหมือนการสับไพ่ แล้วให้ผู้เรียนจัดเรียงลำดับชิ้นส่วนของเนื้อหานั้น ๆ ใหม่ให้ถูกต้อง เพื่อให้ผู้เรียนเล็งเห็นถึงการเรียงลำดับเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่เป็นไปตามหลักการและเหตุผล และเพื่อให้ผู้เรียนวางแผนการทดลองและออกแบบทักษะต่าง ๆ ได้

การเน้นคำ (Emphasizing) เป็นเทคนิคเพื่อเลือกคำ ข้อความ/ วลีประโยค หรือข้อมูลออกจากเนื้อหา แล้วรู้จักเน้นคำหลักที่เป็นความคิดรวบยอด ด้วยวิธีต่าง ๆ เช่น การขีดเส้นใต้ การวงกลม การระบายสี เป็นต้น

การระบุชื่อ (Labeling) เป็นการทดสอบความเข้าใจของผู้เรียนเกี่ยวกับเนื้อหาโดยอาศัยแผนภาพ เป็นการกระตุ้นผู้เรียนให้ถามคำถามเกี่ยวกับเนื้อหา ช่วยให้ผู้เรียนสามารถจัดแบ่งกลุ่มและจัดประเภทของเนื้อหา และสามารถใช้แผนภาพเป็นเครื่องช่วยการจำ

การเขียนแผนภาพ (Drawing diagrams) ใช้แผนภาพง่าย ๆ แสดงขั้นตอนการทดลองเพื่อช่วยเสริมความเข้าใจ และยังสามารถใช้เทคนิคนี้สำหรับการทบทวนเนื้อหา

การผสมภาพหรือสัญลักษณ์กับคำ (Pictograms) เทคนิคนี้จะคล้ายกับแบบฝึกหัดที่พบในหนังสือปริศนา (Puzzle books) ซึ่งถ้อยคำจะถูกเปลี่ยนเป็นรูปภาพ ทำให้ดูน่าสนใจสามารถช่วยกระตุ้นการอ่านและอาจช่วยเรื่องของความจำด้วย

การตั้งคำถาม (Devising questions) วิธีนี้เป็นการให้ผู้เรียนอ่านเนื้อหาแล้วตั้งคำถามในประเด็นที่สำคัญ พร้อมให้ผู้เรียนได้แลกเปลี่ยนคำถามคำตอบกันเป็นการเรียนรู้จากกันและกัน ผู้สอนควรให้มีการอภิปรายคำถามและคำตอบกันในกลุ่มเล็ก หรือการอภิปรายทั้งชั้นด้วย จะช่วยทำ

ให้เกิดการอ่านแบบมีส่วนร่วมมากยิ่งขึ้น ทำให้ผู้เรียนได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกันเกิดความอยากรู้  
อยากเห็นทำให้เกิดแรงจูงใจในการอ่านมากขึ้น

7. การเขียนแบบเชิงรุก (Active writing) เป็นกลวิธีการกระตุ้นให้ผู้เรียนแสดงออกทางความรู้  
ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้เทคนิคต่าง ๆ ช่วยส่งเสริมในการเขียน ดังนี้

บันทึกประจำวัน (Diary) เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนสะท้อนการเรียนรู้ของตนเอง  
อย่างอิสระโดยสื่อสารแนวความคิดของตนเองด้วยการเขียน

รายงานในหนังสือพิมพ์ (Newspaper reports) เพื่อเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เขียนเนื้อหา  
สาระที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในรูปแบบของบทความ บทสัมภาษณ์

การเขียนร้อยแก้ว โคลง กลอน (Phase and poet) เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนสร้างสรรค์  
งานเขียน หรือการวิเคราะห์ข้อเท็จจริงทางวิทยาศาสตร์ การบรรยายประสบการณ์ หรือความรู้สึก  
ของผู้เรียน การเขียนรายงาน โครงการ หรือรายงานการทดลอง

บทละคร (Drama) ผู้สอนอาจใช้เทคนิคนี้ในการเขียนบทละคร โดยใช้เนื้อหาทางวิทยาศาสตร์  
เป็นหลัก ให้ผู้เรียนเขียนสะท้อนความรู้ แนวคิด และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ขึ้น

การเขียนจดหมาย (Letter) เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนสื่อสารสิ่งที่ได้เรียนรู้ ในการเขียน  
จดหมายเพื่อโต้ตอบกับผู้อื่น เพื่อให้เกิดการทบทวนความรู้ พัฒนาและเสริมความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์

การนำเสนอ (Presentation) เป็นรายงานผลจากการค้นคว้าหาความรู้ของผู้เรียนให้ผู้อื่น  
ทราบ อาจอยู่ในรูปของการทำโปสเตอร์ แผ่นพับ

8. การทำงานเป็นกลุ่มเล็ก (Small group work) เป็นกิจกรรมที่จัดให้ผู้เรียนทำงาน  
เป็นกลุ่มย่อย เกิดการพูดคุยแลกเปลี่ยนความรู้ ความคิดเห็น และเกิดการพัฒนาทักษะการทำงาน  
ร่วมกับผู้อื่น ซึ่งวิธีนี้จะสำเร็จผลได้ผู้เรียนจะต้องสะท้อนความคิดในสิ่งที่เรียน หรือประสบการณ์  
ที่ได้รับ ถึงจะทำให้เห็นถึงความสำคัญของกิจกรรม

9. การเรียนแบบร่วมมือ (Cooperative learning) Johnson and Johnson (1997, หน้า 24-31)  
ได้กล่าวถึงองค์ประกอบที่สำคัญของการเรียนแบบร่วมมือไว้ 5 ประการ คือ 1) มีความสัมพันธ์ที่ดี  
ระหว่างสมาชิก (Positive interdependence) 2) มีการปฏิสัมพันธ์โดยตรงของสมาชิกในกลุ่ม (Face  
to face interaction) 3) มีความรับผิดชอบและการตอบสนองของผู้เรียนเป็นรายบุคคล (Individual  
accountability and personal responsibility) 4) มีทักษะทางมนุษยสัมพันธ์และทักษะการทำงานกลุ่มย่อย  
(Interpersonal and small group skills) และ 5) กระบวนการทำงานกลุ่ม (Group processes)

จากการศึกษาเทคนิคการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก ดังกล่าวข้างต้นสามารถสรุปได้ว่าการจัด  
กิจกรรมการเรียนรู้แบบเชิงรุก สามารถนำมาบูรณาการกับการเรียนการสอนของเนื้อหาต่าง ๆ ได้

ซึ่งก็จะทำให้ผู้เรียนได้เกิดการคิดเอง ทำเองและแก้ปัญหาด้วยตนเองขึ้น การมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคม เรียนรู้อย่างมีความหมายและสนุกสนาน

#### **บทบาทของผู้สอนกับการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก**

ณัชนัน แก้วชัยเจริญกิจ (2550, หน้า 23-26) ได้กล่าวถึงบทบาทของผู้สอนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางของการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก ดังนี้

1. จัดให้ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนการสอน กิจกรรมต้องสะท้อนความต้องการในการพัฒนาผู้เรียนและเน้นการนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตจริงของผู้เรียน

2. สร้างบรรยากาศของการมีส่วนร่วม และการเจรจาโต้ตอบที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์ที่ดีกับผู้สอนและเพื่อนในชั้นเรียน

3. จัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้เป็นพลวัต ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในทุกกิจกรรม รวมทั้งกระตุ้นให้ผู้เรียนประสบความสำเร็จในการเรียนรู้

4. จัดสภาพการเรียนรู้แบบร่วมมือ ส่งเสริมให้เกิดการร่วมมือในกลุ่มผู้เรียน

5. จัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้ท้าทาย และให้โอกาสผู้เรียนได้รับวิธีการสอนที่หลากหลาย

6. วางแผนเกี่ยวกับเวลาในการจัดการเรียนการสอนอย่างชัดเจน ทั้งในส่วนของเนื้อหาและกิจกรรม

7. ผู้สอนต้องใจกว้าง ยอมรับในความสามารถในการแสดงออก และความคิดของผู้เรียน  
**บทบาทของผู้เรียนกับการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก**

1. มีส่วนร่วมอย่างแท้จริงในการเรียนรู้

2. ลงมือทำงานด้วยตนเอง

3. ทดสอบความคิดของตนเอง

4. วางแผนและออกแบบการทดลองด้วยตนเอง

5. ประเมินผลงานของตนเอง

6. ลงมือแก้ปัญหาด้วยตนเอง

7. ร่วมอภิปรายโดยอาศัยกระบวนการกลุ่ม

8. นำเสนอผลการเรียนรู้ต่อเพื่อนร่วมชั้น

9. สะท้อนเกี่ยวกับงานที่ได้ทำสำเร็จแล้วลักษณะการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

ที่กระตือรือร้น

### ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก

อูษณีย์ เทพรชัช (2542, หน้า 118-121) ได้อธิบายขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก สรุปได้ดังนี้ โดยประกอบด้วยขั้นการสอน 4 ขั้นตอน คือ

1. ขั้นการนำเข้าสู่บทเรียน
2. ขั้นการเรียนรู้เป็นรายบุคคล ซึ่งใช้วิธีการสอน ได้แก่ แก้ปัญหาด้วยเกม ศึกษาด้วยตนเอง กรณีศึกษา ฝึกทักษะการอ่าน พูด เขียน แปล สรุป เพื่อทำให้เกิดทักษะการคิดวิเคราะห์ ทักษะการอ่าน พูด เขียน แปล สรุป และทักษะการค้นคว้าด้วยตนเอง เป็นต้น
3. ขั้นการเรียนรู้เป็นกลุ่ม ซึ่งใช้วิธีการสอน ได้แก่ แก้ปัญหาเป็นกลุ่ม อภิปรายกลุ่มย่อย บทบาทสมมติ สถานการณ์จำลอง เพื่อให้เกิดทักษะการทำงานเป็นทีม การติดต่อสื่อสารในทีม การฟัง คิด พูด เขียน การแสดงออกอย่างเหมาะสม เกิดความภาคภูมิใจในตัวเอง
4. ขั้นการเรียนรู้เป็นกลุ่มใหญ่ ซึ่งใช้การสอน ได้แก่ ทศนศึกษา อภิปรายกลุ่มใหญ่ เพื่อให้เกิดทักษะการแสดงออกอย่างเหมาะสม ความภาคภูมิใจในตนเอง และการตัดสินใจ

บัญญัติ ชำนาญกิจ (2549, หน้า 1-7) ได้อธิบายการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก สรุปได้ดังนี้

1. การแลกเปลี่ยนประสบการณ์ ผู้สอนพยายามกระตุ้นให้ผู้เรียนดึงประสบการณ์เดิม มาเชื่อมโยง หรืออธิบายประสบการณ์หรือเหตุการณ์ใหม่ แล้วนำไปสู่การคิดเพื่อหาข้อสรุปและ องค์ความรู้ใหม่ แบ่งปันประสบการณ์ของตนกับผู้อื่นเป็นการรวบรวมประสบการณ์ที่หลากหลาย ของแต่ละคน
2. การสร้างองค์ความรู้ร่วมกัน เน้นการตั้งประเด็นให้ผู้เรียนได้เกิดการคิด สะท้อนการคิด หรือบอกความคิดเห็นของตนให้กับผู้อื่นรับรู้ และได้อภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดระหว่างกันจนเกิด ความเข้าใจชัดเจน
3. การนำเสนอความรู้ ผู้เรียนจะได้รับความรู้ และเนื้อหาโดยผู้สอนเป็นผู้จัดให้ เพื่อใช้ในการสร้างองค์ความรู้ใหม่ หรือช่วยให้การเรียนรู้บรรลุวัตถุประสงค์
4. การประยุกต์ใช้หรือการลงมือกระทำ เป็นขั้นตอนที่ทำให้ผู้เรียนได้นำความคิดรวบยอด ข้อสรุป หรือองค์ความรู้ใหม่ที่เกิดขึ้นไปประยุกต์ใช้หรือทดลองใช้

วทัญญู วุฒิวรรณ (2553, หน้า 36-37) ได้ลำดับขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกไว้ 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นสนใจเรียนรู้ เป็นขั้นการเตรียมความพร้อมของผู้เรียน โดยการสร้างแรงจูงใจในการเรียนด้วยกิจกรรมที่น่าสนใจ และท้าทาย เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการสนใจและมีส่วนร่วมในการเรียน
2. ขั้นลงมือกระทำ ผู้สอนจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีต่าง ๆ เน้นให้ผู้เรียนคิดวางแผน เพื่อหาคำตอบ โดยใช้เทคนิคที่มีความหลากหลาย

3. ขั้นสรุปและสะท้อนความรู้ ผู้เรียนร่วมกันสรุปมโนทัศน์ โดยนำเสนอผลที่ได้จากการลงมือกระทำในรูปแบบต่าง ๆ เช่น แบบฝึกหัด การวาดรูป และผังมโนทัศน์ ซึ่งผู้เรียนจะเกิดการแลกเปลี่ยนความคิด และสะท้อนความรู้ โดยผู้สอนอธิบายกฎ นิยาม และหลักการทางวิทยาศาสตร์เพิ่มเติมเพื่อให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจที่ถูกต้อง

4. ขั้นประยุกต์ใช้ความรู้ ผู้สอนจัดกิจกรรมส่งเสริมให้ผู้เรียนนำมโนทัศน์ที่เรียนรู้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ เพื่อขยายมโนทัศน์ให้มีความชัดเจนมากขึ้น

พรรณนิกา กิจเอก (2550, หน้า 25-26) ได้ลำดับขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกไว้ 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นการนำเข้าสู่บทเรียน ผู้สอนกระตุ้นและเร้าความสนใจโดยทบทวนความรู้เดิม แฉงจุดประสงค์การเรียนรู้ สร้างแรงจูงใจและแนะแนวทางการทำกิจกรรมเพื่อนำไปสู่ขั้นการสร้างประสบการณ์

2. ขั้นการสร้างประสบการณ์ ผู้เรียนลงมือทำกิจกรรมซึ่งทำให้เกิดกระบวนการคิด ในการแก้ปัญหาและรู้ว่ามีเนื้อหาอะไรระหว่างการทำกิจกรรม มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและร่วมกันรับผิดชอบงานที่มอบหมาย โดยผู้สอนจัดกิจกรรมและอำนวยความสะดวกให้แก่ผู้เรียน

3. ขั้นการแบ่งปันความรู้ ผู้เรียนจะได้แลกเปลี่ยนความรู้ปรับโครงสร้างความรู้และสรุปความคิดรวบยอด โดยนำเสนอหน้าชั้นเรียน

4. ขั้นการทบทวนความรู้ ผู้เรียนได้สะท้อนเกี่ยวกับความคิด ความรู้สึกของตนเอง เป็นหลักภายใต้การจัดการจัดกิจกรรมและบรรยากาศของผู้สอน

5. ขั้นการนำไปใช้ ผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนแสดงความคิดเห็นว่าควรนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างไร

จากการศึกษาขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกดังกล่าวข้างต้น แล้วนำมาสังเคราะห์สรุปเป็นลำดับขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก เพื่อนำไปใช้ในการดำเนินการทดลอง โดยผู้วิจัยดำเนินการดังนี้

1. ขั้นการนำเข้าสู่บทเรียน เป็นขั้นที่ผู้สอนทำการกระตุ้นและเร้าความสนใจด้วยการทบทวนความรู้เดิมสำหรับการสร้างความรู้ใหม่ โดยใช้ข้อคำถาม หรือการยกตัวอย่างของสถานการณ์หรือใช้สื่อ เทคนิคต่าง ๆ นำมาสร้างเพื่อให้เกิดความสงสัยและสนใจแก่ผู้เรียน แฉงวัตถุประสงค์การเรียนรู้ และสร้างแรงจูงใจกับผู้เรียน

2. ขั้นการวางแผนและการนำเสนอแผนการค้นคว้า เป็นขั้นที่ผู้เรียนได้ร่วมกันวางแผนการทำกิจกรรมต่าง ๆ จากสิ่งที่ได้รับมอบหมาย ซึ่งจะเกิดการวางแผนอย่างอิสระ เพื่อที่จะไปศึกษาค้นคว้าหาคำตอบด้วยตนเองต่อไป และผู้สอนจะคอยให้คำแนะนำอย่างใกล้ชิด

3. ขั้นการลงมือศึกษาค้นคว้าโดยผู้เรียน เป็นขั้นที่ผู้เรียนลงมือปฏิบัติในการศึกษาค้นคว้าหาคำตอบด้วยตนเองรวมถึงทำให้เกิดกระบวนการคิด การมีปฏิสัมพันธ์ซึ่งกันและกันในการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและร่วมกันรับผิดชอบงานที่ได้รับมอบหมาย ซึ่งผู้เรียนจะเกิดการเรียนรู้จากการร่วมมือ การระดมสมอง โดยผู้สอนจะจัดเตรียมสื่อ อุปกรณ์ กิจกรรมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ และคอยให้คำปรึกษาและอำนวยความสะดวก

4. ขั้นการอภิปรายและลงข้อสรุป เป็นขั้นที่ผู้เรียนจะเกิดการแลกเปลี่ยนและปรับโครงสร้างทางความรู้และสรุปความคิดรวบยอดจากสิ่งที่ได้จากการศึกษาค้นคว้า โดยการอภิปรายในกลุ่มและผู้สอนทำการประเมินผลจากการร่วมกันอภิปราย

5. ขั้นการนำเสนอผลงาน เป็นขั้นที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนสะท้อนความคิดที่ได้รับที่เกิดจากการทำกิจกรรม เพื่อใช้ในการสร้างองค์ความรู้ใหม่ และร่วมกันอภิปรายข้อความรู้ และยกตัวอย่างเพิ่มเติมในชั้นเรียน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการปรับความคิดให้ถูกต้องและชัดเจนยิ่งขึ้น

6. ขั้นการนำไปประยุกต์ใช้ เป็นขั้นที่ผู้สอนกระตุ้น โดยการนำเสนอสถานการณ์ในชีวิตประจำวันเพื่อให้เกิดความสงสัย ความอยากรู้อยากเห็น เพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะและการนำความรู้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ ๆ อาจเป็นรายบุคคลหรือเป็นกลุ่ม โดยผู้สอนทำการประเมินจากการตอบคำถามของผู้สอน ซึ่งผู้เรียนจะนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้และเกิดการแลกเปลี่ยนความรู้ ทักษะ และแนวคิดจากการพูด การเขียน

จากลำดับขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกที่ผู้วิจัยสังเคราะห์ดังกล่าวข้างต้น สามารถสรุปรายละเอียดในแต่ละขั้น ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 จุดประสงค์ บทบาทของผู้สอน และบทบาทของผู้เรียนในแต่ละขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก

ขั้นตอนการสอน	จุดประสงค์	บทบาทของผู้สอน	บทบาทของผู้เรียน	สื่อการเรียนการสอน
1. ขั้นการนำเข้าสู่บทเรียน	- เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความกระตือรือร้นและสนใจในการทำกิจกรรมจากการนำเสนอสื่อและเทคนิคต่าง ๆ	- กระตุ้นความสนใจและความอยากรู้อยากเห็นของผู้เรียน โดยอาจทำการซักถามตั้งคำถามสนทนา หรือเทคนิคอื่น ๆ	- เกิดการตีความจากการสังเกตของสื่อหรือเทคนิคต่าง ๆ ที่ผู้สอนนำเสนอ - สนใจในกิจกรรมต่าง ๆ	- Power Point - สถานการณ์หรือกิจกรรมที่ใหม่

ตารางที่ 2 (ต่อ)

ขั้นตอน การสอน	จุดประสงค์	บทบาทของผู้สอน	บทบาทของผู้เรียน	สื่อการเรียน การสอน
		- จัดบรรยากาศ ในห้องเรียนให้เอื้อ ต่อการเรียนรู้	- เกิดการตอบคำถาม และแสดง ความคิดเห็น ด้วยความสนใจ	
2. ขั้น การวางแผน และ การนำเสนอ แผนการ ค้นคว้า	- เพื่อเปิดโอกาส ให้ผู้เรียนได้ วางแผนและ นำเสนอแผน ร่วมกันอย่าง อิสระจาก กิจกรรมต่าง ๆ	- มอบหมายงานให้ ผู้เรียนได้ไปศึกษา ใบกิจกรรมต่าง ๆ - คอยให้คำแนะนำ อย่างใกล้ชิด	- ทำการวางแผน ร่วมกันอย่างอิสระ จากสิ่งที่ได้ศึกษา ค้นคว้าหรือสิ่งที่ ได้รับมอบหมาย - ร่วมกันนำเสนอ แผนการค้นคว้า ให้กับผู้สอน	- ใบความรู้ - ใบกิจกรรม - หนังสือ
3. ขั้น การลงมือ ศึกษาค้นคว้า โดยผู้เรียน	- เพื่อให้ผู้เรียน ได้ลงมือทำ กิจกรรมต่าง ๆ ด้วยตนเองอย่าง อิสระจนเกิด ความรู้ใหม่ - เพื่อให้ผู้เรียน ได้เรียนรู้ร่วมกัน - เพื่อให้ทราบ ความสนใจ เฉพาะคนของ ผู้เรียน	- จัดเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ สื่อและ แหล่งการเรียนรู้ ต่าง ๆ ให้เพียงพอ - กระตุ้นให้ผู้เรียน ได้ปฏิบัติกิจกรรม ให้ครบทุกขั้นตอน - ให้คำปรึกษาและ อำนวยความสะดวก	- รับผิดชอบหน้าที่ ที่ได้รับ - แสดงความคิดเห็น ภายในกลุ่ม - ดำเนินตามแผน ที่วางไว้ของกลุ่ม - ลงมือปฏิบัติ กิจกรรม ด้วยความเต็มใจ	- การทดลอง - ใบกิจกรรม - เกม - หนังสือ



ตารางที่ 2 (ต่อ)

ขั้นตอน การสอน	จุดประสงค์	บทบาทของผู้สอน	บทบาทของผู้เรียน	สื่อการเรียน การสอน
4. ขั้น การอภิปราย และ ลงข้อสรุป	- เพื่อให้ผู้เรียน ได้เกิดการปรับ ความคิดให้มี ความถูกต้อง และชัดเจนขึ้น - เพื่อให้ผู้เรียน เกิดปฏิสัมพันธ์ กันในกลุ่ม	- ตอบข้อสงสัยของ ผู้เรียนให้เกิด ความกระจ่าง - กระตุ้นให้ผู้เรียน สรุปความรู้ของกลุ่ม และของตนเอง	- ร่วมกันอภิปราย ภายในกลุ่ม เพื่อให้ ได้ข้อสรุป - บันทึกสรุปผล การทำงาน	- การเขียน บันทึก - ใบกิจกรรม
5. ขั้น การนำเสนอ ผลงาน	- เพื่อให้ผู้เรียน สะท้อนความคิด ที่ได้รับ - เพื่อให้ผู้เรียน กล้าที่จะ แสดงออก ทางด้านการคิด และแก้ปัญหา จากการทำ กิจกรรม	- อภิปรายความรู้ และสาธิต - จัดหาตัวอย่าง เพิ่มเติม	- สะท้อนความคิด ที่ได้รับและ องค์ความรู้ใหม่ ให้ผู้สอนและเพื่อน ได้ทราบ - รายงานหรือ นำเสนอผลงาน ของกลุ่มใน รูปแบบต่าง ๆ - ตัวอย่างเพิ่มเติม	- การเขียน บันทึก - Power Point
6. ขั้น การนำไป ประยุกต์ใช้	- เพื่อให้ผู้เรียน ได้นำความรู้ ที่ได้รับไปใช้ใน ชีวิตประจำวัน - เพื่อให้ผู้เรียน นำความรู้ที่ได้รับ ไปถ่ายทอด แก่ผู้อื่นได้	- กระตุ้นโดยนำเสนอ สถานการณ์ เพื่อให้ เกิดความสงสัยหรือ ปัญหาให้ผู้เรียนหา คำตอบ - ตั้งคำถามหรือ สถานการณ์ใหม่ๆ	- นำความรู้ที่ได้ไป ประยุกต์ใช้ - แลกเปลี่ยน ความรู้ ทักษะ ข้อมูล และแนวคิด ด้วยการพูด หรือ การเขียน	- Power Point - ข้อสอบ - รูปภาพหรือ วิดีโอ

## ตารางที่ 2 (ต่อ)

ขั้นตอน การสอน	จุดประสงค์	บทบาทของผู้สอน	บทบาทของผู้เรียน	สื่อการเรียน การสอน
		- ส่งเสริมให้ผู้เรียน นำความรู้ไปใช้	- ประยุกต์ความรู้ และทักษะ เพื่อ ศึกษาประเด็นอื่น	

### ประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก

การจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกก่อให้เกิดผลประโยชน์ต่อตัวผู้เรียน โดยจะเพิ่มแรงจูงใจในการเรียนรู้ ลดการแข่งขัน และผู้เรียนจะต้องเรียนรู้ที่จะทำงานร่วมกัน และสามารถได้ข้อมูลป้อนกลับทันที เนื่องจากว่าธรรมชาติของการเรียนรู้เป็นแบบที่ส่งเสริมการมีปฏิสัมพันธ์ต่อกันและจะเกิดการเรียนรู้ที่มีความสอดคล้องกับประสบการณ์ชีวิตของผู้เรียนที่เกิดการเชื่อมโยงความรู้เดิมและส่งเสริมความจำในระยะยาว และยังเกิดการพัฒนาทางด้านทักษะความคิดระดับสูงอย่างมีประสิทธิภาพ ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการวิเคราะห์ สังเคราะห์ และประเมินในสถานการณ์ใหม่ๆ ได้ดี และช่วยให้ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจจนสามารถเป็นผู้ใฝ่เรียนรู้ (Bonwell & Eison, 1991 อ้างถึงใน ศิริพร มโนพิเชษฐวัฒนา, 2547, หน้า 26-27) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกที่สอดคล้องกันว่าผู้เรียนจะได้รับประโยชน์ ดังนี้

1. มีความเข้าใจในมโนทัศน์ที่สอนอย่างลึกซึ้งและถูกต้อง เกิดความคงทนในการเรียนรู้และการถ่ายโยงความรู้ได้ดี

การจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกจะทำให้ผู้เรียนได้ลงมือทำกิจกรรมที่มีความสนุก ทำทาบและเร้าใจให้ติดตามอยู่เสมอ มีโอกาสใช้เวลาสร้างความคิดกับงานที่ลงมือกระทำมากขึ้น สามารถใช้มโนทัศน์ที่สำคัญในการแก้ปัญหาพัฒนาคำตอบของตนเอง บูรณาการ และพัฒนามโนทัศน์ที่กำลังเรียนอย่างเป็นระบบ ทำให้เกิดความเข้าใจในมโนทัศน์อย่างชัดเจนมีความสามารถและทักษะทั้งด้านความคิด และเทคนิควิธีที่จะใช้ปฏิบัติงานและแก้ปัญหาในชีวิตจริง

2. ได้รับประโยชน์จากข้อมูลป้อนกลับ

ผู้เรียนสามารถแก้ไข และปรับความเข้าใจในมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนได้ทันทีจากการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก เพราะได้ใช้มโนทัศน์พูดคุยและเขียนสื่อสารซึ่งกันและกัน วิचारณ์ได้แย่งระหว่างเพื่อนและผู้สอน นอกจากนี้ผู้เรียนยังสามารถจัดระบบการคิดและสร้างวินัยต่อกระบวนการแก้ปัญหา รับผิดชอบต่อการเรียนรู้ด้วยตนเอง และรู้ว่าสิ่งที่เรียนนั้นคืออะไร ส่วนผู้สอนจะได้รับประโยชน์

จากข้อมูลป้อนกลับอย่างสม่ำเสมอว่า ผู้เรียนเข้าใจหรือไม่เข้าใจอะไร ซึ่งการได้รับข้อมูลป้อนกลับนี้จะช่วยให้ผู้สอนสามารถปรับการสอนให้เหมาะสมกับผู้เรียนได้

### 3. ได้รับประโยชน์จากรูปแบบการสอนที่หลากหลาย

การจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกทำได้ดีในชั้นเรียนที่มีผู้เรียนทั้งเก่งและอ่อน โดยผู้สอนใช้วิธีการที่แตกต่างกันเพื่อให้ผู้เรียนแต่ละคนเข้าใจ และสามารถมอบหมายให้ผู้เรียนที่เรียนได้เร็วกว่าอธิบายความเข้าใจให้เพื่อนฟัง เป็นการสอนโดยเพื่อนช่วยเพื่อน

### 4. ได้รับการส่งเสริมเจตคติทางบวกต่อการเรียน

การจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกช่วยให้ผู้สอนสามารถปรับเจตคติของผู้เรียนต่อการเรียนรู้ได้ถึงแม้จะสอนในชั้นเรียนขนาดใหญ่ เนื่องจากผู้เรียนได้รับความพอใจจากเนื้อหาและแบบฝึกหัดที่สัมพันธ์กับชีวิตจริง ทำให้เห็นถึงความสำคัญ เกิดความพยายามและความรับผิดชอบต่อการเรียนรู้มากขึ้น อันเนื่องมาจากการเห็นคุณค่าของการเรียนรู้ที่ตนเองได้ลงมือปฏิบัติจริง

### 5. ได้ประโยชน์จากการมีปฏิสัมพันธ์ในชั้นเรียนกับเพื่อน

ผู้เรียนมีโอกาสดังคำถาม ตอบโต้ วิพากษ์วิจารณ์ และชื่นชมการทำงานที่มีวิธีการและมุมมองที่แตกต่างกันของแต่ละคนและแต่ละกลุ่ม สร้างความท้าทาย จูงใจ ทั้งผู้เรียนและผู้สอนให้สนุกสนาน น่าตื่นเต้น ผู้เรียนพัฒนาประสบการณ์ทางสังคมและได้เรียนรู้วิธีการเรียนด้วยตนเอง สามารถปฏิบัติร่วมกับผู้อื่นได้ดี มีมนุษยสัมพันธ์ที่ดีต่อกัน

McKeachie (1998 อ้างถึงใน วันเพ็ญ คำเทศ, 2549, หน้า 41-42) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกไว้ ดังนี้

1. เกิดการเรียนรู้แบบเข้าใจ มีความจำที่คงทน มีทักษะในการแก้ปัญหา มีเจตคติที่ดีต่อการเรียน และเกิดแรงจูงใจในการเรียน
2. สามารถพูดในสิ่งที่เรียนได้ เขียนได้สัมพันธ์กับประสบการณ์ในอดีต และนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้
3. มีความสนใจและตั้งใจเรียนมากขึ้น
4. มีความสุขและสนุกสนานกับการเรียน

จากการศึกษาประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกดังกล่าวข้างต้นสามารถสรุปได้ว่าการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกนี้จะทำให้ผู้เรียนได้รับประโยชน์ อันเนื่องมาจากการที่ทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในมโนทัศน์ที่สอนได้อย่างลึกซึ้งและถูกต้อง เกิดความจดจำได้ในระยะยาวของการเรียนรู้และการถ่ายโยงความรู้ได้ดี ตลอดจนได้พัฒนาทักษะการคิด โดยผ่านการจัดกิจกรรมที่หลากหลาย ซึ่งส่งผลให้มีความสนุกสนานในการเรียน ทำให้เกิดความสนใจและตั้งใจเรียนมากขึ้น และนอกจากนี้ผู้สอนและผู้เรียนยังได้รับประโยชน์จากการป้อนกลับข้อมูลอีกด้วย

## การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (การเรียนรู้แบบปกติ)

### ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ

มีนักการศึกษาได้เรียกวิธีการศึกษาแบบ Inquiry แตกต่างกันไป เช่น การสอนแบบสืบสวนสอบสวน การสอนแบบสืบสวน วิธีสืบเสาะหาความรู้ การเรียนการสอนโดยใช้กระบวนการคิด การสอนแบบค้นพบ

ในงานวิจัยเล่มนี้ผู้วิจัยขอใช้คำว่า “การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ” เพื่อทำให้เกิดความเข้าใจตรงกัน ซึ่งได้มีนักการศึกษาหลายท่าน ได้กล่าวถึง และให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะไว้ดังนี้

ทิสนา เขมมณี (2550, หน้า 143) ได้กล่าวถึงความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะไว้ว่า เป็นการดำเนินการเรียนการสอน โดยผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดคำถาม เกิดความคิด และลงมือแสวงหาความรู้ เพื่อนำมาประมวลหาคำตอบและข้อสรุปด้วยตนเอง โดยผู้สอนอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ต่าง ๆ ให้แก่ผู้เรียน เช่น การสืบค้นหาแหล่งข้อมูล การศึกษาข้อมูล การวิเคราะห์ การสรุปข้อมูล การอภิปรายโต้แย้งทางวิชาการและการทำงานร่วมกับผู้อื่น

สาโรช โศภิตรักษ์ (2546 อ้างถึงใน กนกวรรณ สะกิตพันธ์, 2551, หน้า 11) ได้กล่าวถึงความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะไว้ว่า “เป็นวิธีการสอนที่ผู้เรียนได้ค้นหาความรู้โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยให้ผู้เรียนค้นหาข้อเท็จจริงเพื่อพัฒนาสติปัญญาและความสามารถของผู้เรียน”

กิตติชัย สุทธาสีโนบล (2541, หน้า 33 อ้างถึงใน รุจภา ประถมวงษ์, 2551, หน้า 16-17) ได้กล่าวถึงความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะไว้ว่า เป็นกระบวนการเรียนรู้แบบหนึ่งที่สามารถตอบสนองความต้องการและพัฒนาการทางสมองของผู้เรียน โดยคำนึงถึงความรู้สึกรับรู้ประสบการณ์ ทักษะกระบวนการแสวงหาความรู้ความคิด และการกระทำเพื่อสร้างงานแห่งการเรียนรู้ อย่างหลากหลาย

ชาติรี เกิดธรรม (2545 อ้างถึงใน กนกวรรณ สะกิตพันธ์, 2551, หน้า 5) ได้กล่าวถึงความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะไว้ว่า “เป็นการสอนที่ฝึกให้ผู้เรียนค้นคว้าหาความรู้ โดยใช้กระบวนการทางความคิด หาเหตุผล จะทำให้ผู้เรียนค้นพบความรู้หรือแนวทางในการแก้ปัญหาด้วยตนเอง”

จากการศึกษาความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะดังกล่าวข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ที่ผู้สอนจะคอยช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ โดยการตั้งคำถาม หรือสถานการณ์เพื่อทำให้ผู้เรียนเกิดการคิดในการแสวงหาความรู้โดยใช้กระบวนการทางความคิด

### รูปแบบของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) (2551) ได้เสนอกระบวนการสืบเสาะ เพื่อให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ใหม่ โดยเชื่อมโยงสิ่งที่เรียนรู้เข้ากับประสบการณ์หรือความรู้เดิม เกิดเป็นความรู้หรือแนวคิดของผู้เรียนเอง ซึ่งสามารถแบ่งขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะออกเป็น 5 ขั้นตอนดังนี้

1. การสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นขั้นในการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจ ซึ่งอาจเกิดจากการสงสัย หรืออาจเริ่มจากความสนใจของตัวผู้เรียนหรือเกิดจากการอภิปรายกลุ่มในเรื่องที่สนใจ หรือจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นในช่วงเวลานั้นหรือเรื่องที่เชื่อมโยงความรู้เดิม โดยจะเป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนสนใจจากกิจกรรมที่ประกอบไปด้วยการซักถามปัญหาการทบทวนความรู้เดิมการกำหนดกิจกรรมที่จะเกิดขึ้นในการเรียนการสอนและเป้าหมาย

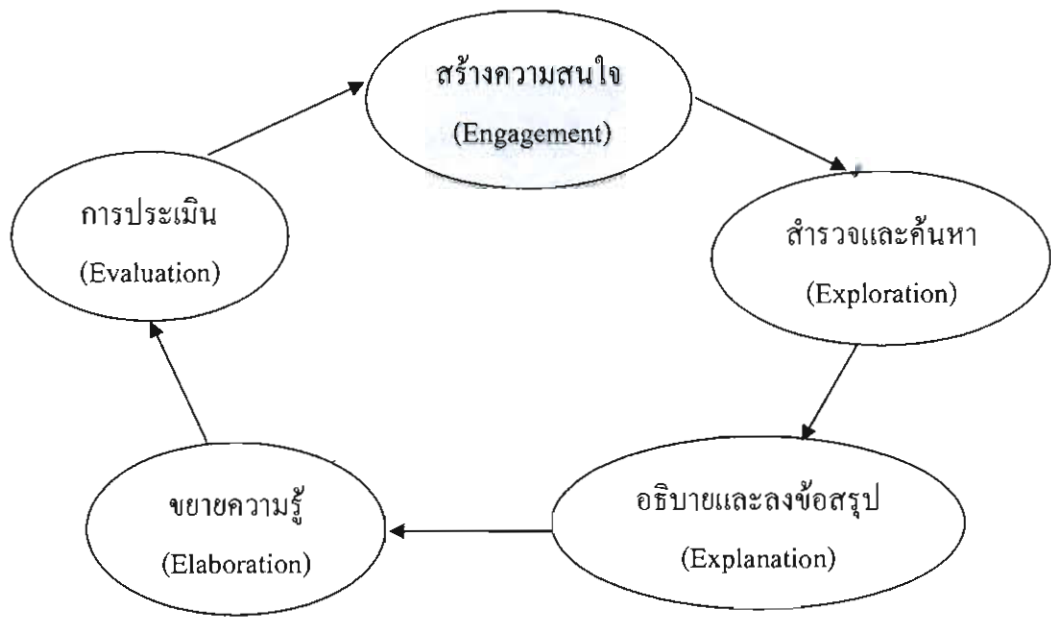
2. การสำรวจและค้นหา (Exploration) เมื่อทำความเข้าใจในประเด็นหรือคำถามที่สนใจที่จะศึกษาอย่างใดแล้ว นำมาวางแผนกำหนดแนวทางในการสำรวจ โดยเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ใช้แนวความคิดที่มีอยู่แล้วมาจัดความสัมพันธ์กับประเด็นที่สนใจเข้าด้วยกัน และลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ วิธีการตรวจสอบอาจทำได้หลายวิธี เช่น การทดลอง การสำรวจ การสืบค้นด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์หรือการศึกษาหาข้อมูลจากเอกสารอ้างอิงหรือจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ รวมทั้งเทคนิคและความรู้ทางการปฏิบัติจะดำเนินไปด้วยตัวของผู้เรียนเอง โดยมีผู้สอนทำหน้าที่เป็นเพียงผู้แนะนำหรือผู้เริ่มต้นในกรณีที่ผู้เรียนไม่สามารถหาจุดเริ่มต้นได้

3. การอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เมื่อได้ข้อมูลที่เพียงพอจากการสำรวจตรวจสอบแล้ว จึงนำข้อมูลที่ได้มาทำการวิเคราะห์ แปลผล และการนำเสนอผลในรูปแบบต่าง ๆ ได้ เช่น การบรรยายสรุป การวาดรูป และการสร้างตาราง เป็นต้น

4. การขยายความคิด (Expansion phase) เป็นการให้ผู้เรียนได้นำความรู้หรือข้อมูลที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือข้อสรุปที่ได้จากการลงข้อสรุป เพื่อนำไปใช้ในการอธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่น ๆ ได้

5. การประเมินผล (Evaluation) เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่าผู้เรียนเกิดความรู้อะไรบ้าง อย่างไร และถูกต้องมากน้อยเพียงใดข้อสรุปที่ได้จะนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่น ๆ ใช้เป็นพื้นฐานในการศึกษาครั้งต่อไป

กระบวนการสืบเสาะ จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ทั้งเนื้อหาและทฤษฎีตลอดจนการลงมือปฏิบัติ เพื่อให้ได้ความรู้ซึ่งจะเป็นพื้นฐานในการเรียนรู้ และสามารถนำความรู้หรือแบบจำลองไปใช้อธิบายหรือประยุกต์ใช้กับเหตุการณ์หรือเรื่องอื่น ๆ ทำให้เกิดกระบวนการต่อเนื่องไปเรื่อย ๆ ของการเรียนรู้แบบสืบเสาะ จึงสามารถสรุปเป็นภาพประกอบ ได้ดังนี้



ภาพที่ 3 การจัดการเรียนรู้แบบการสืบเสาะ 5 ขั้น

จากการศึกษารูปแบบของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะดังกล่าวข้างต้น สามารถสรุปได้ว่าเป็นการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ นอกจากนี้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะยังส่งเสริมความสามารถในการคิดค้นแก้ปัญหาให้แก่ผู้เรียนอย่างมีระบบ

#### บทบาทของผู้สอนกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ

วีรยุทธ วิเชียร โชติ (2548, หน้า 33-34 อ้างถึงใน สุภาภรณ์ ชุศรีพัฒน์, 2547, หน้า 56-57)

กล่าวว่า บทบาทของผู้สอนในการสอนแบบสืบเสาะ คือ

1. เป็นผู้กระตุ้นให้ผู้เรียนคิด โดยสร้างสถานการณ์ชักชวนให้ผู้เรียนตั้งคำถามสืบเสาะ
2. เป็นผู้เสริมแรง เมื่อผู้เรียนถามก็ให้แรงหนุน ยอมรับในคำถามนั้น กล่าวชมและช่วยปรับปรุงภาษาในคำถาม เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจคำถามได้กระจ่างยิ่งขึ้น
3. เป็นผู้ให้ข้อมูลย้อนกลับ ผู้สอนจะต้องเป็นผู้ทบทวนคำถาม เพื่อพิจารณาว่าผู้เรียนมีความเข้าใจอย่างไรบ้าง
4. เป็นผู้แนะแนวทางและกำกับ เพื่อให้เกิดความคิดในแนวทางที่ถูกต้องและคอยกำกับควบคุมเมื่อผู้เรียนออกนอกแนวทาง

#### บทบาทของผู้เรียนกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) (2551, หน้า 7)

1. พยายามค้นพบสิ่งที่เรียนรู้ด้วยตนเอง

2. ใช้หลักการต่าง ๆ ใช้ทักษะการสังเกต การใช้เครื่องมือ การทดลอง การสรุปที่จะนำไปสู่ความคิดที่สำคัญของบทเรียน

3. แสดงความรู้สึก หรือความคิดเห็นอย่างมีอิสระและมีเหตุผล

4. ติดตามและทำความเข้าใจในบทเรียนด้วยตนเอง

5. พูดยกถาม หรือโต้แย้งในสิ่งที่ผู้เรียนเชื่อมั่น และมีเหตุผล

จากการศึกษาบทบาทของผู้สอนและผู้เรียนกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะดังกล่าวข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า บทบาทของผู้สอนจะทำหน้าที่เป็นผู้คอยให้ความสะดวกและเป็นที่ปรึกษาชี้แนะให้แก่ผู้เรียน ส่วนบทบาทของผู้เรียนจะเกิดการแลกเปลี่ยนความรู้ รับฟังความคิดเห็นของเพื่อนผู้เรียน และรู้จะแสดงความคิดเห็นตนเองออกมา เพื่อเป็นการพัฒนาทักษะการคิด

ตารางที่ 3 การเปรียบเทียบของขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกและการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (การเรียนรู้แบบปกติ)

การจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก	การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ
1. ขั้นการนำเข้าสู่บทเรียน เป็นขั้นที่ผู้สอนทำการกระตุ้นและเร้าความสนใจด้วยการทบทวนความรู้เดิมสำหรับการสร้างความรู้ใหม่ โดยใช้ข้อคำถาม หรือการยกตัวอย่างของสถานการณ์ หรือใช้สื่อ เทคนิคต่าง ๆ นำมาสร้างเพื่อให้เกิดความสงสัยและสนใจแก่ผู้เรียน แฉงวัตถุประสงค์การเรียนรู้ และสร้างแรงจูงใจกับผู้เรียน	1. ขั้นการสร้างความสนใจ เป็นขั้นที่ผู้สอนทำการทบทวนความรู้เดิมของผู้เรียน เพื่อเป็นตัวกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ และสร้างแรงจูงใจกับผู้เรียนจากการกำหนดประเด็นที่จะศึกษา
2. ขั้นการวางแผนและการนำเสนอแผนการค้นคว้า เป็นขั้นที่ผู้เรียนได้ร่วมกันวางแผนการทำกิจกรรมต่าง ๆ จากสิ่งที่ได้รับมอบหมาย ซึ่งจะเกิดการวางแผนอย่างอิสระ เพื่อที่จะไปศึกษาค้นคว้าหาคำตอบด้วยตนเองต่อไปและผู้สอนจะคอยให้คำแนะนำอย่างใกล้ชิด	2. ขั้นการสำรวจและค้นหา เป็นขั้นที่ผู้เรียนทำความเข้าใจในประเด็นหรือคำถามที่สนใจจะศึกษาแล้ว และให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติตาม เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลของผู้เรียนจากสิ่งที่ผู้สอนได้ให้แนวทางในการศึกษาหาความรู้จากเอกสาร หรือแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลอย่างเพียงพอ

## ตารางที่ 3 (ต่อ)

การจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก	การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ
<p>3. ขั้นการลงมือศึกษาค้นคว้าโดยผู้เรียน เป็นขั้นที่ผู้เรียนลงมือปฏิบัติในการศึกษาค้นคว้าหาคำตอบด้วยตนเอง รวมถึงทำให้เกิดกระบวนการคิด การมีปฏิสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน ในการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและร่วมกันรับผิดชอบงานที่ได้รับมอบหมาย ซึ่งผู้เรียนจะเกิดการเรียนรู้จากการร่วมมือ การระดมสมอง โดยผู้สอนจะจัดเตรียมสื่อ อุปกรณ์ กิจกรรม ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ และคอยให้คำปรึกษาและอำนวยความสะดวก</p>	<p>3. ขั้นการอภิปรายและลงข้อสรุป เป็นขั้นที่ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันอภิปรายและสรุปข้อมูลจากสิ่งที่ศึกษา</p>
<p>4. ขั้นการอภิปรายและลงข้อสรุป เป็นขั้นที่ผู้เรียนจะเกิดการแลกเปลี่ยนและปรับโครงสร้างทางความรู้และสรุปความคิดรวบยอดจากสิ่งที่ได้จากการศึกษาค้นคว้า โดยการอภิปรายในกลุ่ม และผู้สอนทำการประเมินผลจากการร่วมกันอภิปราย</p>	<p>4. ขั้นการขยายความรู้ เป็นขั้นที่ผู้สอนตั้งข้อคำถามเพื่อให้ผู้เรียนนำความรู้เดิมมาเชื่อมโยงกับความรู้ใหม่</p>
<p>5. ขั้นการนำเสนอผลงาน เป็นขั้นที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนสะท้อนความคิดที่ได้รับที่เกิดจากการทำกิจกรรม เพื่อใช้ในการสร้างองค์ความรู้ใหม่ และร่วมกันอภิปรายข้อความรู้ และยกตัวอย่างเพิ่มเติมในชั้นเรียน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการปรับความคิดให้ถูกต้องและชัดเจนยิ่งขึ้น</p>	<p>5. ขั้นการประเมินผล เป็นขั้นที่ผู้สอนจะประเมินความรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่าผู้เรียนเกิดความรู้อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใดและสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่น ๆ ต่อไป</p>



## ตารางที่ 3 (ต่อ)

การจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก	การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ
<p>6. ชั้นการนำไปประยุกต์ใช้ เป็นขั้นที่ผู้สอนกระตุ้นโดยการนำเสนอสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน เพื่อให้เกิดความสงสัย ความอยากรู้ อยากเห็น เพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะและการนำความรู้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ ๆ อาจเป็นรายบุคคลหรือเป็นกลุ่ม โดยผู้สอนทำการประเมินจากการตอบคำถามของผู้เรียน ซึ่งผู้เรียนจะนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้และเกิดการแลกเปลี่ยนความรู้ ทักษะ และแนวคิดจากการพูด การเขียน</p>	

จากการศึกษาข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า ผู้เรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกนั้น ผู้เรียนเองจะเป็นผู้ที่วางแผน กำหนดแนวทางในการเรียนรู้ด้วยตนเองจากการลงมือปฏิบัติทำในกิจกรรมการเรียนการสอน และมีการกำหนดจุดมุ่งหมายในการเรียนบนพื้นฐานของการเรียนรู้ด้วยตนเอง จึงทำให้การจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกเป็นวิธีที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนและผู้สอนเกิดความกระตือรือร้นได้ เป็นรูปแบบที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญและเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง สำหรับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหรือการเรียนรู้แบบปกติผู้สอนจะเป็นผู้กำหนดแนวทางในการเรียนให้แก่ผู้เรียนเพื่อให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติในกิจกรรมต่าง ๆ จากสิ่งที่ผู้สอนได้กำหนดขึ้น

### ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี

#### ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Learning achievement) เป็นผลที่เกิดขึ้นจากปัจจัยต่าง ๆ ในการจัดการเรียนรู้ซึ่งนักการศึกษาได้ให้ความสำคัญกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เนื่องจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นดัชนีประหนึ่งที่สามารถบ่งบอกถึงคุณภาพการศึกษาดังที่ Anastasi (1976, หน้า 107 อ้างถึงใน ปริยทิพย์ บุญคง, 2546, หน้า 7) กล่าวไว้ว่า “ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีความสัมพันธ์กับองค์ประกอบด้านสติปัญญา และองค์ประกอบด้านที่ไม่ใช่สติปัญญา”

Eysenck, Arnold and Meili (1972 อ้างถึงใน ปริยทิพย์ บุญคง, 2546, หน้า 7) ได้กล่าวถึงความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ไว้ว่า

เป็นขนาดของความสำเร็จที่ได้จากการทำงานที่ต้องอาศัยความพยายามที่เป็นผลมาจากการกระทำที่ต้องอาศัยทั้งความสามารถทางร่างกายและทางสติปัญญา ดังนั้น ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจึงเป็นขนาดของความสำเร็จที่ได้จากการเรียนรู้โดยอาศัยความสามารถที่เฉพาะตัวของบุคคล ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอาจได้มาจากกระบวนการที่ไม่ต้องอาศัยการทดสอบ เช่น การสังเกตหรือการตรวจการบ้านหรืออาจในรูปของเกรดจากโรงเรียน หรือได้จากการวัดแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั่วไป

ไพศาล หวังพานิช (2536, หน้า 89 อ้างถึงใน วันเพ็ญ คำเทศ, 2549, หน้า 45) ได้กล่าวถึงความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่า

เป็นคุณลักษณะและความสามารถของบุคคลอันเกิดจากการเรียนการสอนที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมและประสบการณ์การเรียนรู้ที่เกิดขึ้นจากการฝึกอบรมหรือจากการสอบ จึงเป็นการวัดระดับความสามารถของบุคคลว่าเมื่อเรียนรู้ในเนื้อหาสาระแล้วเกิดความรู้เท่าใด ซึ่งสามารถวัดได้โดยการใช้แบบทดสอบต่าง ๆ เช่น การใช้ข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ข้อสอบวัดภาคปฏิบัติสามารถวัดได้ 2 แบบ คือ

1. การวัดด้านปฏิบัติ เป็นการวัดด้านความสามารถในการลงมือปฏิบัติ โดยใช้ทักษะของผู้เรียนเป็นการมุ่งเน้นให้ผู้เรียนแสดงความสามารถออกมาเป็นผลงานสามารถวัดได้โดยใช้แบบวัดปฏิบัติ
2. การวัดด้านเนื้อหา เป็นการวัดด้านความสามารถเกี่ยวกับเนื้อหาสาระ ซึ่งเป็นประสบการณ์เรียนรู้ รวมถึงพฤติกรรมความสามารถในด้านต่าง ๆ สามารถวัดได้โดยใช้แบบวัดผลสัมฤทธิ์

พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ (2545, หน้า 110-114 อ้างถึงใน วทัญญู วุฒิวรรณ, 2553, หน้า 42-43) ได้กล่าวถึงความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่า เป็นขนาดของความสำเร็จที่ได้จากกระบวนการเรียนการสอน ได้จำแนกวัตถุประสงค์การเรียนการสอนของบลูม (Bloom) ซึ่งมุ่งหวังให้เกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ 3 ด้าน คือ ด้านพุทธิพิสัย (Cognitive domain) ด้านจิตพิสัย (Affective domain) และด้านทักษะพิสัย (Psychomotor domain) ดังนี้

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านพุทธิพิสัย

ในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ด้านวิชาการตามหลักของคลอฟเฟอร์ วัดได้จากพฤติกรรม 4 ด้าน คือ ความรู้ ความเข้าใจ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การนำความรู้ และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1.1 พฤติกรรมด้านความรู้ หมายถึง พฤติกรรมที่แสดงว่าผู้เรียนมีความจำเรื่องต่าง ๆ ที่ได้รับรู้จากการค้นคว้าด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากการอ่านหนังสือและการฟังคำบรรยาย เป็นต้น ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ แบ่งเป็น 9 ประเภท

### 1.1.1 ความรู้เกี่ยวกับความจริง

ความจริงซึ่งมีอยู่แล้วในธรรมชาติ สามารถสังเกตได้โดยตรง และทดลองแล้วได้ผลเหมือนเดิมทุกครั้ง เช่น กรดมิรสปรีียว ดวงอาทิตย์ขึ้นทางทิศตะวันออก เป็นต้น

### 1.1.2 ความรู้เกี่ยวกับมโนคติหรือมโนทัศน์

มโนคติหรือมโนทัศน์ คือ การนำความรู้เกี่ยวกับความจริงหลาย ๆ ส่วนที่มีความเกี่ยวข้องกันมาผสมผสานเป็นความรู้ใหม่ซึ่งเรียกว่า ความคิดรวบยอด เช่น มโนคติเกี่ยวกับความหนาแน่นของสาร การเจริญเติบโต เป็นต้น

### 1.1.3 ความรู้เกี่ยวกับหลักการ และกฎวิทยาศาสตร์

หลักการเป็นความจริงที่ใช้เป็นหลักอ้างอิงได้ จากการนำมโนคติที่มีความเกี่ยวข้องกันมาผสมผสานอธิบายเป็นความรู้ใหม่ ส่วนกฎวิทยาศาสตร์ คือ หลักการที่เน้นเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างเหตุกับบุคคล เช่น กฎของอาร์คิมิดีส กฎของเมนเดล เป็นต้น

### 1.1.4 ความรู้เกี่ยวกับข้อตกลง

ข้อตกลง เป็นการตกลงร่วมกันของนักวิทยาศาสตร์ในการใช้อักษรย่อและเครื่องหมายต่าง ๆ แทนพูดเฉพาะ เช่น Ag แทนธาตุโลหะเงิน

### 1.1.5 ความรู้เกี่ยวกับขั้นตอนของปรากฏการณ์ต่าง ๆ

ปรากฏการณ์ธรรมชาติบางอย่างมีการหมุนเวียนเป็นวัฏจักรเป็นวงชีวิตซึ่งสามารถบอกลำดับขั้นตอนของปรากฏการณ์ต่าง ๆ ได้ถูกต้อง เช่น วัฏจักรของน้ำ วัฏจักรของก๊าซในโตรเจน วงจรชีวิตของผึ้ง เป็นต้น

### 1.1.6 ความรู้เกี่ยวกับเกณฑ์ในการแบ่งประเภทของสิ่งต่าง ๆ

ในการแบ่งสิ่งต่าง ๆ ออกเป็นประเภทนั้นต้องมีเกณฑ์เป็นมาตรฐานในการแบ่ง ดังนั้น ผู้เรียนจะต้องรู้เกณฑ์เพื่อใช้จัดจำพวกสิ่งต่าง ๆ เช่น เกณฑ์การแบ่งประเภทของสิ่งมีชีวิต ออกเป็นพืชและสัตว์ เป็นต้น

### 1.1.7 ความรู้เกี่ยวกับเทคนิคและกรรมวิธีทางวิทยาศาสตร์

เทคนิคและกรรมวิธีทางวิทยาศาสตร์มีหลายวิธีที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ เช่น วิธีศึกษาการเจริญเติบโตของเซลล์ และการแบ่งเซลล์ กรรมวิธีทางวิทยาศาสตร์นี้ เน้นเฉพาะความสามารถที่จะบอกถึงสิ่งที่ผู้เรียนรู้เท่านั้น และความรู้นี้ได้มาจากการอ่านหนังสือหรือการบอกเล่าของผู้สอน ไม่ใช่ความรู้ที่ได้มาจากการบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

### 1.1.8 ความรู้เกี่ยวกับศัพทวิทยาศาสตร์

ศัพทวิทยาศาสตร์ซึ่งว่าด้วยคำนิยามต่าง ๆ และการใช้ศัพท์เฉพาะทางวิทยาศาสตร์ เช่น หินปูนเป็นแร่ธาตุชนิดหนึ่ง นำเป็นสารประกอบชนิดหนึ่ง

### 1.1.9 ความรู้เกี่ยวกับทฤษฎี

ทฤษฎี เป็นข้อความที่ใช้อธิบาย และพยากรณ์ปรากฏการณ์ต่าง ๆ เช่น ทฤษฎีสัมพันธภาพ ทฤษฎีวิวัฒนาการ ทฤษฎีอะตอม

1.2 พฤติกรรมด้านความเข้าใจ หมายถึง พฤติกรรมที่ผู้เรียนใช้ความคิดที่สูงกว่าความรู้ ความจำ แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1.2.1 ความเข้าใจข้อเท็จจริง วิธีการ กฎเกณฑ์ หลักการ และทฤษฎีต่าง ๆ เป็นการบรรยายในรูปแบบใหม่ที่แตกต่างจากที่เคยเรียนมา กล่าวคือ ผู้เรียนเคยเรียนรู้ โนมติของวัฏจักรใดวัฏจักรหนึ่งมา และเมื่อได้รับข้อมูลของอีกสิ่งหนึ่งที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับรูปแบบวัฏจักรก็สามารถใช้ โนมติของวัฏจักรมาอธิบายสิ่งนั้นได้ เช่น ผู้เรียนได้เรียนรู้วัฏจักรของน้ำเมื่อได้รับข้อมูลของการเจริญเติบโตของพืช ผู้เรียนสามารถนำความรู้เกี่ยวกับวัฏจักรของน้ำมาอธิบายเป็นวัฏจักรของการเจริญเติบโตของพืชได้

1.2.2 ความเข้าใจเกี่ยวกับการแปลความหมายของข้อเท็จจริง คำศัพท์ โนมติ หลักการ และทฤษฎีที่อยู่ในรูปของสัญลักษณ์หนึ่งไปเป็นรูปของสัญลักษณ์อื่นได้ เช่น ในการศึกษาเรื่อง แรง ถ้าผู้สอนกำหนดโจทย์ว่า ม้าตัวหนึ่งลากรถไปตามถนนที่ขรุขระ ผู้เรียนสามารถแปลความหมายเป็นรูปเวกเตอร์ของแรงได้

1.3 พฤติกรรมด้านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมที่ผู้เรียนแสวงหาความรู้ และแก้ปัญหาด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งการดำเนินการต้องอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์

1.4 พฤติกรรมด้านการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ หมายถึง พฤติกรรมที่ผู้เรียนนำความรู้ โนมติ หลักการ กฎ ทฤษฎี ตลอดจนวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ได้ โดยสามารถแก้ปัญหา 3 ประเภท คือ

1.4.1 ปัญหาที่เป็นเรื่องของวิทยาศาสตร์ในสาขาเดียวกัน ส่วนมากเป็นสถานการณ์ทั่วไปในชั้นเรียนที่ผู้เรียนต้องนำความรู้หรือทักษะที่ได้จากการเรียนไปแก้ปัญหาเรื่องอื่นที่อยู่ในวิชาเดียวกัน เช่น การตอบคำถาม ทำไมหลอดไฟฟ้าจึงสว่างขึ้นเมื่อเราเปิดสวิตช์ ปัญหานี้เกี่ยวกับวิชาไฟฟ้า

1.4.2 ปัญหาที่เป็นเรื่องของวิทยาศาสตร์สาขาอื่นซึ่งเป็นปัญหาเดี่ยวแต่เกี่ยวข้องกับวิชาวิทยาศาสตร์สองสาขาขึ้นไป เช่น ถามว่า ถ้าหินปูนเกิดขึ้นได้อย่างไร ปัญหานี้เกี่ยวกับวิชาฟิสิกส์และเคมี

1.4.3 ปัญหาที่เป็นเรื่องของการนำวิทยาศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ ซึ่งเกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีต่าง ๆ เช่น ทำอย่างไรจึงจะเพิ่มผลผลิตข้าวโพดจากฟาร์มได้

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านจิตพิสัย เป็นผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่เน้นความสนใจ ความซาบซึ้ง เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ Carin and Sund (1975, p. 4-5) ได้เสนอวิธีการวัดผู้มีพฤติกรรมด้านเจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้วยการสังเกตโดยใช้แบบสังเกตทั่วไป วัดด้วยแบบวัดที่เป็นมาตราประมาณค่า ประเมินด้วยแบบประเมินตนเอง การสัมภาษณ์ รายงานข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับตนเอง

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะพิสัย เป็นผลสัมฤทธิ์ที่เน้นความชำนาญในการปฏิบัติและดำเนินงาน เช่น การใช้อุปกรณ์ เครื่องมือต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง รวดเร็วและแม่นยำขณะทำการทดลองหรือปฏิบัติการ โครงการใด โครงการหนึ่ง วิธีวัดพฤติกรรมด้านทักษะพิสัย วัดโดยการสังเกตขณะปฏิบัติการทดลอง

จากการศึกษาความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นผลของการวัดที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงและประสบการณ์ของการเรียนรู้ในเนื้อหาสาระที่เรียนมาแล้วนั้นว่าเกิดการเรียนรู้มากขึ้นเพียงใด มีความสามารถแบบใดที่สามารถวัดได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในลักษณะต่าง ๆ และการวัดผลตามสภาพจริงเป็นการบ่งบอกถึงคุณภาพทางการศึกษา ซึ่งสามารถทำการวัดได้ทั้ง 3 ด้าน คือ ด้านพุทธิพิสัย ด้านจิตพิสัย และด้านทักษะพิสัย

#### ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

สมนึก กัททิษณี (2553, หน้า 78-82) ได้กล่าวถึงความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ไว้ว่าเป็นแบบทดสอบที่วัดสมรรถภาพทางสมอง ที่ผู้เรียนได้รับการเรียนรู้ผ่านมาแล้ว ซึ่งแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ แบบทดสอบที่ผู้สอนสร้างขึ้นกับแบบทดสอบมาตรฐานแต่เนื่องจากผู้สอนจะต้องทำหน้าที่ในการวัดผลของผู้เรียน คือ เขียนข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในเนื้อหาที่ได้สอน ซึ่งเกี่ยวข้องกับโดยตรงกับแบบทดสอบที่ผู้สอนสร้างและมีหลายแบบแต่ที่นิยมใช้มี 6 แบบ ดังนี้

1. ข้อสอบแบบอัตนัยหรือความเรียงลักษณะทั่วไปเป็นข้อสอบที่มีเฉพาะคำถามแล้วให้ผู้เรียนเขียนตอบอย่างอิสระ เขียนบรรยายตามความรู้และข้อคิดเห็นในแต่ละคน

2. ข้อสอบแบบกาถูก-ผิด ลักษณะทั่วไปเป็นข้อสอบแบบกาถูก-ผิด คือ เป็นข้อสอบแบบเลือกตอบที่มี 2 ตัวเลือก แต่ตัวเลือกดังกล่าวเป็นแบบคงที่และมีความหมายตรงกันข้ามกัน เช่น ถูก-ผิด ใช่-ไม่ใช่ จริง-ไม่จริง เหมือนกัน-ต่างกัน เป็นต้น

3. ข้อสอบแบบเติมคำ ลักษณะทั่วไปจะเป็นข้อสอบแบบที่ประกอบด้วยประโยคหรือข้อความสั้น ๆ ที่ยังไม่สมบูรณ์ เพื่อให้ผู้ตอบเติมคำหรือประโยคหรือข้อความลงในช่องว่างที่เว้นไว้ เพื่อให้มีใจความสมบูรณ์และถูกต้อง

4. ข้อสอบแบบตอบสั้น ๆ ลักษณะทั่วไปข้อสอบประเภทนี้จะคล้ายกับข้อสอบแบบเติมคำ แต่ต่างกันตรงที่ข้อสอบแบบตอบสั้น ๆ จะเป็นการเขียนประโยคคำถามสมบูรณ์ (ข้อสอบเติมคำเป็นประโยคที่ยังไม่สมบูรณ์) แล้วให้ผู้ตอบเป็นคนเขียนคำตอบที่ต้องการแบบสั้นและกะทัดรัด เพื่อให้ได้ใจความสมบูรณ์ ไม่ใช่เป็นการบรรยายเหมือนกับแบบข้อสอบอัตนัย

5. ข้อสอบแบบจับคู่ลักษณะทั่วไปจะเป็นข้อสอบเลือกตอบชนิดหนึ่งที่มีคำหรือข้อความแยกออกจากกันเป็น 2 ชุด เพื่อให้ผู้ตอบเลือกจับคู่ว่าแต่ละข้อความในชุดหนึ่ง (ตัวขึ้น) จะคู่กับคำหรือข้อความใดในอีกชุดหนึ่ง (ตัวเลือก) ซึ่งต้องมีความสัมพันธ์กันอย่างไรอย่างหนึ่งอย่างมีเหตุผลตามที่ผู้ออกข้อสอบกำหนดไว้

6. ข้อสอบแบบเลือกตอบลักษณะทั่วไปข้อสอบแบบเลือกตอบนี้จะประกอบด้วย 2 ตอน ตอนนำหรือคำถามกับตอนเลือก ในตอนเลือกนี้จะประกอบด้วยตัวเลือกที่เป็นคำตอบถูกและที่เป็นตัวลวง ปกติจะมีคำถามที่กำหนดให้นักเรียนพิจารณาแล้วหาตัวเลือกที่ถูกต้องมากที่สุดเพียงตัวเลือกเดียวจากตัวเลือกอื่น ๆ

เยาวดี วิบูลย์ศรี (2551, หน้า 23-24) ได้กล่าวความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ไว้ว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมี 2 ประเภท คือ

1. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์มาตรฐาน เป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นโดยกลุ่มผู้เชี่ยวชาญมากกว่าที่สร้างขึ้นโดยบุคคลใดบุคคลหนึ่งเพียงบุคคลเดียวเท่านั้น มีจุดมุ่งหมายเพื่อนำไปใช้เปรียบเทียบความสามารถของผู้เรียนแต่ละคน หรือเปรียบเทียบระหว่างชั้นเรียน หรือระหว่างโรงเรียนในกลุ่มประชากรที่กว้างขึ้น

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้สอนสร้าง เป็นแบบทดสอบที่ผู้สอนใช้เป็นเครื่องมือสำหรับการเรียน โดยเฉพาะ คือ ใช้วัดความก้าวหน้าเกี่ยวกับผลการเรียนของผู้เรียนใช้ค้นหาข้อบกพร่องของระบบการเรียนการสอน ใช้ในการตัดสินใจเป้าหมายของหลักสูตรในแต่ละหน่วยการเรียนว่า ได้บรรลุผลตามที่คาดหวังไว้หรือไม่ และใช้ในการตัดสินใจผลการเรียนของผู้เรียนด้วย

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2549, หน้า 146) ได้กล่าวถึงความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่าเป็นแบบทดสอบที่วัดความรู้ของนักเรียนหลังจากที่ได้เรียนไปแล้ว ซึ่งมักจะเป็นข้อคำถามให้ผู้เรียนตอบด้วยกระดาษและดินสอกับให้นักเรียนปฏิบัติจริง ซึ่งแบ่งแบบทดสอบประเภทนี้เป็น 2 ประเภท คือ

1. แบบทดสอบของผู้สอน หมายถึง **ชุดของข้อคำถาม**ที่ผู้สอนเป็นผู้สร้างขึ้นเป็นข้อคำถามที่เกี่ยวกับความรู้ที่ผู้เรียนได้เรียนในห้องเรียน**เป็นการทดสอบว่าผู้เรียนมีความรู้มากแค่ไหน** บทพร่องในส่วนใดจะได้สอนซ่อมเสริมหรือเป็นการวัดเพื่อดูความพร้อมที่จะเรียนในเนื้อหาใหม่ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความต้องการของผู้สอน

2. แบบทดสอบมาตรฐาน หมายถึง **แบบทดสอบที่สร้างขึ้นจากผู้เชี่ยวชาญ**ในแต่ละสาขาวิชาหรือจากผู้สอนที่สอนวิชานั้นแต่ผ่านการทดลอง**หาคุณภาพ**หลายครั้งจนมีคุณภาพดีจึงสร้างเกณฑ์ปกติของแบบทดสอบนั้นสามารถใช้หลักและ**เปรียบเทียบผล**เพื่อประเมินค่าของการเรียนการสอนในเรื่องใด ๆ ก็ได้ แบบทดสอบมาตรฐานจะมีคู่มือดำเนินการสอบบอกถึงวิธีการและยังมีมาตรฐานในด้านการแปลคะแนนด้วยทั้งแบบทดสอบของผู้สอนและแบบทดสอบมาตรฐานจะมีวิธีการในการสร้างข้อคำถามที่เหมือนกันเป็นคำถามที่วัดเนื้อหาและพฤติกรรมที่ได้สอนผู้เรียนไปแล้ว สำหรับที่ใช้วัดพฤติกรรมที่สามารถตั้งคำถามวัดได้ มักนิยมใช้ตามหลักที่ได้จากนักวัดผลซึ่ง บลูม (Bloom) ได้เขียนรวมไว้ในหนังสือ (Taxonomy of Educational Objectives) โดยสรุปได้ว่า การวัดผลด้านสติปัญญาควรวัดพฤติกรรมออกเป็น 6 ระดับ ดังนี้

วัดด้านความรู้ความจำ (Knowledge)

วัดด้านความเข้าใจ (Comprehension)

วัดด้านการนำไปใช้ (Application)

วัดด้านการวิเคราะห์ (Analysis)

วัดด้านการสังเคราะห์ (Synthesis)

วัดด้านการประเมินค่า (Evaluation)

การวัดพฤติกรรมทั้ง 6 ด้านนี้ จะใช้แบบทดสอบประเภทอัตนัยหรือปรนัยก็ได้ โดยข้อสำคัญอยู่ที่คำถาม

จากการศึกษาประเภทแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดังกล่าวข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า เป็นความรู้ความสามารถของผู้เรียนอันเกิดมาจากการเรียนการสอน สามารถวัดได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยวัดพฤติกรรมด้านสติปัญญาตามแนวคิดของบลูมใน 6 ระดับ คือ ความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์และการประเมินค่า

**หลักเกณฑ์ในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน**

ปรีททิพย์ บุญคง (2546, หน้า 13-15) ได้กล่าวไว้ว่า ในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ได้จากการวิเคราะห์จากนักการศึกษาหลาย ๆ ท่าน ที่กล่าวถึงหลักเกณฑ์ไว้สอดคล้องกัน และได้ลำดับเป็นขั้นตอน ดังนี้

1. เนื้อหาหรือทักษะที่ครอบคลุมในแบบทดสอบนั้นจะต้องเป็นพฤติกรรมที่สามารถวัดผลสัมฤทธิ์ได้
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ใช้แบบทดสอบวัดนั้นถ้านำไปเปรียบเทียบกันจะต้องให้ทุกคนมีโอกาสเรียนรู้ในสิ่งต่าง ๆ เหล่านั้นได้ครอบคลุมและเท่าเทียมกัน
3. วัดให้ตรงกับจุดประสงค์การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนควรจะวัดตามวัตถุประสงค์ทุกอย่างของการสอนและจะต้องมั่นใจว่าได้วัดสิ่งที่ต้องการจะวัดได้จริง
4. การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นการวัดความจริงของงานของผู้เรียน การเปลี่ยนแปลงและความก้าวหน้าไปสู่วัตถุประสงค์ที่วางไว้ ดังนั้นผู้สอนควรจะทราบมาก่อนเรียนผู้เรียนมีความรู้ความสามารถอย่างไรเมื่อเรียนเสร็จแล้วมีความรู้แตกต่างจากเดิมหรือไม่โดยการทดสอบก่อนเรียนและทดสอบหลังเรียน
5. การวัดผลเป็นการวัดผลทางอ้อมเป็นการยากที่จะใช้ข้อสอบแบบเขียนตอบวัดพฤติกรรมตรง ๆ ของบุคคลได้ สิ่งที่วัดได้คือการตอบสนองต่อข้อสอบ ดังนั้นการเปลี่ยนวัตถุประสงค์ให้เป็นพฤติกรรมที่จะสอบจะต้องทำอย่างรอบคอบและถูกต้อง
6. การวัดการเรียนรู้เป็นการยากที่จะวัดทุกสิ่งทุกอย่างที่สอนได้ภายในเวลาจำกัด สิ่งที่วัดได้เป็นเพียงตัวแทนของพฤติกรรมทั้งหมดเท่านั้น ดังนั้นต้องมั่นใจว่าสิ่งที่วัดนั้นเป็นตัวแทนแท้จริงได้
7. การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นเครื่องช่วยพัฒนาการสอนของผู้สอนและเป็นเครื่องช่วยในการเรียนของผู้เรียน
8. ในการศึกษาที่สมบูรณ์นั้นสิ่งสำคัญไม่ได้อยู่ที่การทดสอบแต่เพียงอย่างเดียว การทบทวนการสอนของผู้สอนก็เป็นสิ่งสำคัญยิ่ง
9. การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนควรจะเน้นในการวัดความสามารถในการใช้ความรู้ให้เป็นประโยชน์หรือการนำความรู้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ ๆ
10. ควรใช้คำถามให้สอดคล้องกับเนื้อหาวิชาและวัตถุประสงค์ที่วัด
11. ให้ข้อสอบมีความเหมาะสมกับผู้เรียนในด้านต่าง ๆ เช่น ความยากง่ายพอเหมาะ มีเวลาพอสำหรับผู้เรียนในการทำข้อสอบ

จากการศึกษาหลักการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดังกล่าวข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า การสร้างแบบทดสอบให้มีคุณภาพวิธีการสร้างแบบทดสอบที่เป็นคำถามเพื่อวัดเนื้อหาและพฤติกรรมที่สอนไปแล้วต้องตั้งคำถามที่สามารถวัดพฤติกรรมการเรียนการสอนได้อย่างครอบคลุมและตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้ที่จะวัด



## การคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีตามแนวคิดของบลูม มานูรณาการร่วมกับทฤษฎีการคิด วิเคราะห์ของมาร์ซาโน

### ความหมายของการคิดวิเคราะห์

การคิดวิเคราะห์เป็นความสามารถทางสมองที่นักการศึกษาและนักจิตวิทยาได้ทำการศึกษาและให้นิยามไว้ดังนี้

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (2546, หน้า 24) ได้กล่าวถึงความหมายของการคิดวิเคราะห์ไว้ว่า “เป็นความสามารถในการจำแนก แจกแจงองค์ประกอบต่าง ๆ ของสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือเรื่องใดเรื่องหนึ่ง และหาความสัมพันธ์เชิงเหตุผลระหว่างองค์ประกอบเหล่านั้น เพื่อค้นหาสาเหตุที่แท้จริงของสิ่งที่เกิดขึ้น”

ลักขณา สรวิวัฒน์ (2549, หน้า 69) ได้กล่าวถึงความหมายของการคิดวิเคราะห์ไว้ว่าเป็นความสามารถในการแยกแยะส่วนย่อย ๆ ของเหตุการณ์ เรื่องราว หรือเนื้อเรื่องต่าง ๆ ว่าประกอบด้วยอะไร มีจุดมุ่งหมายหรือประสงค์ต่อสิ่งใด และส่วนย่อย ๆ ที่สำคัญนั้นแต่ละเหตุการณ์เกี่ยวข้องกันอย่างไรบ้าง และเกี่ยวข้องกันโดยอาศัยหลักการใด เพื่อให้เกิดความชัดเจนและความเข้าใจจนสามารถนำไปสู่การตัดสินใจได้อย่างถูกต้อง

Good (1973, p. 680 อ้างถึงใน รุ่งระวี ศิริบุญนาม, 2551, หน้า 32) ได้กล่าวถึงความหมายของการคิดวิเคราะห์ไว้ว่า “เป็นการคิดอย่างรอบคอบ ตามหลักของการประเมินและมีหลักฐานอ้างอิงเพื่อหาข้อสรุปที่น่าจะเป็นไปได้ ตลอดจนพิจารณาองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องทั้งหมด และใช้กระบวนการตรรกวิทยาได้อย่างถูกต้องอย่างสมเหตุสมผล”

Dewey (1976, p. 30 อ้างถึงใน รุ่งระวี ศิริบุญนาม, 2551, หน้า 31) ได้กล่าวถึงความหมายของการคิดวิเคราะห์ไว้ว่า “เป็นการคิดอย่างใคร่ครวญไตร่ตรอง โดยอธิบายขอบเขตของการคิดวิเคราะห์ว่าเป็นการคิดที่เริ่มต้นจากสถานการณ์ที่มีความยุ่งยาก และสิ้นสุดลงด้วยสถานการณ์ที่มีความชัดเจน”

ชวาล แพรัตกุล (2542, หน้า 257) ได้กล่าวถึงความหมายการคิดวิเคราะห์ไว้ว่า “เป็นความสามารถในการแยกสิ่งของต่าง ๆ ออกเป็นส่วนย่อย ๆ ตามหลักการและกฎเกณฑ์ที่กำหนดให้ เพื่อค้นหาความจริงต่าง ๆ ที่แฝงอยู่ในเรื่องราวนั้น”

Bloom (1976 อ้างถึงใน ลักขณา สรวิวัฒน์, 2549, หน้า 69) ได้กล่าวถึงความหมายการคิดวิเคราะห์ไว้ว่า เป็นความสามารถในการแยกแยะ เพื่อหาส่วนย่อยของเหตุการณ์เรื่องราวหรือเนื้อหาต่าง ๆ ว่าประกอบด้วยอะไร มีความสำคัญอย่างไร อะไรเป็นเหตุ อะไรเป็นผล และที่เป็นอย่างนั้นอาศัยหลักการอะไร

จากการศึกษาความหมายของการคิดวิเคราะห์ ดังกล่าวข้างต้นสามารถสรุปได้ว่าเป็นความสามารถในการจำแนก แยกแยะองค์ประกอบต่าง ๆ ความเป็นมาเป็นอย่างไร ซึ่งจะพยายาม

หาข้อเท็จจริงที่ถูกต้องว่าผลลัพธ์นั้น เกิดจาก “สาเหตุที่แท้จริงคืออะไร” เพื่อหาความสัมพันธ์เชิงเหตุผลระหว่างองค์ประกอบเหล่านั้น โดยอาศัยข้อมูล และข้อเท็จจริง

#### การคิดวิเคราะห์ตามแนวคิดของบลูม

Bloom (1956, pp. 201-207 อ้างถึงใน ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ, 2556, หน้า 56-57) จำแนกตามพฤติกรรมการคิดวิเคราะห์ได้ดังนี้

1. การวิเคราะห์ความสำคัญ (Analysis of element) หมายถึง ความสามารถในการค้นหาคุณลักษณะที่เด่นชัดของเรื่องราวในแง่ของมุมต่าง ๆ ตามกฎเกณฑ์ที่กำหนดให้ จำแนกออกเป็น

1.1 การวิเคราะห์ชนิด หมายถึง ความสามารถในการจำแนก บอกชนิด ลักษณะ ประเภทของข้อความ เรื่องราว วัตถุประสงค์ของ เหตุการณ์ และการกระทำต่าง ๆ ตามกฎเกณฑ์และหลักการใหม่ที่ได้นำมาพิจารณาให้

1.2 การวิเคราะห์สิ่งสำคัญ หมายถึง ความสามารถในการค้นหาสิ่งที่มีความหมายของเรื่องราวในแง่มุมต่าง ๆ เช่น ให้จับความสำคัญที่เป็นเนื้อหาสาระและแก่นสารของเรื่องราว เพื่อวิเคราะห์หาผลลัพธ์ผลสรุป ความเด่นที่มีคุณค่า และความด้อยที่ไร้สาระ หรือสิ่งที่มีอิทธิพลทั้งโดยตรงและโดยอ้อมต่อเรื่องราวในทางใดทางหนึ่ง

1.3 การวิเคราะห์เสถียร หมายถึง ความสามารถในการแยกแยะ ค้นหาเจตนา ความคิดที่ซ่อนแฝงอยู่ในข้อความ เรื่องราว วัตถุประสงค์ของ เหตุการณ์และการกระทำ หรือเหตุการณ์ใด เหตุการณ์หนึ่ง

2. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ (Analysis of relationship) หมายถึง ความสามารถในการค้นหาความเกี่ยวข้องหรือสัมพันธ์กันระหว่างคุณลักษณะสำคัญใด ๆ ของเรื่องราว และสิ่งต่าง ๆ เช่น โคลง กลอน บทความ เป็นต้น

3. การวิเคราะห์หลักการ (Analysis of organizational principles) หมายถึง ความสามารถในการค้นหาโครงสร้างและระบบของเรื่องราวและสิ่งต่าง ๆ ตลอดจนการกระทำต่าง ๆ ว่าสิ่งเหล่านั้นรวมกัน โดยมีสิ่งใดมาเป็นตัวเชื่อมโยง หรือมีอะไรเป็นหลักเป็นแกนกลาง สามารถจำแนกเป็น

3.1 การวิเคราะห์โครงสร้าง หมายถึง ความสามารถในการวิเคราะห์เรื่องราวและสิ่งต่าง ๆ ว่ามีสิ่งใดเป็นตัวเชื่อมโยงสิ่งย่อย ๆ เหล่านั้นเข้ามาเป็นรูปเดียวกัน

3.2 การวิเคราะห์หลักการ หมายถึง ความสามารถในการวิเคราะห์เรื่องราวและสิ่งต่าง ๆ ว่ายึดถืออะไรเป็นหลักและเป็นแนวทางในการปฏิบัติ

### การคิดวิเคราะห์ตามแนวของมาร์ซาโน

Marzano (2001, หน้า 30-60 อ้างถึงใน ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ, 2556, หน้า 59-60) ได้มีการพัฒนารูปแบบจุดมุ่งหมายทางการศึกษารูปแบบใหม่ ซึ่งประกอบไปด้วยความรู้ 3 ประเภท และกระบวนการจัดกระทำข้อมูล 6 ระดับ ดังนี้

#### ประเภทของความรู้

1. ข้อมูล เน้นการจัดระบบความคิดเห็น จากข้อมูลง่ายสู่ข้อมูลยาก เป็นระดับความคิดรวบยอด ข้อเท็จจริง ลำดับเหตุการณ์ สมเหตุสมผลเฉพาะเรื่องและหลักการ
2. กระบวนการ เน้นกระบวนการเพื่อการเรียนรู้ จากทักษะสู่กระบวนการอัตโนมัติ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของความสามารถที่สะสมไว้
3. ทักษะ เน้นการเรียนรู้ที่ใช้ระบบโครงสร้างกล้ามเนื้อ จากทักษะง่ายสู่กระบวนการที่ซับซ้อนขึ้น

#### กระบวนการจัดกระทำกับข้อมูลมี 6 ระดับ ดังนี้

ระดับที่ 1 ขั้นรวบรวม เป็นการคิดทบทวนความรู้เดิม รับข้อมูลใหม่และเก็บเป็นคลังข้อมูลไว้เป็นการถ่ายโยงความรู้จากความจำถาวรนำมาสู่ความจำที่นำไปใช้ในการปฏิบัติการ โดยไม่จำเป็นต้องเข้าใจโครงสร้างของความรู้นั้น

ระดับที่ 2 ขั้นเข้าใจ เป็นการเข้าใจสาระที่เรียนรู้สู่การเรียนรู้ใหม่ในรูปแบบการใช้สัญลักษณ์ เป็นการสังเคราะห์โครงสร้างพื้นฐานของความรู้นั้น โดยเข้าใจประเด็นที่สำคัญ

ระดับที่ 3 ขั้นวิเคราะห์ เป็นการจำแนกความเหมือนและความแตกต่างอย่างมีหลักการ จัดหมวดหมู่ที่สัมพันธ์กับความรู้ การสรุปอย่างสมเหตุสมผลโดยสามารถบ่งชี้ถึงข้อผิดพลาดได้ การประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่โดยใช้ฐานความรู้และการคาดการณ์ผลที่ตามมาบนพื้นฐานของข้อมูล

ระดับที่ 4 ขั้นใช้ความรู้ให้เป็นประโยชน์เป็นการตัดสินใจในสถานการณ์ที่ไม่มีคำตอบชัดเจน การแก้ไขปัญหาที่ยุ่งยาก การอธิบายปรากฏการณ์ที่แตกต่าง และการพิจารณาหลักฐานสู่การสรุปสถานการณ์ที่มีความซับซ้อน การตั้งข้อสมมติฐานและการทดลองสมมติฐานนั้นบนพื้นฐานของความรู้

ระดับที่ 5 ขั้นบูรณาการความรู้ เป็นการจัดระบบความคิดเพื่อบรรลุเป้าหมายการเรียนรู้ที่กำหนด การกำกับ ติดตามการเรียนรู้และการจัดขอบเขตการเรียนรู้

ระดับที่ 6 ขั้นจัดระบบแห่งตน เป็นการสร้างระดับแรงจูงใจต่อภาวะการเรียนรู้และการะงานที่ได้รับมอบหมายในการเรียนรู้รวมทั้งความตระหนักในความสามารถของการเรียนรู้ที่ตนมี

ขั้นการคิดวิเคราะห์ของมาร์ซาโน สามารถจำแนกออกได้เป็น

1. ทักษะการจำแนก เป็นความสามารถในการแยกแยะส่วนย่อยต่าง ๆ ทั้งเหตุการณ์ เรื่องราวสิ่งของออกเป็นส่วนย่อย ๆ ให้เข้าใจง่ายอย่างมีหลักการ สามารถบอกรายละเอียดของสิ่งต่าง ๆ ได้

2. ทักษะการจัดหมวดหมู่ เป็นความสามารถในการจัดประเภท จัดลำดับ จัดกลุ่มของสิ่งที่มีลักษณะคล้ายคลึงกันเข้าด้วยกัน โดยยึดโครงสร้างลักษณะหรือคุณสมบัติที่เป็นประเภทเดียวกัน

3. ทักษะการเชื่อมโยงเป็นความสามารถในการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของข้อมูลต่าง ๆ ว่ามีความสัมพันธ์กันอย่างไร

4. ทักษะการสรุปความเป็นความสามารถในการจับประเด็นและสรุปผลจากสิ่งที่กำหนดให้

5. การประยุกต์ เป็นความสามารถในการนำความรู้ หลักการและทฤษฎีมาใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ สามารถคาดการณ์ ประมาณ ขยายความ คาดเดาสິงที่จะเกิดขึ้นในอนาคตได้

ถ้าทำการสังเคราะห์ตามแนวคิดของบลูม (Bloom's taxonomy) และมาร์ซาโน (Marzano's Taxonomy) จึงสามารถเชื่อมโยงเพื่อเป็นกรอบแนวคิดทักษะการคิดวิเคราะห์ โดยสรุปออกมาได้เป็น 5 ด้าน ตามทฤษฎีการคิดของมาร์ซาโน เป็นสำคัญ เพราะทฤษฎีการคิดของบลูม เมื่อนำมาบูรณาการกับทฤษฎีการคิดของมาร์ซาโน พบว่า 5 ด้านของขั้นการคิดวิเคราะห์ของมาร์ซาโนได้สอดคล้องกับ 3 หลักการวิเคราะห์ของบลูม และสามารถนำไปเป็นกรอบแนวคิดทักษะการคิดวิเคราะห์ได้อย่างเป็นรูปธรรม ดังนี้

ตารางที่ 4 กรอบแนวคิดวิเคราะห์ตามทฤษฎีของบลูมกับมาร์ซาโน

ทฤษฎีการคิดวิเคราะห์ของบลูม (Bloom's Taxonomy)	ทฤษฎีการคิดวิเคราะห์ของมาร์ซาโน (Marzano's Taxonomy)
1. วิเคราะห์ความสำคัญ	1. การจำแนก
2. วิเคราะห์ความสัมพันธ์	2. การจัดหมวดหมู่
3. วิเคราะห์หลักการ	3. การเชื่อมโยง
	4. การสรุปความเป็น
	5. การประยุกต์

### องค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์

เสถียม โตรตัน (2546, หน้า 28 อ้างถึงใน รุ่งระวี ศิริบุญนาม, 2551, หน้า 31-32) ได้กล่าวถึงลักษณะของการคิดวิเคราะห์ ไว้ว่า การคิดวิเคราะห์ประกอบด้วยองค์ประกอบหลัก 2 องค์ประกอบ คือ ทักษะในการจัดระบบข้อมูล ความเชื่อถือได้ของข้อมูล และการใช้ทักษะเหล่านั้นอย่างมีปัญญาเพื่อการชี้นำพฤติกรรม ดังนั้น การคิดวิเคราะห์จึงมีลักษณะต่อไปนี้

1. การคิดวิเคราะห์จะไม่เป็นเพียงการรู้หรือการจำข้อมูลเพียงอย่างเดียว เพราะการคิดวิเคราะห์จะเป็นการแสวงหาข้อมูลและการนำข้อมูลไปใช้
2. การคิดวิเคราะห์ไม่เพียงแต่การมีทักษะเท่านั้น แต่การคิดวิเคราะห์จะต้องเกี่ยวกับการใช้ทักษะอย่างต่อเนื่อง
3. การคิดวิเคราะห์ไม่เพียงแต่การฝึกทักษะอย่างเดียวเท่านั้น แต่จะต้องมีทักษะที่จะต้องคำนึงถึงผลที่ยอมรับได้

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (2546, หน้า 12-30) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์ ได้ว่า สามารถแบ่งออกเป็น 4 ประการ คือ

1. ความสามารถในการตีความ  
ซึ่งจะไม่สามารถวิเคราะห์สิ่งต่าง ๆ ได้เลย หากไม่เริ่มต้นด้วยการทำความเข้าใจข้อมูลที่ปรากฏตั้งแต่แรกเริ่มจึงจำเป็นต้องพิจารณาข้อมูลที่ได้รับมาก่อนว่าอะไรเป็นอะไรด้วยการตีความ การตีความ หมายถึง การพยายามทำความเข้าใจและให้เหตุผลแก่สิ่งที่ต้องการจะวิเคราะห์ เพื่อแปลความหมายที่ไม่ปรากฏโดยตรงของสิ่งนั้น เป็นการสร้างความเข้าใจต่อสิ่งที่ต้องการวิเคราะห์ โดยสิ่งนั้นไม่ได้ปรากฏโดยตรง คือ ตัวข้อมูลไม่ได้บอกโดยตรง แต่เป็นการสร้างความเข้าใจที่เกินกว่าสิ่งที่ปรากฏในข้อมูลที่น่ามาวิเคราะห์ และการตีความของแต่ละบุคคลขึ้นอยู่กับความรู้ จากประสบการณ์ หรือการตีความจากข้อเขียนว่าผู้เขียนมีแรงจูงใจอะไร ในการเขียน เขียนไปเพื่ออะไร และการจะตีความได้ดีหรือไม่ดีนั้นขึ้นอยู่กับเกณฑ์ที่แต่ละคนใช้เป็นมาตรฐานในการตีความประกอบกับความสามารถในการเชื่อมโยงความสัมพันธ์เชิงเหตุผล

### 2. ความรู้ความเข้าใจในเรื่องที่จะวิเคราะห์

การจะวิเคราะห์ได้ดีนั้นจำเป็นต้องมีความรู้ความเข้าใจพื้นฐานในเรื่องนั้น เพราะความรู้จะช่วยในการกำหนดขอบเขตของการวิเคราะห์ แจกแจงและจำแนกได้ว่าเรื่องนั้นเกี่ยวข้องกับอะไร มีองค์ประกอบย่อย ๆ อะไรบ้าง มีที่มวมดหมุ่ จัดลำดับความสำคัญอย่างไร และรู้ว่าอะไรเป็นสาเหตุก่อให้เกิดอะไร

### 3. ความช่างสังเกต ช่างสงสัยและช่างถาม

นักคิดเชิงวิเคราะห์จะต้องมีองค์ประกอบทั้งสามนี้ร่วมกัน คือต้องเป็นคนช่างสังเกต สามารถค้นพบความผิดปกติท่ามกลางสิ่งที่ดูอย่างผิวเผินแล้วเหมือนไม่มีอะไรเกิดขึ้น ต้องเป็นคนช่างสงสัยเมื่อเห็นความผิดปกติแล้วไม่ละเลยไป แต่หยุดพิจารณา ขบคิด ไตร่ตรอง และต้องเป็นคนช่างถามขอตั้งคำถามกับตัวเองและคนรอบ ๆ ข้างเกี่ยวกับสิ่งที่เกิดขึ้น เพื่อนำไปสู่การคิดต่อเกี่ยวกับเรื่องนั้น การตั้งคำถามจะนำไปสู่การสืบค้นความจริงและเกิดความชัดเจนในประเด็นที่ต้องการวิเคราะห์ โดยยึดหลัก 5 W 1 H คือ ใคร (Who) อะไร (What) ที่ไหน (Where) เมื่อไร (When) อย่างไร (How) เพราะเหตุใด (Why)

### 4. ความสามารถในการหาความสัมพันธ์เชิงเหตุผล

นักคิดวิเคราะห์จะต้องมีความสามารถในการหาความสัมพันธ์เชิงเหตุผล สามารถค้นหาคำตอบได้ว่า

.....อะไรเป็นสาเหตุให้เกิดสิ่งนี้

.....เรื่องนั้นเชื่อมโยงกับเรื่องนี้ได้อย่างไร

.....เรื่องนี้มีใครเกี่ยวข้องบ้าง เกี่ยวข้องกันอย่างไร

.....เมื่อเกิดเรื่องนี้ จะส่งผลกระทบต่ออย่างไรบ้าง ฯลฯ

นอกจากนั้น ยังเป็นกระบวนการที่อาศัยองค์ประกอบเบื้องต้นทุกอย่างร่วมกัน โดยทั่วไป ผู้เรียนจะไม่เห็นความแตกต่างระหว่างการสังเกตและข้อเท็จจริง หากผู้เรียนเข้าใจถึงความแตกต่างก็จะทำให้ผู้เรียนเริ่มพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ได้

การคิดเชิงวิเคราะห์ช่วยให้รู้ถึงข้อเท็จจริง รู้เหตุผลเบื้องหลังของสิ่งที่เกิดขึ้น เข้าใจความเป็นมาของเหตุการณ์ต่าง ๆ รู้ว่าเรื่องนั้นมีองค์ประกอบอะไรบ้าง รู้ว่าอะไรเป็นอะไร ทำให้ได้ข้อเท็จจริงที่เป็นฐานของความรู้ในการนำไปใช้ประโยชน์ในการตัดสินใจ การประเมินและการตัดสินใจเรื่องต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง

สวิตซ์ มูลคำ (2547, หน้า 23-24) ได้จำแนกลักษณะของการคิดวิเคราะห์ตามหลักของบลูมไว้ 3 ด้าน คือ

1. การวิเคราะห์ส่วนประกอบ เป็นความสามารถในการแยกแยะ ค้นหาส่วนประกอบที่สำคัญของสิ่งหรือเรื่องราวต่าง ๆ ตัวไหนเป็นเหตุ ตัวไหนเป็นผล
2. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ เป็นความสามารถในการหาความสัมพันธ์ของส่วนสำคัญต่าง ๆ โดยระบุความสัมพันธ์ระหว่างความคิด ความสัมพันธ์ในเชิงเหตุผล หรือความแตกต่างระหว่างข้อโต้แย้งที่เกี่ยวข้องและไม่เกี่ยวข้อง

3. การวิเคราะห์หลักการ เป็นความสามารถในการหาหลักความสัมพันธ์ส่วนสำคัญในเรื่องนั้น ๆ ว่าสัมพันธ์กันอยู่โดยอาศัยหลักการใด

จากการศึกษาองค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์ ดังกล่าวข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า การคิดวิเคราะห์ คือ จะต้องกำหนดสิ่งที่จะต้องวิเคราะห์ กำหนดจุดประสงค์ที่ต้องการจะวิเคราะห์ แล้วจึงวิเคราะห์อย่างมีหลักเกณฑ์ โดยใช้วิธีการพิจารณาการแยกแยะ เทคนิควิธีการในการวิเคราะห์ เพื่อรวบรวมประเด็นสำคัญหาคำตอบให้กับคำถาม โดยมีลักษณะของการคิดวิเคราะห์ความสัมพันธ์วิเคราะห์ความสำคัญและวิเคราะห์หลักการของเรื่องราวหรือเหตุการณ์ต่าง ๆ

#### ขั้นตอนของวิธีการคิดวิเคราะห์

เพ็ญศรี จันทรวงศ์ (2545, หน้า 90 อ้างถึงใน รุ่งระวี ศิริบุญนาม, 2551, หน้า 33) ได้อธิบายถึงขั้นตอนของการคิดวิเคราะห์ไว้ 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. กำหนดขอบเขตหรือนิยามของสิ่งที่กำลังจะวิเคราะห์ให้ชัดเจนก่อนว่าจะวิเคราะห์อะไร
2. กำหนดจุดมุ่งหมายให้ชัดเจนว่าจะวิเคราะห์ไปเพื่ออะไร
3. พิจารณาหลักความรู้หรือทฤษฎีที่เกี่ยวข้องว่าจะใช้หลักการใดมาทำการวิเคราะห์
4. ใช้หลักความรู้ให้ตรงกับเรื่องที่จะวิเคราะห์เป็นกรณี และจะต้องรู้ว่าควรวิเคราะห์

อย่างไร

5. สรุปและรายงานผลการวิเคราะห์ให้เป็นระเบียบและชัดเจน

#### การจัดการเรียนรู้เพื่อสร้างเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์

นักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงการจัดการเรียนรู้เพื่อสร้างเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ไว้ ดังนี้

สำนักงานการศึกษา (2549, หน้า 10) ได้กล่าวว่า การจัดการเรียนการสอนที่ส่งเสริมพัฒนาการทางความคิดของผู้เรียนนั้น กิจกรรมการเรียนการสอนควรมีลักษณะที่เป็นรูปธรรม เช่น การใช้เกม การเรียนโดยค้นพบ เป็นต้น การสอนจำเป็นต้องอาศัยกระบวนการแก้ปัญหา ซึ่งผู้สอนจะต้องมีความยืดหยุ่น และมีความรู้อย่างยิ่ง นอกจากนี้ผู้สอนควรดำเนินการจัดกิจกรรมเพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ ดังนี้

1. ก่อนเริ่มจัดกิจกรรม ผู้สอนควรจัดเตรียมกิจกรรมการเรียนรู้ล่วงหน้าเพื่อให้ผู้เรียนเกิดความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับ กลวิธี กฎ และขั้นตอนการดำเนินการแก้ปัญหาที่ใช้ทักษะการคิดวิเคราะห์

2. ระหว่างจัดกิจกรรม ผู้สอนมีบทบาทชักชวนให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันแลกเปลี่ยนประสบการณ์ การปฏิบัติกิจกรรมกับเพื่อน ๆ กลุ่มอื่น โดยนำเสนอว่ากลุ่มของตนมีแนวคิด ความรู้วิธีการวิเคราะห์วิจารณ์ การดำเนินงาน และผลงานของตน พร้อมทั้งรับฟังความคิดเห็นของเพื่อนกลุ่มอื่น

3. หลังปฏิบัติกิจกรรม ผู้สอนควรกระตุ้นให้ผู้เรียนร่วมกันอธิบาย และสรุปเกี่ยวกับประสิทธิภาพของกลวิธีที่ใช้ และการปฏิบัติตามกฎ หรือกลวิธีทางเลือกต่าง ๆ เพื่อนำไปสู่การประยุกต์ใช้ในอนาคต

สัว์ฉน์ วิวัฒน์านนท์ (2550, หน้า 58-60) ได้เสนอเทคนิคการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการคิดไว้ดังนี้

1. เทคนิคการใช้คำถาม เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนใช้ความคิดในลักษณะต่าง ๆ มากขึ้นกว่าเดิม ผู้สอนทำความเข้าใจการคิดในลักษณะต่าง ๆ และตั้งคำถามเพื่อให้ผู้เรียนคิดในลักษณะนั้น ๆ เช่น คิดคล่อง คิดหลากหลาย คิดละเอียด คิดชัดเจน คิดอย่างมีเหตุผล คิดถูกทาง คิดลึกซึ้ง คิดกว้างและไกล
2. การระดมสมอง เพื่อช่วยให้ได้ความคิดจำนวนมาก มาใช้ในการคิดแบบต่าง ๆ เช่น การคิดแก้ปัญหา การคิดวิเคราะห์ ผู้สอนชี้แจงปัญหาอย่างละเอียด ให้สมาชิกคิดวิธีแก้ปัญหา โดยไม่มีการวิพากษ์วิจารณ์ความคิดทั้งของตนเองและผู้อื่นพยายามหาคำตอบที่แปลกแตกต่างกันออกไป เพื่อให้ได้คำตอบมากที่สุด
3. เทคนิคการใช้สมุดบันทึกและแผ่นป้ายนิเทศ เพื่อช่วยในการรวบรวมข้อมูลและแนวทางแก้ปัญหา ทำให้การคิดแก้ปัญหา มีความรอบคอบและขยายยิ่งขึ้น
4. เทคนิคการใช้หมวกความคิดหกใบ (De Bono) เพื่อใช้ให้มีการคิดในแง่มุมที่หลากหลาย และช่วยให้การคิดมีความรอบคอบมากขึ้น ผู้สอนให้ผู้เรียนแสดงความคิดเห็น 6 แบบ ตามความหมายของสีหมวก ได้แก่ สีขาวแทน ความคิดที่เป็นกลาง ไม่มีอคติ สีแดงแทนความคิดที่เป็นความรู้สึก และอารมณ์ต่าง ๆ ทั้งทางบวกและลบ สีดำแทนความคิดในด้านลบ สีเหลืองแทนความคิดด้านบวก สีเขียวแทนความคิดสร้างสรรค์ ความคิดใหม่ ๆ เป็นไปได้ สีน้ำเงินแทนการควบคุมกลุ่มให้ดำเนินการคิดไปได้ด้วยดี

จากการศึกษาการจัดการเรียนรู้ที่สร้างเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ดังกล่าวข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมทางด้านความคิดวิเคราะห์ ได้มีรูปแบบและเทคนิควิธีที่หลากหลาย โดยผู้สอนจะใช้คำถามที่ทำให้ผู้เรียนนั้นเกิดข้อสงสัยขึ้นมาหรือเกิดปัญหามากขึ้นอยู่ตลอดเวลา เพื่อที่จะทำให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะการคิดตลอดเวลาในหลาย ๆ แง่มุมและไม่สับสนหรือมอหอยงานต่าง ๆ ก็สามารถทำให้เกิดการเสริมสร้างความสามารถด้านคิดวิเคราะห์ของผู้เรียนได้ โดยผู้สอนควรเลือกรูปแบบการจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับเนื้อหา และให้สอดคล้องกับศักยภาพของผู้เรียนจึงจะเสริมสร้างความสามารถทางการคิดวิเคราะห์ของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี

#### การวัดและประเมินความสามารถการคิด

ศิริชัย กาญจนวาสิ (2547 อ้างถึงใน ทิศนา แจมมณี, 2550, หน้า 169) ได้ให้แนวทางในการวัดและประเมินความสามารถการคิด ไว้เป็น 2 แนวทาง ดังนี้



1. วัดโดยใช้แบบวัดมาตรฐาน และพัฒนาเป็นการวัดความสามารถของสมองผู้การวัด ผลสัมฤทธิ์บุคลิกภาพ ความถนัดและความสามารถในด้านต่าง ๆ รวมถึงความสามารถในการคิด จากการสังเกต การเปรียบเทียบ การคิดคล่อง เป็นต้น

แบบวัดมาตรฐานที่ใช้สำหรับวัดความสามารถในการคิด แบ่งเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1.1 แบบวัดการคิดทั่วไป มุ่งวัดให้ครอบคลุมความสามารถในการคิดอยู่บนพื้นฐานของการใช้ความรู้ทั่วไป ส่วนใหญ่เป็นแบบเลือกตอบ

1.2 แบบวัดความสามารถในการคิดลักษณะเฉพาะ มุ่งวัดความสามารถในการคิดเฉพาะแบบที่แสดงถึงลักษณะของการคิด เช่น การคิดอย่างมีวิจารณญาณ การประเมินข้อมูลที่ได้

2. วัดจากการปฏิบัติจริง เป็นการวัดทักษะการคิดซับซ้อนในการปฏิบัติงาน ความร่วมมือในการแก้ปัญหาและการประเมินตนเอง สำหรับเทคนิคการวัด อาจใช้การสังเกต สภาพงานที่ปฏิบัติ เช่น จากการเขียนเรียงความ การแก้ปัญหาในสถานการณ์ การรวบรวมงานในแฟ้มสะสมงาน

#### ประโยชน์ของการคิดวิเคราะห์

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (2546, หน้า 74-77) ได้อธิบายถึงประโยชน์ของการคิดวิเคราะห์ไว้ดังนี้

1. ช่วยส่งเสริมความฉลาดทางสติปัญญา
2. ช่วยให้คำนึงถึงความสมเหตุสมผลของขนาดกลุ่มตัวอย่าง
3. ช่วยลดการอ้างประสบการณ์ส่วนตัวข้อสรุปทั่วไป
4. ช่วยตรวจสอบการคาดคะเนบนฐานความรู้เดิม
5. ช่วยวินิจฉัยข้อเท็จจริงจากประสบการณ์ส่วนบุคคล
6. เป็นพื้นฐานการคิดในมิติอื่น ๆ
7. ช่วยในการแก้ไขปัญหา
8. ช่วยในการประเมินและตัดสินใจ
9. ช่วยให้ความคิดสร้างสรรค์สมเหตุสมผล
10. ช่วยให้เข้าใจแจ่มกระจ่าง

จากการศึกษาประโยชน์ของการคิดวิเคราะห์ดังกล่าวข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า การคิดวิเคราะห์จะช่วยให้สามารถใช้ในแก้ปัญหา การประเมิน การตัดสินใจ และสามารถสรุปข้อมูลต่าง ๆ ออกมาได้จากการที่ได้รับรู้ด้วยอย่างสมเหตุสมผล

## เจตคติต่อวิชาเคมี

### ความหมายเจตคติ

เป็นความรู้สึกของบุคคลที่แสดงออกในโอกาสต่าง ๆ ซึ่งมีนักการศึกษาและวิชาการได้ให้ความหมายของเจตคติไว้ ดังนี้

Good (1973, p. 46 อ้างถึงใน พรรณิภา กิจเอก, 2550, หน้า 38) ได้กล่าวถึงความหมายของเจตคติไว้ว่า เจตคติเป็นแนวโน้มของบุคคลที่จะตอบสนองต่อสิ่งของ สถานการณ์ หรือค่านิยม โดยปกติแล้วการที่บุคคลนั้นจะแสดงอะไรออกมาจะมาพร้อมกับความรู้สึก และอารมณ์เจตคติไม่สามารถแสดงออกมาได้โดยตรง แต่จะสังเกตเห็นจากพฤติกรรมที่แสดงออกมาทั้งที่เป็นพฤติกรรมทางภาษาและไม่ใช้ทางภาษา

สุรางค์ ใจ้วตระกูล (2550, หน้า 366) ได้กล่าวถึงความหมายเจตคติไว้ว่าเป็นตามอักษณาสัยที่มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมที่ตอบสนองต่อสิ่งแวดล้อมหรือสิ่งเร้า ซึ่งอาจเป็นได้ทั้งคน วัตถุ สิ่งของหรือความคิดเห็น เจตคติของแต่ละบุคคลอาจเป็นทั้งด้านบวก หรือลบ ถ้าบุคคลไหนที่มีเจตคติด้านบวกต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง จะแสดงพฤติกรรมที่สามารถเผชิญกับสิ่งนั้นได้ แต่ถ้ามีเจตคติด้านลบก็จะเกิดอคติแล้วเกิดการหลีกเลี่ยงกับสิ่งนั้น ๆ เจตคติเป็นสิ่งที่เรียนรู้และการแสดงออกของค่านิยมหรือความเชื่อของบุคคล

เชิดชาย ช่วยสุวรรณ (2547, หน้า 11) ได้กล่าวถึงความหมายของเจตคติไว้ว่าเป็นความรู้สึก ความเชื่อของผู้เรียนที่มีต่อกระบวนการเรียนรู้ ทำให้ผู้เรียนมีเสรีภาพในการเรียนรู้ ความสามารถในการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง เกิดการรับผิดชอบต่อการทำางานของตนเอง ประสบการณ์การเรียนรู้ด้วยตนเอง และประเมินผลด้วยตนเองทั้งด้านทางบวก และทางลบ โดยใช้กระบวนการเรียนรู้

จากการศึกษาความหมายเจตคติดังกล่าวข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า เจตคตินั้นเป็นความรู้สึกของแต่ละบุคคลที่ได้แสดงออกจากการที่ได้รับจากประสบการณ์ต่าง ๆ หรือได้จากกระบวนการรับรู้ จึงทำให้เกิดความรู้สึกในการตอบสนองที่พึงพอใจและไม่พึงพอใจออกมา และพร้อมที่จะแสดงออกมาเป็นความคิดเห็นหรือพฤติกรรม ซึ่งจะมีลักษณะทั้งทางด้านดีและไม่ดี

### องค์ประกอบของเจตคติ

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2549, หน้า 59) กล่าวว่า เจตคติจะมีองค์ประกอบอะไรบ้าง จำนวนเท่าไรนักจิตวิทยามีความเชื่อแตกต่างกันยังไม่มียุทธวิธีแน่นอนเพราะแต่ละคนหรือแต่ละกลุ่มพยายามศึกษาค้นคว้าไปเรื่อย ๆ ปัจจุบันมีแนวความคิดเห็นแตกต่างกันอยู่ 3 กลุ่ม

1. เจตคติมีองค์ประกอบเดียว ตามความคิดหรือแนวความเชื่อนี้พิจารณาได้จากนิยามเจตคตินั้นเอง กลุ่มนี้จะมองเจตคติเกิดจากการประเมินเป้าของเจตคติว่ารู้สึกชอบหรือไม่ชอบ นักจิตวิทยาในกลุ่มนี้ได้แก่ Thurstone (1931) Allport (1935) และคนอื่น ๆ อีกหลายคน

2. เจตคติที่มีสององค์ประกอบ ตามแนวคิดนี้มองเจตคติประกอบด้วยองค์ประกอบด้านสติปัญญา (Cognitive) และความรู้สึก (Affective) นักจิตวิทยาที่สนับสนุนการแบ่งเจตคติเป็น 2 องค์ประกอบ ได้แก่ Katz (1960)

3. เจตคติประกอบไปด้วย 3 องค์ประกอบ คือ (Shaver, 1977, pp. 168-170)

3.1 ด้านพุทธิปัญญา (Cognitive component) คือ ความรู้ ความเข้าใจที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งซึ่งเป็นองค์ประกอบที่มนุษย์ใช้ในการตอบสนอง การรับรู้ในข้อมูลต่าง ๆ ซึ่งทำให้เกิดแนวคิดที่บอกว่าอะไรถูกผิด สนใจหรือไม่สนใจ ชอบหรือไม่ชอบ

3.2 ด้านความรู้สึก (Affective component) คือ ลักษณะทางด้านอารมณ์ของบุคคลที่จะเกิดการคล้อยตามกับความคิด ถ้าบุคคลนั้นมีความคิดที่ดีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งก็จะมีความรู้สึกที่ดีต่อสิ่งนั้นตลอด เจตคตินั้นจะแสดงออกมาในรูปของความชอบไม่ชอบ ความพึงพอใจหรือไม่กับสิ่งนั้น ๆ

3.3 ด้านพฤติกรรม (Behavioral component) คือ แนวโน้มของบุคคลที่จะได้จากการกระทำในสิ่งต่าง ๆ อันเนื่องมาจากความคิดและความรู้สึกที่แสดงออกมาในรูปการประพฤติปฏิบัติ อาจจะได้รับการยอมรับหรือปฏิเสธ หรือเฉย ๆ ที่สามารถสังเกตเห็นได้

ซึ่งองค์ประกอบทั้งสามนี้ พบว่าจะมีความสัมพันธ์กันและมีผลต่อการพัฒนาการทางด้านเจตคติเมื่อบุคคลนั้นเกิดความรู้ มีประสบการณ์ มีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่นสามารถปรับตัวเข้ากับสังคมได้ ซึ่งสิ่งเหล่านี้จะทำให้เกิดเจตคติของแต่ละบุคคล ที่เกี่ยวกับการเรียนรู้ การสนใจ และการรับรู้ เป็นต้น

จากการศึกษาองค์ประกอบของเจตคติดังกล่าวข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า เจตคตินั้นมีความสำคัญต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน ทั้งด้านความรู้ ความเข้าใจ และพฤติกรรมที่แสดงออกมา ซึ่งถ้าผู้เรียนนั้นมีเจตคติที่ดีก็จะมีคามกระตือรือร้น อดทน มุ่งมั่น ในการเรียน มีความรักเรียนเกิดขึ้น ดังนั้น สิ่งที่ผู้เรียนนั้นได้แสดงพฤติกรรมออกมานั้น จะขึ้นอยู่กับเจตคติที่มีต่อการเรียน

#### เครื่องมือการวัดเจตคติ

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2549, หน้า 60) กล่าวว่า เจตคติเป็นมโนภาพ (Concept) ที่วัดได้ยาก เครื่องมือการวัดจึงมีได้หลายรูปแบบ แล้วแต่สถานการณ์ที่ต้องการวัดเครื่องมือที่นิยมใช้กันมีอยู่ 5 ชนิด คือ

1. การสัมภาษณ์ (Interview) หมายถึง เป็นการพูดคุยกันอย่างมีจุดมุ่งหมาย โดยผู้สัมภาษณ์ที่ดีต้องฟังมากกว่าพูดเสียเอง จะต้องยึดตามแนววัตถุประสงค์ที่จะวัดและบันทึกไว้ได้อย่างถูกต้อง การสัมภาษณ์ให้ปากเป็นเครื่องมือสำคัญ และจะบันทึกผลที่ได้เอาไว้ การวัดเจตคติโดยการสัมภาษณ์จะต้องสร้างข้อคำถามในการสัมภาษณ์ให้ดีและเป็นมาตรฐานก่อน ข้อคำถามแต่ละข้อจะต้องกระตุ้นให้ผู้ถูกสัมภาษณ์ตอบความรู้สึกต่อเจตคติของตนเอง ที่ผู้ทำการสัมภาษณ์ต้องการได้ข้อคำถามหรือข้อรายการนั้นต้องเขียนเน้นความรู้สึกที่สามารถวัดเจตคติได้ตรงเป้าหมาย การเตรียมคนและเตรียม

เครื่องมือการวัดจึงเป็นสิ่งสำคัญ ในการวางแผนการสร้างข้อคำถามจะต้องคำนึงถึงระยะเวลา ลักษณะของผู้ถูกสัมภาษณ์ด้วย ข้อคำถามควรถามคลุมทั้งทางบวกและทางลบ เพื่อจะได้ใช้ประเมิน เปรียบเทียบความรู้สึกที่แท้จริง ลักษณะของการสัมภาษณ์ที่ดี ควรมีลักษณะดังนี้

1.1 การสัมภาษณ์ต้องเป็นการกระตุ้นให้ผู้ถูกสัมภาษณ์อยากจะตอบข้อคำถามและ ให้คำตอบที่คงที่พอควร คือถามให้ผู้ถูกสัมภาษณ์ตื่นตัวอยู่เสมอ อย่าปล่อยให้หลงคิดผู้สัมภาษณ์ จะต้องตั้งคำถามให้เป็นที่น่าสนใจแก่ผู้ถูกสัมภาษณ์

1.2 คำถามที่ถามพยายามถามให้ตรงจุดที่สุด หรือเป็นคำถามที่มีความชัดเจนว่า ผู้สัมภาษณ์ต้องการให้คำตอบในแง่ไหนไม่ควรใช้คำถามกว้างเกินไป อาจจะทำให้การลงสรุปได้ยาก

1.3 คำถามควรมีความเชื่อมั่นสูง แม้จะใช้คำถามเดิม ถามซ้ำอีกก็ได้รับคำตอบ เหมือนเดิม

1.4 คำถามที่ใช้สัมภาษณ์ควรจะได้คำตอบที่สามารถนำไปขยายอิงสู่เหตุการณ์ที่ คล้ายคลึงกันได้

2. การสังเกต (Observation) คือ เป็นการเฝ้ามองดูสิ่งหนึ่งสิ่งใดอย่างมีจุดมุ่งหมาย เครื่องมือสำคัญของการสังเกตก็คือ ตาและหู การเฝ้าดูโดยการบันทึกในสมองจะทำให้ลืมได้ง่าย ข้อรายการ (Checklist) ที่จะใช้ในการสังเกตจึงควรเตรียมไว้ให้พร้อมการสังเกตที่ดีก็ต้องฝึกเหมือนกัน จึงจะทำหน้าที่ได้อย่างถูกต้องสมบูรณ์ ผู้สังเกตควรจะเป็นที่รับรู้และมีประสาทตาที่ดี มิฉะนั้นจะทำให้ข้อมูลเกิดการคลาดเคลื่อน

3. การรายงานตนเอง (Self-report) เครื่องมือแบบนี้ต้องการให้ผู้ถูกสอบแสดงความรู้สึก ของตนเองตามสิ่งเร้าที่เขาได้สัมผัส นั่นคือสิ่งเร้าที่เป็นข้อความ ข้อคำถาม หรือเป็นภาพเพื่อให้ผู้สอบ แสดงความรู้สึกออกมาอย่างตรงไปตรงมา แบบทดสอบหรือมาตรวัดที่ถือว่าเป็นแบบมาตรฐาน (Standard form) เป็นแนวการสร้างของเทอร์สโตน (Thurstone) กัตแมน (Guttman) ลิเกิต (Likert) และออสกู๊ด (Osgood) ส่วนการวัดเจตคติแบบรายงานตนเองยังมีวิธีแบบอื่น ๆ อีกมาก แต่ไม่ถือว่าเป็นรูปแบบมาตรฐาน ซึ่งสร้างแล้วจุดมุ่งหมายของการสร้างหรือการวัดจะเป็นแบบคราว ๆ

4. เทคนิคการจินตนาการ (Projective techniques) แบบนี้จะอาศัยสถานการณ์ที่หลากหลาย ซึ่งจะไปเร้าตัวผู้สอบ สถานการณ์ที่กำหนดให้จะไม่มีการสร้างที่แน่นอนทำให้ผู้สอบจะต้องจินตนาการ ออกมาตามแต่ประสบการณ์เดิมของตน แต่ละคนจะแสดงออกมาไม่เหมือนกัน เช่น ประเภทให้เติม ประโยคให้สมบูรณ์ ภาพนามธรรมเติมเรื่องราวสั้น ๆ เล่นิทานจากภาพ เป็นต้น การแปลความหมาย อาศัยผลจากการตอบสิ่งที่กล่าวมาแล้ว ก็พอที่จะรู้ได้ว่าผู้สอบนั้นมีเจตคติอย่างไรต่อเป้าเจตคตินั้น ๆ

5. การวัดทางสรีระภาพ (Physiological measurement) เป็นการวัดที่จะอาศัยเครื่องมือ ไฟฟ้า หรือเครื่องมืออื่น ๆ ในการสังเกตการเปลี่ยนแปลงสภาพของร่างกาย เช่น การใช้เครื่อง

กัลวานอมิเตอร์ชนิดหนึ่ง เพื่อวัดดูความต้านทานกระแสไฟฟ้าในฉนวนหนึ่ง เมื่อคนเกิดการเปลี่ยนแปลงทางอารมณ์ ส่วนผสมของสารเคมีต่าง ๆ จะเกิดการเปลี่ยนแปลงไปจากสภาพความเป็นปกติเรียกว่า มีกระแสไฟฟ้าไหลสามารถเปลี่ยนแปลงขนาดได้ เครื่องมือวัดทางไฟฟ้าก็จะสามารถวัดตรวจสอบเปรียบเทียบกับขณะที่ร่างกายอยู่ในสภาพปกติได้ เครื่องมือจับที่จออาศัยหลักการอันนี้การจะเชื่อถือได้ขนาดไหนต้องศึกษาให้รอบคอบ อารมณ์ต่าง ๆ อาจศึกษาได้จากการเปลี่ยนแปลงของลูกตาดำ ปริมาณของฮอร์โมนบางอย่างก็สามารถบอกอารมณ์ความพอใจหรือไม่พอใจของคนได้

### การวัดประเมินผลเจตคติ

บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์ (2534, หน้า 7-8 อ้างถึงใน พรณิกา กิจเอก, 2550, หน้า 45) ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับการวัดเจตคติไว้ ดังนี้

1. การศึกษาเจตคติ เป็นการศึกษาความคิดเห็น ความรู้สึกของบุคคลที่จะไม่มีการเปลี่ยนแปลงในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่ง ดังนั้น เนื้อหาหรือสิ่งเร้าที่มีการแสดงออกมาต้องมีโครงสร้างที่แน่นอน
2. เจตคติเป็นสิ่งที่ไม่สามารถวัดได้ สังเกตเห็นได้โดยตรง ดังนั้นการวัดเจตคติจึงจำเป็นต้องวัดทางอ้อม จากแนวโน้มที่บุคคลนั้นจะแสดงออกมา ไม่ใช่พฤติกรรมโดยตรงของมนุษย์
3. การศึกษาเจตคติของบุคคลเหล่านั้น ไม่ใช่เป็นการศึกษาเฉพาะในเจตคติของบุคคลเหล่านั้น แต่เป็นการศึกษาถึงระดับความมากน้อยหรือความเข้มของเจตคตินั้น ซึ่งกำหนดให้เจตคติมีทิศทางเป็นเส้นตรงและต่อเนื่อง

การวัดเจตคติสามารถทำได้หลายวิธี คือบางวิธีจะเน้นความเป็นมิติเดียวกันมากกว่าวิธีอื่น บางวิธีก็เน้นการกำหนดช่วงคะแนนเท่านั้น บางวิธีก็เน้นความสามารถในการสร้างทฤษฎีใหม่ได้ ในแต่ละวิธีจะมีข้อดีและข้อเสียกันทั้งนั้น แต่จะนิยมในการวัดแบบของลิเคิร์ต (Likert) เพราะมาตราการวัดเจตคติแบบลิเคิร์ต จะวัดโดยใช้ข้อความที่เกี่ยวกับเรื่องใดเรื่องหนึ่งที่มีการสอบถามความคิดเห็นของบุคคลที่มีต่อเรื่องนั้นแล้วให้บุคคลนั้น ๆ แสดงความรู้สึกออกมาต่อข้อความดังกล่าว การตอบสนองต่อข้อความนั้น ๆ อาจจะเป็นได้ทั้งที่เห็นด้วยและไม่เห็นด้วย พอใจหรือไม่พอใจกับข้อความนั้น ซึ่งมีวิธีการเขียนข้อความเกี่ยวกับคุณลักษณะของเรื่องที่สอบถาม โดยจะครอบคลุมทุกแง่ทุกมุมได้ครบถ้วน โดยให้มีข้อความที่แสดงคุณค่าทั้งด้านบวกและลบ

กำหนดระดับ (Scale) ของการตอบสนองในแต่ละข้อความที่เห็นด้วยและไม่เห็นด้วย โดยแบ่งออกเป็น 5 ระดับ โดยกำหนดคะแนนได้ ดังนี้

ทางด้านบวก กำหนดเป็นคะแนนดังนี้

เห็นด้วยอย่างยิ่ง (Strongly agree)	5	คะแนน
เห็นด้วย (Agree)	4	คะแนน
ไม่แน่ใจ (Uncertain)	3	คะแนน

ไม่เห็นด้วย (Disagree)	2	คะแนน
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง (Unstrongly agree)	1	คะแนน
ทางด้านลบ กำหนดเป็นคะแนน ดังนี้		
เห็นด้วยอย่างยิ่ง (Strongly agree)	1	คะแนน
เห็นด้วย (Agree)	2	คะแนน
ไม่แน่ใจ (Uncertain)	3	คะแนน
ไม่เห็นด้วย (Disagree)	4	คะแนน
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง (Unstrongly agree)	5	คะแนน

โดยจะให้ผู้ตอบคำถามนั้นเป็นคนอ่านข้อความที่กำหนดขึ้นในแต่ละข้อ แล้วให้แสดงความรู้สึกว่าเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วยกับข้อความในข้อนั้น ๆ มากน้อยเพียงใด และอยู่ในระดับใด น้ำหนักในการให้ระดับคะแนนตามวิธีการแบบของลิเคิร์ท สามารถให้ได้ 3 วิธี คือ วิธีใช้หลักคะแนนมาตรฐาน วิธีกำหนดค่าน้ำหนัก และวิธีหาผลรวมน้ำหนัก ทั้งสามวิธีนี้จะได้น้ำหนักของความคิดเห็นของบุคคลสอดคล้องสัมพันธ์กัน เมื่อแต่ละระดับความเห็นของแต่ละข้อความที่ได้วัดหาเจตคติว่าบุคคลใด มีเจตคติอย่างไร จะต้องใช้วิธีในการรมน้ำหนักต่อไป หรือคะแนนจากการตอบทุกข้อความของแต่ละบุคคล ถ้าน้ำหนักรวมจากการตอบข้อความทั้งหมดนั้นสูง แสดงว่าระดับเจตคติของบุคคลนั้นมีลักษณะที่พึงพอใจต่อสิ่งนั้น แต่ถ้าได้คะแนนรวมต่ำ แสดงว่าบุคคลนั้นมีเจตคติที่ไม่ดีต่อสิ่งนั้น หรือมีความรู้สึกที่ไม่พึงพอใจเกิดขึ้นกับสิ่งนั้น

### งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนแบบเชิงรุก

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก งานวิจัยในประเทศ

ศิริพร มโนพิเชษฐวัฒนา (2547, บทคัดย่อ) ได้วิจัยเพื่อพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนการสอน วิทยาศาสตร์แบบบูรณาการที่เน้นผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้แบบเชิงรุก เรื่อง ร่างกายมนุษย์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 101 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 51 คน และกลุ่มควบคุม 50 คน โดนกลุ่มทดลองเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบบูรณาการที่เน้นผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้แบบกระตือรือร้น ส่วนกลุ่มควบคุมจะสอนด้วยวิธีปกติ เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วย แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียน แบบวัดสังคมนิยม ผลการวิจัยพบว่า 1) รูปแบบการจัดการเรียนการสอน วิทยาศาสตร์แบบบูรณาการที่เน้นผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้แบบกระตือรือร้น เรื่องร่างกายมนุษย์

อยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมมาก 2) นักเรียนมีความคิดเห็นว่าการเรียนการสอนและขั้นตอนการเรียนการสอนมีความเหมาะสม 3) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 มีคะแนนเฉลี่ยอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 70) และปฏิสัมพันธ์ในการทำงานร่วมกันของนักเรียนมีการพัฒนาที่ดีขึ้น 4) นักเรียนกลุ่มทดลองมีความคงทนในการเรียนรู้ กล่าวคือคะแนนผลการทดสอบภายหลังเรียน 2 สัปดาห์ไม่แตกต่างจากหลังจบการเรียนทันที

วันเพ็ญ คำเทศ (2549) ศึกษาพัฒนาการทางความสามารถในการเขียนอนุเลขและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาของนักเรียนกลุ่มที่เรียนชีววิทยาโดยใช้รูปแบบการเรียนรู้เชิงรุกของเลสไล ดี ฟิงค์ กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสตรีสมุทรปราการ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2549 จำนวน 2 ห้องเรียน โดยกำหนดให้เป็นกลุ่มทดลอง จำนวน 40 คน เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนรู้เชิงรุกของเลสไล ดี ฟิงค์ และกลุ่มควบคุม จำนวน 40 คน เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบประเมินความสามารถในการเขียน อนุเลข และแบบสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนกลุ่มที่เรียนชีววิทยาโดยใช้รูปแบบการเรียนรู้เชิงรุกของเลสไล ดี ฟิงค์ มีคะแนนเฉลี่ยพัฒนาการสัมพัทธ์ทางความสามารถในการเขียนอนุเลขในแต่ละช่วงพัฒนาการแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) นักเรียนกลุ่มที่เรียนชีววิทยาโดยใช้รูปแบบการเรียนรู้เชิงรุกของเลสไล ดี ฟิงค์ มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 75.05 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดคือ ร้อยละ 70 และ 3) นักเรียนกลุ่มที่เรียนชีววิทยาโดยใช้รูปแบบการเรียนรู้เชิงรุกของเลสไล ดี ฟิงค์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และสูงกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

พรรณนิภา กิจเอก (2550, หน้า 79-81) ได้ศึกษาผลการใช้กิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุกต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จังหวัดปทุมธานี กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนปทุมวิไล จังหวัดปทุมธานี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2549 จำนวน 103 คน แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มทดลอง จำนวน 50 คน ทำการสอน โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก และกลุ่มควบคุม จำนวน 53 คน ทำการสอนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ โดยใช้ระยะเวลา 10 สัปดาห์ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ แผนการจัดการเรียนรู้เชิงรุก แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบวัดเจตคติ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติที่มีต่อวิทยาศาสตร์ สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ยุวดี ใจเด็ยว (2553, บทคัดย่อ) ศึกษาการพัฒนาความเข้าใจและความคงทนของความรู้เรื่อง ความดันและพลศาสตร์ของไหล โดยใช้การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก กลุ่มตัวอย่างที่ใช้

ในการวิจัยเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2553 จำนวน 43 คน โรงเรียนพังโคนพิทยาคม อำเภอนาตาล จังหวัดอุบลราชธานี ซึ่งได้มาโดยวิธีการเลือกแบบเจาะจง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบเชิงรุกที่จัดขึ้นประกอบด้วยเรื่อง ความดัน หลักของแบร์นูลลี การประยุกต์ใช้หลักของแบร์นูลลี เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบทดสอบวัดความเข้าใจ แบบวัดเจตคติต่อการเรียนรายวิชาฟิสิกส์ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นที่ระดับนัยสำคัญ .05 และมีความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยเท่ากับ .69 อยู่ในระดับปานกลาง นักเรียนมีความรู้ที่คงทนที่ระดับนัยสำคัญ .05 และมีเจตคติต่อการเรียนรายวิชาฟิสิกส์ในระดับดี

วาทัญญู วุฒิวรรณ (2553, หน้า 73-75) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ก่อนและหลังการเรียน โดยการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เชิงรุก พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหานักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังเรียน โดยการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เชิงรุกสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหานักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังเรียน โดยการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เชิงรุกสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

ศราวดี ชันคำหมื่น (2553, บทคัดย่อ) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยเปรียบเทียบความคงทนการเรียนรู้ วิชาฟิสิกส์ เรื่องสภาพสมดุล ระหว่างการเรียนรู้เชิงรุก กับการเรียนแบบเดิม กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ห้องเรียนพิเศษคณิตศาสตร์-วิทยาศาสตร์ จำนวน 74 คน เป็นกลุ่มทดลอง จำนวน 39 คน และกลุ่มควบคุม จำนวน 35 คน รูปแบบการเรียนรู้เชิงรุกในงานวิจัยนี้ได้ประยุกต์ใช้การเรียนรู้แบบจับคู่ร่วมคิด และห้องปฏิบัติการแห่งการค้นพบ (Discovery lads) ด้วยวงจรการเรียนรู้แบบ PODS (Predict-Observe-Discuss-Synthesis) เครื่องมือในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก และแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผลการวิจัยพบว่า รูปแบบการเรียนรู้เชิงรุกนี้ทำให้นักเรียนมีความสนใจในการเรียนเพิ่มขึ้น โดยกลุ่มนักเรียนที่ได้เรียนรู้เชิงรุกมีความสนใจในระดับปานกลาง (.39) ส่วนกลุ่มที่เรียนแบบเดิมมีความสนใจในระดับต่ำ (.25) นอกจากนี้ นักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้เชิงรุกมีความคงทนในการเรียนรู้สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้แบบเดิม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จึงแสดงให้เห็นว่าการเรียนรู้เชิงรุกช่วยพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้ดีกว่าการเรียนรู้แบบเดิม

#### งานวิจัยต่างประเทศ

Rivard and Straw (2000, pp. 58-59) ได้ทำการศึกษาผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ใช้วิธีพูดและเขียน กลุ่มตัวอย่างเป็นผู้เรียนเกรด 8 จำนวน 43 คน เป็นชาย 43 คน และหญิง 16 คน ในประเทศแคนาดา ปรากฏว่า ช่วยทำให้การเรียนรู้วิทยาศาสตร์มีความคงทนมากขึ้น โดยทำให้การพูดและ



การเขียนมีประสิทธิผลต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ก่อให้เกิดความคิดที่หลากหลาย และลงข้อสรุปที่ได้รับ ซึ่งทำให้เกิดการสร้างความคิดที่ชัดเจนในความคิดวิทยาศาสตร์ขึ้น

Wilke (2003, pp. 207-223) ได้วิจัยเพื่อศึกษาผลของการเรียนรู้ที่มีต่อลักษณะเฉพาะของนักเรียนด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แรงจูงใจในการเรียน และความสามารถในตนเองในวิชาสรีรวิทยามนุษย์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาของมหาวิทยาลัยเวสต์เทกซัส มลรัฐเทกซัส ประเทศสหรัฐอเมริกา จำนวน 141 คน แบ่งกลุ่มทดลองเป็น 2 กลุ่มและกลุ่มควบคุมเป็น 2 กลุ่ม โดยกลุ่มทดลองเรียนรู้แบบเชิงรุก ส่วนกลุ่มควบคุมสอนแบบบรรยาย เครื่องมือที่ใช้การเก็บรวบรวมข้อมูลประกอบด้วยแบบสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบสอบถาม และแบบวัดเจตคติ ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยแรงจูงใจในการเรียนไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม และ 4) นักเรียนกลุ่มทดลองมีเจตคติทางบวกต่อการเรียนรู้เชิงรุก

Akinoglu and Tandogan (2006, pp. 71-81) มหาวิทยาลัยมาร์มารา อิสตันบูล ประเทศตุรกี ศึกษาผลที่เกิดจากการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เชิงรุกในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เจตคติทางวิทยาศาสตร์ และความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง คือ นักเรียนเกรด 7 โรงเรียนรัฐบาลในรัฐอิสตันบูล ประเทศตุรกี ดำเนินการทดลองโดยใช้กลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ตัวแปรตามคือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิทยาศาสตร์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ และการคิดรวบยอด เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบ คือ แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ แบบทดสอบแบบปลายเปิด และแบบวัดเจตคติวิทยาศาสตร์ ผลการทดลองพบว่า การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เชิงรุกมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 เจตคติทางวิทยาศาสตร์ทางบวกต่อวิทยาศาสตร์ มีความกล้าแสดงออก และแสดงความคิดเห็นเพิ่มมากขึ้น สามารถนำความรู้ที่ได้จากการเรียนมาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ยิ่งขึ้น

Orhan and Ruhan (2007, pp. 71-81) ได้ศึกษาผลการเรียนรู้เชิงรุก โดยเน้นปัญหาเป็นหลัก ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ต่อนักเรียน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 7 โรงเรียนรัฐบาลเมืองอิสตันบูล ประเทศตุรกี จำนวน 50 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง จำนวน 25 คน และกลุ่มควบคุม จำนวน 25 คน โดยกลุ่มทดลองเรียนโดยใช้การเรียนรู้แบบเชิงรุกที่เน้นปัญหาเป็นหลัก ส่วนกลุ่มควบคุมเรียนแบบปกติ ซึ่งเครื่องมือที่ใช้เก็บข้อมูลประกอบด้วยแบบสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ชนิดปรนัย แบบทดสอบอัตนัยที่เป็นคำถามปลายเปิด และแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ พบว่ากลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ย

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ มโนทัศน์ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

Sokolove and Blunck (2008, pp. 109-114) จากมหาวิทยาลัยแมรี่แลนด์ ได้ศึกษาการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เชิงรุก โดยเปรียบเทียบวิธีสอนแบบดั้งเดิมในวิชาชีววิทยา วัตถุประสงค์ในการวิจัย เพื่อให้การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มีความตื่นเต้น สนุกสนาน และสามารถดึงความสนใจของนักเรียนให้เกิดความกระตือรือร้น และเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เชิงรุกกับแบบดั้งเดิม ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เชิงรุกมีคะแนนเฉลี่ยสะสมสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบดั้งเดิมอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 ทั้งนี้ นักเรียนเกิดแรงกระตุ้นให้เกิดความสนใจอยากรู้ อยากเห็น และเกิดความตั้งใจที่เพิ่มมากขึ้นเมื่อได้รับการเรียนด้วยการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบเชิงรุก

จากการศึกษางานวิจัยทั้งภายในประเทศและนอกประเทศที่เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก ดังกล่าวข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกนี้จะทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้น ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาการในการแก้ไขปัญหาด้วยตนเอง มีความกระตือรือร้น มีความกล้าแสดงออก เกิดความคิดรวบยอดเกิดขึ้นด้วยตนเอง และมีความคงทนต่อการเรียนรู้นอกจากนั้นแล้วยังทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่สนุกสนาน ไม่น่าเบื่อ และมีความสุขในการเรียนวิทยาศาสตร์ จึงทำให้ผู้เรียนเกิดเจตคติต่อวิชาเคมีไปในทางที่บวกอีกด้วยแล้วสามารถเกิดทักษะในการคิดขั้นสูงคือการคิดวิเคราะห์อีกด้วย

## บทที่ 3

### วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีและเจตคติต่อวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกเทียบกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย
2. รูปแบบการวิจัย
3. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง
4. การสร้างและการหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
5. วิธีดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล
6. การวิเคราะห์ข้อมูล
7. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

#### ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

##### ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนพนัสพิทยาคาร จังหวัดชลบุรี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 6 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 243 คน

##### กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนพนัสพิทยาคาร จังหวัดชลบุรี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 2 ห้องเรียน โดยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) ห้องที่ 1 จำนวนนักเรียน 42 คน เป็นกลุ่มทดลอง ห้องที่ 2 จำนวนนักเรียน 45 คน เป็นกลุ่มควบคุม ซึ่งทั้ง 2 ห้อง เป็นเด็กห้องปกติที่มีความเท่าเทียมและคล้ายคลึงกัน โดยประกอบไปด้วยนักเรียนที่มีระดับสติปัญญาสูง ปานกลาง และต่ำ

## รูปแบบการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยกึ่งการทดลอง โดยใช้แบบแผนการวิจัยแบบ Pre-post test, nonequivalent control group design (สมโภชน์ อเนกสุข, 2554, หน้า 58-59) ซึ่งมีแบบแผนการทดลอง ดังนี้

ตารางที่ 5 แบบแผนการทดลองแบบ Pre-post test, nonequivalent control group design

กลุ่ม	สอบก่อน	ทดลอง	สอบหลัง
G <sub>1</sub>	O <sub>1</sub>	X	O <sub>2</sub>
G <sub>2</sub>	O <sub>3</sub>	-	O <sub>4</sub>

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการทดลอง

G <sub>1</sub>	แทน	กลุ่มทดลอง
G <sub>2</sub>	แทน	กลุ่มควบคุม
O <sub>1</sub>	แทน	การทดสอบก่อนเรียนของกลุ่มตัวอย่าง โดยได้รับการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก
O <sub>2</sub>	แทน	การทดสอบหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่าง โดยได้รับการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก
O <sub>3</sub>	แทน	การทดสอบก่อนเรียนของกลุ่มตัวอย่าง โดยได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ
O <sub>4</sub>	แทน	การทดสอบหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่าง โดยได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ
X <sub>1</sub>	แทน	การจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก
-	แทน	การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ

## เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย

1. แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก
2. แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ
3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้วิชาเคมี
4. แบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมี
5. แบบวัดเจตคติต่อวิชาเคมี

## การสร้างและการหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก เรื่อง อนุพันธ์ของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน มีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

1.1 ศึกษาสาระและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

1.2 ศึกษาแนวทางและวิธีการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์เพื่อกำหนดขั้นตอนการจัดกิจกรรม ดังนี้

1.2.1 แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกประกอบด้วย

1.2.1.1 ขั้นการนำเข้าสู่บทเรียน เป็นขั้นที่ผู้สอนทำการกระตุ้นและสร้างความสนใจด้วยการทบทวนความรู้เดิมสำหรับการสร้างความรู้ใหม่ โดยใช้ข้อคำถาม หรือการยกตัวอย่างของสถานการณ์ หรือใช้สื่อ เทคนิคต่าง ๆ นำมาสร้างเพื่อให้เกิดความสงสัยและสนใจแก่ผู้เรียน แจ้งวัตถุประสงค์การเรียนรู้ และสร้างแรงจูงใจกับนักเรียน

1.2.1.2 ขั้นการวางแผนและการนำเสนอแผนการค้นคว้า เป็นขั้นที่ผู้เรียนได้ร่วมกันวางแผนการทำกิจกรรมต่าง ๆ จากสิ่งที่ได้รับมอบหมาย ซึ่งจะเกิดการวางแผนอย่างอิสระเพื่อที่จะไปศึกษาค้นคว้าหาคำตอบด้วยตนเองต่อไป และผู้สอนจะคอยให้คำแนะนำอย่างใกล้ชิด

1.2.1.3 ขั้นการลงมือศึกษาค้นคว้าโดยผู้เรียนเป็นขั้นที่ผู้เรียนลงมือปฏิบัติในการศึกษาค้นคว้าหาคำตอบด้วยตนเอง รวมถึงทำให้เกิดกระบวนการคิด การมีปฏิสัมพันธ์ซึ่งกันและกันในการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและร่วมกันรับผิดชอบงานที่ได้รับมอบหมาย ซึ่งผู้เรียนจะเกิดการเรียนรู้จากการร่วมมือ การระดมสมอง โดยผู้สอนจะจัดเตรียมสื่อ อุปกรณ์ กิจกรรมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ และคอยให้คำปรึกษาและอำนวยความสะดวก

1.2.1.4 ขั้นการอภิปรายและลงข้อสรุป เป็นขั้นที่ผู้เรียนจะเกิดการแลกเปลี่ยนและปรับโครงสร้างทางความรู้และสรุปความคิดรวบยอดจากสิ่งที่ได้จากการศึกษาค้นคว้า โดยการอภิปรายในกลุ่ม และผู้สอนทำการประเมินผลจากการร่วมกันอภิปราย

1.2.1.5 ขั้นการนำเสนอผลงาน เป็นขั้นที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนสะท้อนความคิดที่ได้รับที่เกิดจากการทำกิจกรรม เพื่อใช้ในการสร้างองค์ความรู้ใหม่ และร่วมกันอภิปรายข้อความรู้และยกตัวอย่างเพิ่มเติมในชั้นเรียน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการปรับความคิดให้ถูกต้องและชัดเจนยิ่งขึ้น

1.2.1.6 ขั้นการนำไปประยุกต์ใช้ เป็นขั้นที่ผู้สอนกระตุ้น โดยการนำเสนอสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน เพื่อให้เกิดความสงสัย ความอยากรู้ อยากรู้เห็น เพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะและการนำความรู้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ ๆ อาจเป็นรายบุคคลหรือเป็นกลุ่ม โดยผู้สอน

ทำการประเมินจากการตอบคำถามของผู้เรียน ซึ่งผู้เรียนจะนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้และเกิดการแลกเปลี่ยนความรู้ ทักษะ และแนวคิดจากการพูด การเขียน

1.3 วิเคราะห์เนื้อหา และผลการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้วิชาเคมี จากกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 พุทธศักราช 2556 โรงเรียนพนัสพิทยาคาร ชลบุรี โดยกำหนดเนื้อหา เรื่อง อนุพันธ์ของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน แบ่งเป็นเนื้อหา 5 เรื่อง ใช้เวลาทั้งสิ้น 14 ชั่วโมง ดังรายละเอียดในตารางที่ 6

ตารางที่ 6 การวิเคราะห์สาระการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้ เรื่อง อนุพันธ์ของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน

แผนการจัด การเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลาเรียน (ชั่วโมง)
1	แอลกอฮอล์และอีเทอร์	1. เขียนสูตร โครงสร้างและเรียกชื่อของแอลกอฮอล์ และอีเทอร์ได้ 2. สรุปสมบัติทั่วไปของแอลกอฮอล์และอีเทอร์ได้ 3. บอกประโยชน์หรืออันตรายของแอลกอฮอล์ และอีเทอร์ได้	3
2	แอลดีไฮด์และคีโตน	1. เขียนสูตร โครงสร้างและการเรียกชื่อของแอลดีไฮด์และคีโตนได้ 2. สรุปสมบัติทั่วไปของแอลดีไฮด์และคีโตนได้ 3. บอกประโยชน์หรืออันตรายของแอลดีไฮด์และคีโตนได้	3
3	กรดคาร์บอกซิลิก	1. เขียนสูตร โครงสร้างและการเรียกชื่อของกรดคาร์บอกซิลิกได้ 2. สรุปสมบัติทั่วไปของกรดคาร์บอกซิลิกได้ 3. บอกประโยชน์หรืออันตรายของกรดคาร์บอกซิลิกได้	3

## ตารางที่ 6 (ต่อ)

แผนการจัดการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลาเรียน (ชั่วโมง)
4	เอสเทอร์	1. เขียนสูตรโครงสร้างและการเรียกชื่อของเอสเทอร์ได้ 2. สรุปสมบัติทั่วไปของเอสเทอร์ได้ 3. เขียนปฏิกิริยาของการเกิดเอสเทอร์ได้ 4. บอกประโยชน์หรืออันตรายของเอสเทอร์ได้	3
5	เอมีนและเอไมด์	1. เขียนสูตรโครงสร้างและการเรียกชื่อของเอมีนและเอไมด์ได้ 2. สรุปสมบัติทั่วไปของเอมีนและเอไมด์ได้ 3. บอกประโยชน์หรืออันตรายของเอมีนและเอไมด์ได้	2
<b>รวม</b>			<b>14</b>

1.4 ดำเนินการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้วิชาเคมีเพิ่มเติมโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยให้ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง จำนวน 5 แผน ซึ่งโครงสร้างของแผนการจัดการเรียนรู้แต่ละแผน ประกอบด้วย

1.4.1 ผลการเรียนรู้

1.4.2 จุดประสงค์การเรียนรู้

1.4.3 สาระสำคัญ

1.4.4 สาระการเรียนรู้ (เนื้อหา)

1.4.5 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งประกอบได้ดังนี้

การจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก ประกอบไปด้วย 6 ขั้นตอน ดังนี้

1.4.5.1 ขั้นการนำเข้าสู่บทเรียน

1.4.5.2 ขั้นการวางแผนและการนำเสนอแผนการค้นคว้า

1.4.5.3 ขั้นการลงมือศึกษาค้นคว้าโดยผู้เรียน

1.4.5.4 ขั้นการอภิปรายและลงข้อสรุป

1.4.5.5 ขั้นการนำเสนอผลงาน

1.4.5.6 ขั้นการนำไปประยุกต์ใช้

1.4.6 สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

1.4.7 การวัดและประเมินผล

1.5 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสร็จแล้วเสนอต่อคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบเพื่อพิจารณาส่วนประกอบต่าง ๆ ของแผนการจัดการเรียนรู้ รวมทั้งความสอดคล้องระหว่างสาระการเรียนรู้ สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้และเวลาเรียน การจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก รวมถึงเครื่องมือการประเมินตามสภาพจริงและสื่อการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นและนำไปแก้ไขปรับปรุง

1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่านประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน ด้านการสอนวิทยาศาสตร์ ด้านการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกและด้านการวัดประเมินผล เพื่อตรวจสอบและประเมินค่าความเหมาะสมของเนื้อหา และกิจกรรม ซึ่งองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ สาระสำคัญ ผลการเรียนรู้ เนื้อหา กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ และการวัดและประเมินผลของแผนการจัดการเรียนรู้ในการประเมินความเหมาะสมใช้แบบสอบถามแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) 5 ระดับ ซึ่งกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนเป็นแบบการจัดอันดับคุณภาพ โดยมีรายละเอียดและเกณฑ์ในการประเมินดังนี้

การประเมินความเหมาะสม ใช้เปรียบเทียบกับมาตราในแบบสอบถามโดยนำคำตอบของผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่านให้ค่าน้ำหนักเป็นคะแนน ดังนี้

คะแนน 5 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

คะแนน 4 หมายถึง เหมาะสมมาก

คะแนน 3 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

คะแนน 2 หมายถึง เหมาะสมน้อย

คะแนน 1 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

การแปลความหมายค่าเฉลี่ยคะแนนนำมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ซึ่งใช้แนวคิดของพื้นที่ใต้โค้งปกติ (ไชยยศ เรืองสุวรรณ, 2548, หน้า 138) ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.50-5.00 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.50-4.49 หมายถึง เหมาะสมมาก



ค่าเฉลี่ย 2.50-3.49 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.50-2.49 หมายถึง เหมาะสมน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00-1.49 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้รับการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญมาประเมินความเหมาะสม ได้ค่า 4.20-5.00 ซึ่งถือว่ามีความเหมาะสม เนื่องจากเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดว่า ค่าเฉลี่ยของความเหมาะสมคือตั้งแต่ 3.50 ขึ้นไป (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2543, หน้า 117) จะถือว่าแผนการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก วิชาเคมี เรื่อง อนุพันธ์ของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน มีความเหมาะสม

**ประเมินความสอดคล้อง (IOC)** โดยการนำผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่าน นำมาแปลงเป็นคะแนนได้ดังนี้

+1 เมื่อแน่ใจว่าสอดคล้อง

0 เมื่อไม่แน่ใจว่าสอดคล้อง

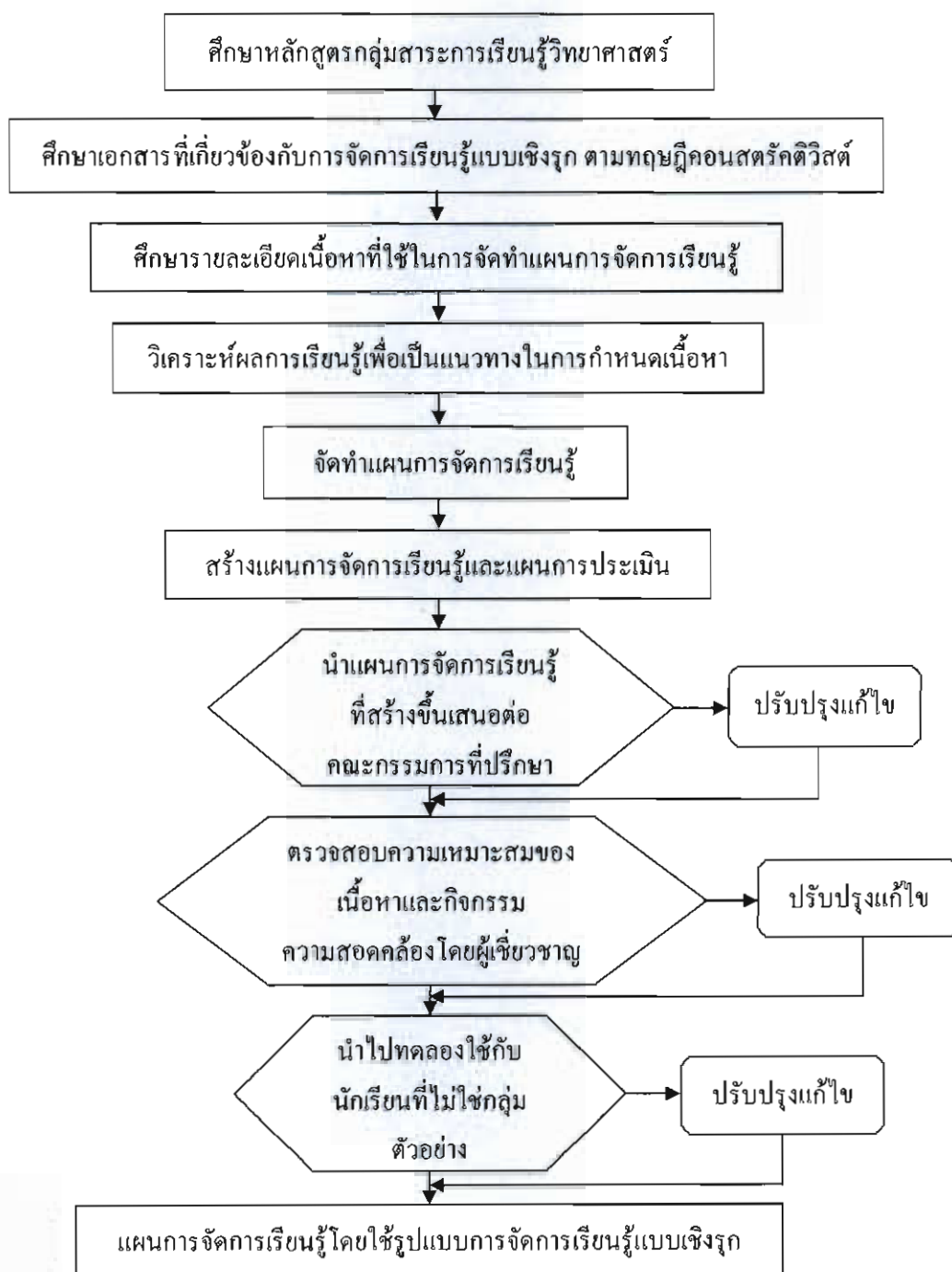
-1 เมื่อแน่ใจว่าไม่สอดคล้อง

จากนั้นนำมาแทนค่าในสูตรดัชนีหาความสอดคล้อง เพื่อคำนวณหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ได้ค่า .60-1.00 ซึ่งถือว่าใช้ได้ เนื่องจากเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดว่ามีค่าดัชนีความสอดคล้องมากกว่าหรือเท่ากับ .50 ขึ้นไป

1.7 ดำเนินการปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญในประเด็นที่ยังไม่ผ่านเกณฑ์

1.8 นำแผนการจัดการเรียนรู้เรื่องอนุพันธ์ของสารประกอบไฮโดรคาร์บอนสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ผ่านการปรับปรุงจากข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญแล้วนำไปทดลองใช้กับนักเรียน โรงเรียนพนัสพิทยาคาร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างซึ่งผู้วิจัยเป็นผู้ทำการทดลองเองเพื่อตรวจสอบความเป็นไปได้ความถูกต้องความเหมาะสมและบันทึกปัญหาข้อบกพร่องต่าง ๆ

1.9 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านการทดลองใช้แล้วมาปรับปรุงแก้ไขและจัดพิมพ์เป็นฉบับสมบูรณ์เพื่อนำไปทดลองใช้จริงกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนพนัสพิทยาคาร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 ต่อไป



ภาพที่ 4 ขั้นตอนการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก

2. แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ เรื่อง อนุพันธ์ของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน มีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

2.1 ศึกษาสาระและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

2.2 ศึกษาแนวทางและวิธีการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะตามการจัดการเรียนรู้ตามแนวสถาบันการส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์เพื่อกำหนดขั้นตอนการจัดกิจกรรม ดังนี้

2.2.1 ขั้นการสร้างความสนใจ เป็นขั้นที่ผู้สอนทำการทบทวนความรู้เดิมของผู้เรียนเพื่อเป็นตัวกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ และสร้างแรงจูงใจกับผู้เรียนจากการกำหนดประเด็นที่จะศึกษา

2.2.2 ขั้นการสำรวจและค้นหา เป็นขั้นที่ผู้เรียนทำความเข้าใจในประเด็นหรือคำถามที่สนใจจะศึกษาแล้ว และให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติตาม เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลของผู้เรียนจากสิ่งที่ผู้สอนได้ให้แนวทางในการศึกษาหาความรู้จากเอกสาร หรือแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลอย่างเพียงพอ

2.2.3 ขั้นการอภิปรายและลงข้อสรุป เป็นขั้นที่ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันอภิปรายและสรุปข้อมูลจากสิ่งที่ศึกษา

2.2.4 ขั้นการขยายความรู้ เป็นขั้นที่ผู้สอนตั้งข้อคำถาม เพื่อให้ผู้เรียนนำความรู้เดิมมาเชื่อมโยงกับความรู้ใหม่

2.2.5 ขั้นการประเมิน เป็นขั้นที่ผู้สอนจะประเมินความรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่าผู้เรียนมีความรู้ะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด และสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่น ๆ ต่อไป

2.3 วิเคราะห์เนื้อหาผลการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้วิชาเคมี จากกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 พุทธศักราช 2556 โรงเรียนพนัสพิทยาคาร ชลบุรี โดยกำหนดเนื้อหา เรื่อง อนุพันธ์ของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน แบ่งเป็นเนื้อหา 5 เรื่อง ใช้เวลาทั้งสิ้น 14 ชั่วโมง ดังรายละเอียดในตารางที่ 7

ตารางที่ 7 การวิเคราะห์สาระการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้ เรื่อง อนุพันธ์ของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน

แผนการจัด การเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลาเรียน (ชั่วโมง)
1	แอลกอฮอล์ และอีเทอร์	1. เขียนสูตร โครงสร้างและเรียกชื่อของ แอลกอฮอล์ และอีเทอร์ได้ 2. สรุปสมบัติทั่วไปของแอลกอฮอล์ และอีเทอร์ได้ 3. บอกประโยชน์หรืออันตรายของ แอลกอฮอล์ และอีเทอร์ได้	3
2	แอลดีไฮด์และคีโตน	1. เขียนสูตร โครงสร้างและการเรียกชื่อ ของแอลดีไฮด์และคีโตนได้ 2. สรุปสมบัติทั่วไปของแอลดีไฮด์ และคีโตนได้ 3. บอกประโยชน์หรืออันตรายของ แอลดีไฮด์และคีโตนได้	3
3	กรดคาร์บอกซิลิก	1. เขียนสูตร โครงสร้างและการเรียกชื่อ ของกรดคาร์บอกซิลิกได้ 2. สรุปสมบัติทั่วไปของ กรดคาร์บอกซิลิกได้ 3. บอกประโยชน์หรืออันตรายของ กรดคาร์บอกซิลิกได้	3
4	เอสเทอร์	1. เขียนสูตร โครงสร้างและการเรียกชื่อ ของเอสเทอร์ได้ 2. สรุปสมบัติทั่วไปของเอสเทอร์ได้ 3. เขียนปฏิกิริยาของการเกิดเอสเทอร์ได้ 4. บอกประโยชน์หรืออันตรายของ เอสเทอร์ได้	3

ตารางที่ 7 (ต่อ)

แผนการจัดการ การเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลาเรียน (ชั่วโมง)
5	เอมีนและเอไมด์	1. เขียนสูตร โครงสร้างและการเรียก ของเอมีนและเอไมด์ได้ 2. สรุปลสมบัติทั่วไปของเอมีนและ เอไมด์ได้ 3. บอกประโยชน์หรืออันตรายของ <b>เอมีนและเอไมด์</b> ได้	2
รวม			14

2.4 ดำเนินการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้วิชาเคมีเพิ่มเติมโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ ตามการจัดการเรียนรู้ตามแนวสถาบันการส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยให้ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง จำนวน 5 แผน ซึ่ง โครงสร้างของแผนการจัดการเรียนรู้แต่ละแผน ประกอบด้วย

2.4.1 ผลการเรียนรู้

2.4.2 จุดประสงค์การเรียนรู้

2.4.3 สาระสำคัญ

2.4.4 สาระการเรียนรู้ (เนื้อหา)

2.4.5 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งประกอบได้ดังนี้

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ ประกอบไปด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

2.4.5.1 ขั้นการสร้างความสนใจ

2.4.5.2 ขั้นการสำรวจและค้นหา

2.4.5.3 ขั้นการอภิปรายและลงข้อสรุป

2.4.5.4 ขั้นการขยายความรู้

2.4.5.5 ขั้นการประเมิน

2.4.6 สื่อ/ แหล่งการเรียนรู้

2.4.7 การวัดและประเมินผล

2.5 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสร็จแล้วเสนอต่อคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบเพื่อพิจารณาส่วนประกอบต่าง ๆ ของแผนการจัดการเรียนรู้ รวมทั้งความสอดคล้องระหว่างสาระการเรียนรู้ สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้และเวลาเรียนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ รวมถึงเครื่องมือการประเมินตามสภาพจริงและสื่อการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น และนำไปแก้ไขปรับปรุง

2.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่านประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน ด้านการสอนวิทยาศาสตร์ ด้านการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะและด้านการวัดประเมินผล เพื่อตรวจสอบและประเมินค่าความเหมาะสมของเนื้อหา และกิจกรรม ซึ่งองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ สาระสำคัญ ผลการเรียนรู้ เนื้อหา กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียน และการวัดและประเมินผลของแผนการจัดการเรียนรู้ในการประเมินความเหมาะสมใช้แบบสอบถามแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) 5 ระดับ ซึ่งกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนเป็นแบบการจัดอันดับคุณภาพ โดยมีรายละเอียดและเกณฑ์ในการประเมินดังนี้

การประเมินความเหมาะสม ใช้เปรียบเทียบกับมาตราในแบบสอบถาม โดยนำคำตอบของผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่านให้ค่าน้ำหนักเป็นคะแนน ดังนี้

คะแนน 5 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

คะแนน 4 หมายถึง เหมาะสมมาก

คะแนน 3 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

คะแนน 2 หมายถึง เหมาะสมน้อย

คะแนน 1 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

การแปลความหมายค่าเฉลี่ยคะแนนนำมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ ซึ่งใช้แนวคิดของพื้นที่ใต้โค้งปกติ (ไชยยศ เรืองสุวรรณ, 2548, หน้า 138) ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.50-5.00 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.50-4.49 หมายถึง เหมาะสมมาก

ค่าเฉลี่ย 2.50-3.49 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.50-2.49 หมายถึง เหมาะสมน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00-1.49 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้รับการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญมาประเมินความเหมาะสม ได้ค่า 4.00-5.00 ซึ่งถือว่ามีคุณภาพเหมาะสม เนื่องจากเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดว่า ค่าเฉลี่ยของ

ความเหมาะสมคือตั้งแต่ 3.50 ขึ้นไป (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2543, หน้า 117) จะถือว่าแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ วิชาเคมี เรื่อง อนุพันธ์ของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน มีคุณภาพเหมาะสม

**ประเมินความสอดคล้อง (IOC)** โดยการนำผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่านนำมาแปลงเป็นคะแนน ได้ดังนี้

+1 เมื่อแน่ใจว่าสอดคล้อง

0 เมื่อไม่แน่ใจว่าสอดคล้อง

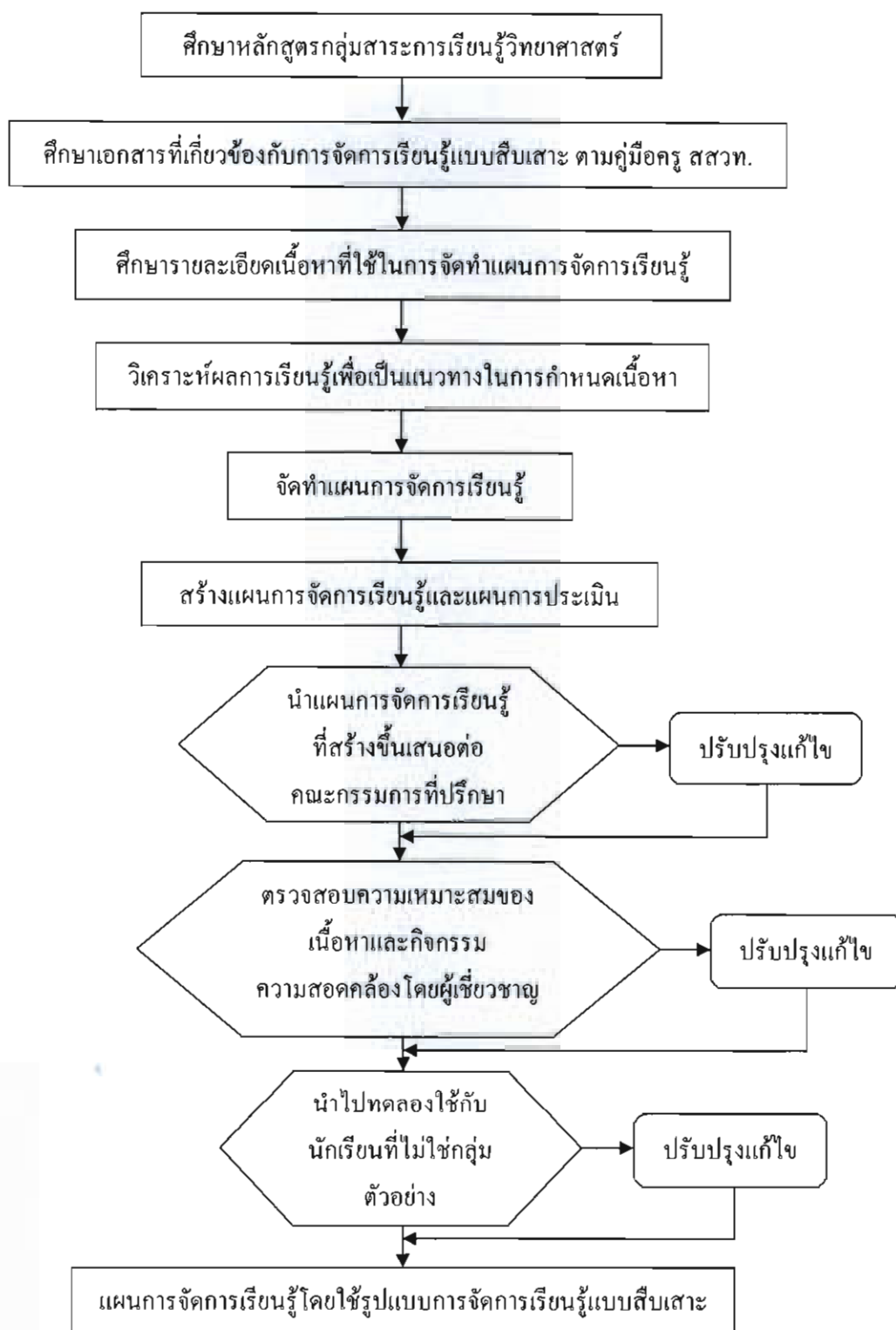
-1 เมื่อแน่ใจว่าไม่สอดคล้อง

จากนั้นนำมาแทนค่าในสูตรดัชนีหาความสอดคล้อง เพื่อคำนวณหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ได้ค่า .60-1.00 ซึ่งถือว่าใช้ได้ เนื่องจากเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดว่ามีค่าดัชนีความสอดคล้องมากกว่าหรือเท่ากับ .50 ขึ้นไป

2.7 ดำเนินการปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญในประเด็นที่ยังไม่ผ่านเกณฑ์

2.8 นำแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง อนุพันธ์ของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ผ่านการปรับปรุงจากข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญแล้ว นำไปทดลองใช้กับนักเรียนโรงเรียนพนัสพิทยาคาร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ซึ่งผู้วิจัยเป็นผู้ทำการทดลองเองเพื่อตรวจสอบความเป็นไปได้ ความถูกต้อง ความเหมาะสมและบันทึกปัญหาข้อบกพร่องต่าง ๆ ที่พบ

2.9 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านการทดลองใช้แล้วมาปรับปรุงแก้ไขและจัดพิมพ์เป็นฉบับสมบูรณ์เพื่อนำไปทดลองใช้จริงกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนพนัสพิทยาคาร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 ต่อไป



ภาพที่ 5 ขั้นตอนการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ







ตารางที่ 8 (ต่อ)

สาระ การเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบ (ข้อ)						รวม	ต้องการจริง
		ความรู้	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์	การสังเคราะห์	การประเมินค่า		
เอมีน	14. เขียนสูตรโครงสร้างและ การเรียกของเอมีนได้	2 (1)	1 (1)	-	2 (1)	-	-	5	3
	15. สรุปสมบัติทั่วไปของ เอมีนได้								
	16. บอกประโยชน์หรือ อันตรายของเอมีนได้								
เอไมด์	17. เขียนสูตรโครงสร้างและ การเรียกของเอไมด์ได้	1 (1)	1 (1)	-	3 (1)	-	-	5	3
	18. สรุปสมบัติทั่วไปของ เอไมด์ได้								
	19. บอกประโยชน์หรือ อันตรายของเอไมด์ได้								

**หมายเหตุ** ตัวเลขในวงเล็บ หมายถึง จำนวนข้อสอบที่ต้องการจริง

ตัวเลขที่ไม่ได้อยู่ในวงเล็บ หมายถึง จำนวนข้อสอบทั้งหมดที่ออก

3.4 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้วิชาเคมี แบบปรนัยชนิดเลือกตอบ (Multiple choice) 4 ตัวเลือก จำนวน 50 ข้อ ต้องการใช้จริง จำนวน 30 ข้อ ให้ครอบคลุมกับเนื้อหา และจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยให้มีสัดส่วนจำนวนข้อในแต่ละจุดประสงค์การเรียนรู้ตรงตามตารางวิเคราะห์

3.5 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้วิชาเคมีที่สร้างขึ้นเสนอต่อคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบ เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมและความสอดคล้องของสาระการเรียนรู้กับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้ กับพฤติกรรมที่ต้องการวัดของข้อคำถามในแต่ละข้อ รวมทั้งความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ แล้วจึงนำข้อเสนอแนะไปปรับปรุงแก้ไขให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

3.6 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน ด้านการสอนวิทยาศาสตร์ ด้านการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกและการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ และด้านการวัดประเมินผล เพื่อประเมินค่าความเหมาะสมและความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบเป็นรายข้อกับจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยใช้แบบประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น (สม โภชน์ อเนกสุข, 2554, หน้า 102) ซึ่งมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

- +1 เมื่อแน่ใจว่าแบบทดสอบตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการวัด
- 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าแบบทดสอบตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการวัด
- 1 เมื่อแน่ใจว่าแบบทดสอบไม่ตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการวัด

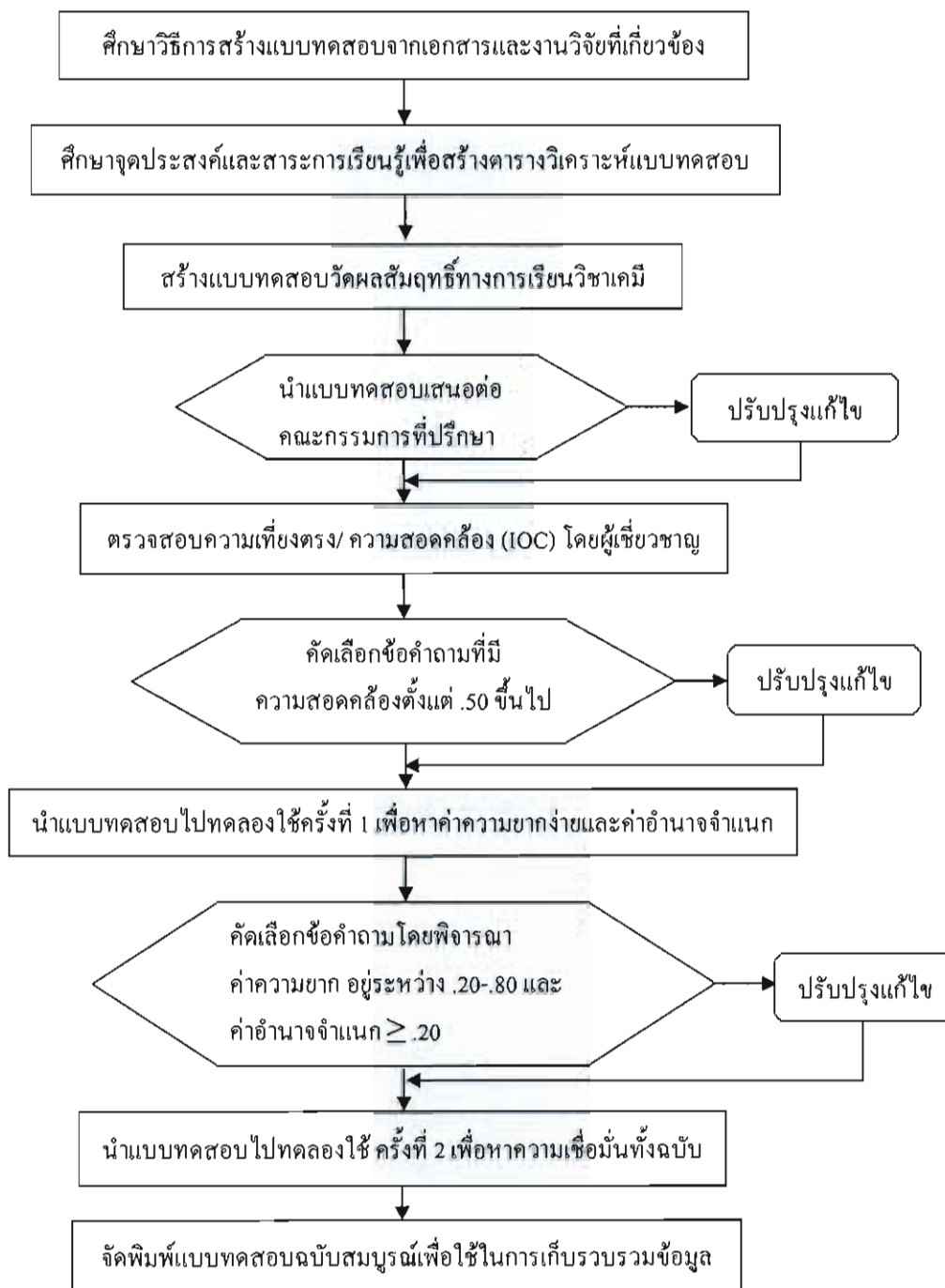
3.7 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี ที่ได้รับการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญมาหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ได้ค่า .80-1.00 ซึ่งถือว่าใช้ได้ เนื่องจากเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดว่าค่าดัชนีความสอดคล้องมากกว่าหรือเท่ากับ .50 ขึ้นไป (สม โภชน์ อเนกสุข, 2554, หน้า 102) ซึ่งถือว่าเป็นแบบทดสอบที่มีความสอดคล้องและความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) แต่หากมีค่าต่ำกว่า ผู้วิจัยจะต้องดำเนินการปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญเพื่อให้ได้แบบทดสอบที่มีคุณภาพมากขึ้น

3.8 จัดพิมพ์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แล้วนำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนระยองวิทยาคม จังหวัดระยอง ที่ผ่านการเรียน เรื่อง อนุพันธ์ของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน มาแล้ว จำนวน 40 คน

3.9 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มาตรวจสอบให้คะแนน โดยให้คะแนนสำหรับข้อที่ตอบถูก 1 คะแนน และให้ 0 คะแนน สำหรับข้อที่ตอบผิดหรือไม่ตอบหรือตอบเกิน 1 คำตอบในข้อเดียวกัน แล้ววิเคราะห์คะแนนรายข้อเพื่อหาค่าความยาก ( $P$ ) และค่าอำนาจจำแนก ( $B$ ) (ไพศาล วรคำ, 2555, หน้า 300-301) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป แล้วคัดเลือกแบบทดสอบที่มีค่าความยาก ( $P$ ) ตั้งแต่ .20 ถึง .80 และค่าอำนาจจำแนก ( $B$ ) ตั้งแต่ .20 ถึง 1.00 ได้แบบทดสอบจำนวน 30 ข้อ ที่มีค่าความยากง่ายระหว่าง .34-.79 และค่าอำนาจจำแนกระหว่าง .23-.73

3.10 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีที่มีค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนกตามเกณฑ์ที่กำหนด มาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับแบบอิงเกณฑ์ตามวิธีของโลเวทท์ (Lovett's method) พบว่าแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .85

3.11 จัดพิมพ์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง อนุพันธ์ของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน จำนวน 30 ข้อ เพื่อนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการศึกษาค้นคว้าต่อไป



ภาพที่ 6 ขั้นตอนการสร้างและตรวจสอบคุณภาพแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

#### 4. แบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมี มีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

4.1 ศึกษาทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์

4.2 กำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้างแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมี เรื่อง อนุพันธ์ของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน โดยทำการวิเคราะห์เนื้อหาองค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีและจำนวนข้อสอบในแบบทดสอบ ซึ่งคำถามจะครอบคลุมองค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมี เรื่อง อนุพันธ์ของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน โดยแบ่งออกเป็น 5 ด้าน ดังนี้

- 4.2.1 ด้านการจำแนก
- 4.2.2 ด้านการจัดหมวดหมู่
- 4.2.3 ด้านการเชื่อมโยง
- 4.2.4 ด้านการสรุป
- 4.2.5 ด้านการประยุกต์ใช้

ตารางที่ 9 วิเคราะห์องค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีและจำนวนข้อสอบในแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมี

องค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์	จำนวนข้อทดสอบ (ข้อ)	จำนวนข้อทดสอบที่ใช้จริง (ข้อ)
1. ด้านการจำแนก	6	4
2. ด้านการจัดหมวดหมู่	6	4
3. ด้านการเชื่อมโยง	6	4
4. ด้านการสรุป	6	4
5. ด้านการประยุกต์ใช้	6	4
รวม	30	20

4.3 สร้างแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ นำไปใช้จริง จำนวน 20 ข้อ ซึ่งจะเป็นคำถามที่มีลักษณะเป็นสถานการณ์ เรื่องราวต่าง ๆ ให้ครอบคลุมกับความสามารถในการคิดวิเคราะห์ทั้ง 5 ด้าน

4.4 นำแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมี เรื่อง อนุพันธ์ของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน เสนอต่อคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบ เพื่อประเมินความสอดคล้องของข้อคำถามการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมี ความชัดเจนของข้อคำถาม และเนื้อหาที่เหมาะสมและให้ข้อเสนอแนะเพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไขให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

4.5 นำแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีเรื่องอนุพันธ์ของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน ด้านการสอนวิทยาศาสตร์ ด้านการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกและการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะและด้านการวัดประเมินผล เพื่อประเมินค่าความเหมาะสมและความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบแต่ละข้อ โดยใช้แบบประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งมีเกณฑ์การให้คะแนน (สม โภชน์ อเนกสุข, 2554, หน้า 102) ดังนี้

- +1 เมื่อแน่ใจว่าแบบทดสอบตรงกับจุดประสงค์
- 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าแบบทดสอบตรงกับจุดประสงค์
- 1 เมื่อแน่ใจว่าแบบทดสอบไม่ตรงกับจุดประสงค์

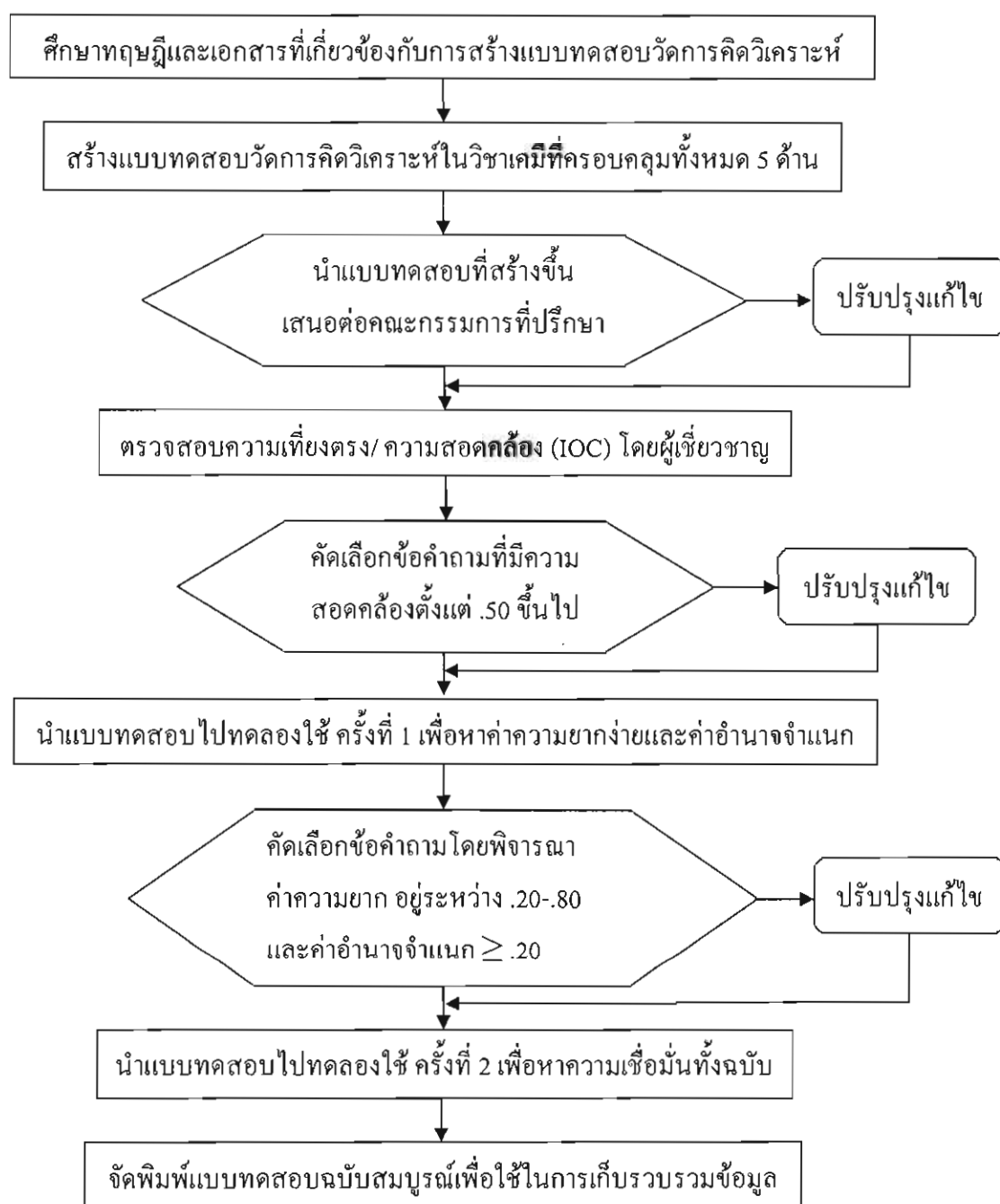
4.6 นำแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีที่ได้รับการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญมาหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ได้ค่า .80-1.00 ซึ่งถือว่าใช้ได้ เนื่องจากเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดว่าค่าดัชนีความสอดคล้องมากกว่าหรือเท่ากับ .50 ขึ้นไป (สม โภชน์ อเนกสุข, 2554, หน้า 102) ซึ่งถือว่าเป็นแบบทดสอบที่มีความสอดคล้อง (Content validity) แต่หากมีค่าต่ำกว่าผู้วิจัยจะต้องดำเนินการปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญเพื่อให้ได้แบบทดสอบที่มีคุณภาพมากขึ้น

4.7 นำแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมี เรื่อง อนุพันธ์ของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน ที่ได้ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญเรียบร้อยแล้ว นำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนระยองวิทยาคม จังหวัดระยอง จำนวน 40 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างที่ผ่านการเรียน เรื่อง อนุพันธ์ของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน เพื่อหาความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบเป็นรายข้อ

4.8 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มาตรวจสอบให้คะแนน โดยให้คะแนนสำหรับข้อที่ตอบถูก 1 คะแนน และให้ 0 คะแนน สำหรับข้อที่ตอบผิดหรือไม่ตอบหรือตอบเกิน 1 คำตอบในข้อเดียวกัน แล้ววิเคราะห์คะแนนรายข้อเพื่อหาค่าความยาก ( $P$ ) และค่าอำนาจจำแนก ( $B$ ) (ไพศาล วรคำ, 2555, หน้า 300-301) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป แล้วคัดเลือกแบบทดสอบที่มีค่าความยาก ( $P$ ) ตั้งแต่ .20 ถึง .80 และค่าอำนาจจำแนก ( $B$ ) ตั้งแต่ .20 ถึง 1.00 ได้แบบทดสอบจำนวน 20 ข้อ ที่มีค่าความยากง่ายระหว่าง .30-.79 และค่าอำนาจจำแนกระหว่าง .22-.70

4.9 นำแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมี เรื่อง อนุพันธ์ของสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่มีค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนกตามเกณฑ์ที่กำหนด มาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่น ทั้งฉบับแบบอิงเกณฑ์ตามวิธีของโลเวทท์ (Lovett's method) พบว่าแบบวัดการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมี มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .83

4.10 จัดพิมพ์แบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมี เรื่อง อนุพันธ์ของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน จำนวน 20 ข้อ เพื่อนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการเก็บข้อมูลในการวิจัยต่อไป



ภาพที่ 7 ขั้นตอนการสร้างและตรวจสอบคุณภาพแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมี



5. แบบวัดเจตคติต่อวิชาเคมี มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

5.1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบวัดเจตคติ

5.2 สร้างตารางวิเคราะห์เนื้อหาองค์ประกอบของเจตคติต่อวิชาเคมีและนำหน้า  
ในแบบวัด โดยมีเนื้อหาที่ครอบคลุมองค์ประกอบของเจตคติต่อวิชาเคมี ดังนี้

5.2.1 ความคิดเห็นทั่วไปต่อวิชาเคมี

5.2.2 การเห็นความสำคัญของวิชาเคมี

5.2.3 ความสนใจในวิชาเคมี

5.2.4 ความนิยมชมชอบต่อวิชาเคมี

5.2.5 การแสดงออกหรือมีส่วนร่วมในกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับวิชาเคมี วิเคราะห์  
เนื้อหาองค์ประกอบของเจตคติต่อวิชาเคมีและนำหน้าในแบบวัดเจตคติต่อวิชาเคมี

ตารางที่ 10 วิเคราะห์องค์ประกอบของเจตคติและนำหน้าในแบบวัดเจตคติต่อวิชาเคมี

องค์ประกอบของเจตคติ ต่อวิชาเคมี	นำหน้า (คะแนน)	ข้อคำถามเชิงนิมิต (Positive)	ข้อคำถามเชิงนิเสธ (Negative)	รวม (ข้อ)
1. ความคิดเห็นทั่วไป ต่อวิชาเคมี	20	4(3)	2(1)	6(4)
2. การเห็นความสำคัญ ของวิชาเคมี	20	4(3)	2(1)	6(4)
3. ความสนใจในวิชาเคมี	20	4(3)	2(1)	6(4)
4. ความนิยมชมชอบ ต่อวิชาเคมี	20	4(3)	2(1)	6(4)
5. การแสดงออกหรือ มีส่วนร่วมกับกิจกรรม เกี่ยวกับวิชาเคมี	20	4(3)	2(1)	6(4)
รวม	100	20(15)	10(5)	30(20)

หมายเหตุ ตัวเลขในวงเล็บ หมายถึง จำนวนข้อแบบวัดที่ต้องการจริง

ตัวเลขที่ไม่ได้อยู่ในวงเล็บ หมายถึง จำนวนข้อแบบวัดทั้งหมด

5.3 สร้างแบบวัดเจตคติต่อวิชาเคมีตามวิธีการวัดของลิเคิร์ต (Likert) ซึ่งเป็นข้อคำถามที่มีลักษณะการตอบแบบมาตราส่วนประเมินค่า (Rating scale) 5 ระดับ ประกอบด้วยข้อคำถามเชิงนิมิต (Positive) และข้อคำถามเชิงนิเสธ (Negative) ทั้งหมดจำนวน 30 ข้อ นำไปใช้จริงจำนวน 20 ข้อ

การให้คะแนนแต่ละข้อมีเกณฑ์ให้คะแนนโดยกำหนด ดังนี้

ข้อคำถามเชิงนิมิต (Positive)

5 คะแนน เมื่อตอบว่า เห็นด้วยอย่างยิ่ง

4 คะแนน เมื่อตอบว่า เห็นด้วย

3 คะแนน เมื่อตอบว่า ไม่แน่ใจ

2 คะแนน เมื่อตอบว่า ไม่เห็นด้วย

1 คะแนน เมื่อตอบว่า ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

ข้อคำถามเชิงนิเสธ (Negative)

5 คะแนน เมื่อตอบว่า ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

4 คะแนน เมื่อตอบว่า ไม่เห็นด้วย

3 คะแนน เมื่อตอบว่า ไม่แน่ใจ

2 คะแนน เมื่อตอบว่า เห็นด้วย

1 คะแนน เมื่อตอบว่า เห็นด้วยอย่างยิ่ง

5.4 นำแบบวัดเจตคติต่อวิชาเคมีเสนอต่อคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยาลัยนพนธ์ตรวจสอบเพื่อดูความถูกต้องและให้ข้อเสนอแนะเพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไขให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

5.5 นำแบบวัดเจตคติต่อวิชาเคมีที่ได้ทำการปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน ด้านการสอนวิทยาศาสตร์ ด้านการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ โดยให้รูปแบบการเรียนรู้แบบเชิงรุกและการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ และด้านการวัดประเมินผล ทำการตรวจความตรงตามเนื้อหาเป็นรายข้อ แล้วนำผลการตรวจของผู้เชี่ยวชาญมาหาค่าดัชนีความสอดคล้อง โดยใช้เกณฑ์การพิจารณาแบบวัดเจตคติที่มีค่า IOC ตั้งแต่ .50-1.00 ซึ่งมีค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบวัดเจตคติ คือ .80-1.00

5.6 ปรับปรุงแก้ไขแบบวัดเจตคติต่อวิชาเคมี ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

5.7 นำแบบวัดเจตคติต่อวิชาเคมี ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนพนัสพิทยาคาร ชลบุรี จำนวน 44 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง แล้วนำผลมาวิเคราะห์เพื่อหาค่าอำนาจจำแนก ( $r$ ) เป็นรายข้อโดยการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน

เพื่อเลือกข้อคำถามที่มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .20 ขึ้นไป (สม โภชน์ อเนกสุข, 2554, หน้า 119) ได้แบบวัดเจตคติ จำนวน 20 ข้อ ที่มีค่าอำนาจจำแนก คือ .27-.75

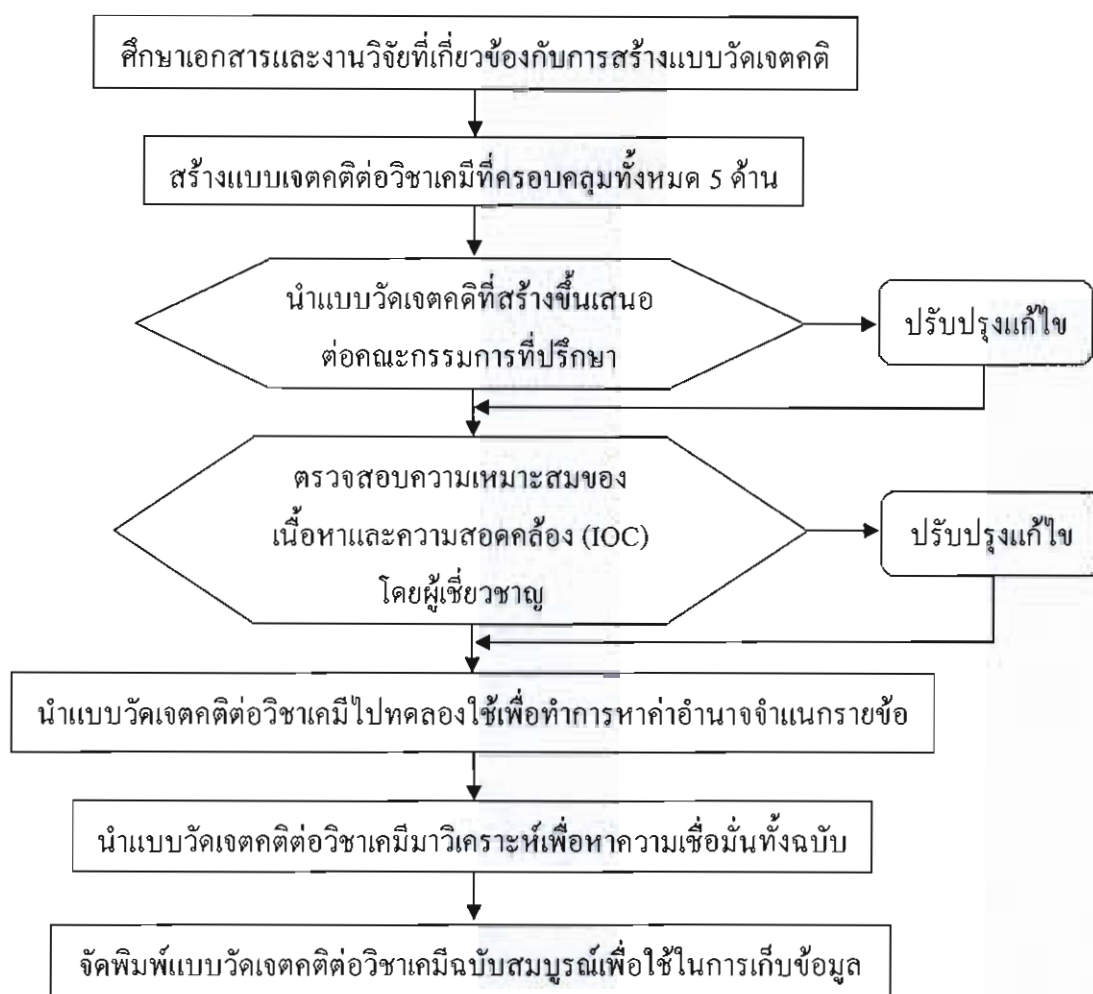
5.8 คัดเลือกแบบวัดเจตคติ จำนวน 20 ข้อ ที่มีค่าอำนาจจำแนกตามเกณฑ์ที่กำหนด แล้วนำมาวิเคราะห์หาความเชื่อมั่นของแบบวัดเจตคติต่อวิชาเคมีทั้งฉบับ โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา ( $\alpha$ -Coefficient) โดยใช้สูตรของครอนบาค (Cronbach) (สม โภชน์ อเนกสุข, 2554, หน้า 107-108) ได้แบบวัดที่มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .88

5.9 จัดพิมพ์แบบวัดเจตคติต่อวิชาเคมี เพื่อนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการศึกษาค้นคว้าต่อไป

### การแปลความหมายของคะแนนเจตคติต่อวิชาเคมี

แปลความหมายของคะแนนเจตคติต่อวิชาเคมีของนักเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมาวิเคราะห์ โดยการหาเฉลี่ย โดยกำหนดเกณฑ์ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2546, หน้า 101)

ช่วงคะแนน	ระดับเจตคติต่อวิชาเคมี
4.50-5.00	นักเรียนมีเจตคติต่อวิชาเคมีระดับดีมาก
3.50-4.49	นักเรียนมีเจตคติต่อวิชาเคมีระดับดี
2.50-3.49	นักเรียนมีเจตคติต่อวิชาเคมีระดับปานกลาง
1.50-2.49	นักเรียนมีเจตคติต่อวิชาเคมีระดับต่ำ
1.00-1.49	นักเรียนมีเจตคติต่อวิชาเคมีระดับต่ำที่สุด



ภาพที่ 8 ขั้นตอนการสร้างแบบวัดเจตคติต่อวิชาเคมี

### วิธีดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

1. สุ่มนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มาจำนวน 2 ห้องเรียน โดยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) ห้องที่ 1 จำนวนนักเรียน 42 คน เป็นกลุ่มทดลอง ห้องที่ 2 จำนวนนักเรียน 45 คน เป็นกลุ่มควบคุม ซึ่งทั้ง 2 ห้องเป็นเด็กห้องปกติที่มีความเท่าเทียมและคล้ายคลึงกัน โดยประกอบไปด้วยนักเรียนที่มีระดับสติปัญญาสูง ปานกลาง และต่ำ
2. ก่อนการเรียนการสอนครูผู้สอนแนะนำและชี้แจงขั้นตอนการทำกิจกรรมและบทบาทของผู้เรียนในการจัดการเรียนการสอนและอธิบายเกณฑ์การให้คะแนน
3. ทดสอบก่อนเรียน (Pretest) โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี แบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมี ที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพ ปรับปรุงและแก้ไขแล้ว

4. ดำเนินการทดลอง โดยใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้เนื้อหา คือ เรื่อง อนุพันธ์ของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน จำนวน 14 ชั่วโมง ซึ่งผู้วิจัยเป็นผู้สอนเองทั้ง 2 กลุ่ม แบ่งเป็นกลุ่มทดลองจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบเชิงรุกและกลุ่มควบคุมจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะ
5. เมื่อสิ้นสุดการสอนตามกำหนดแล้วจึงทำการทดสอบหลังเรียน (Post test) กับผู้เรียนกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี แบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมี (ฉบับเดิม) และแบบวัดเจตคติต่อวิชาเคมี
6. นำผลคะแนนที่ได้จากการตรวจแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี แบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมี และแบบวัดเจตคติต่อวิชาเคมี มาวิเคราะห์โดยวิธีการทางสถิติด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อทดสอบสมมติฐานต่อไป

### การวิเคราะห์ข้อมูล

1. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง อนุพันธ์ของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ โดยใช้ *t-test* Independent sample ในรูปของ Difference score
2. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง อนุพันธ์ของสารประกอบไฮโดรคาร์บอนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก โดยใช้ *t-test* Dependent sample
3. เปรียบเทียบการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมี ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ โดยใช้ *t-test* Independent sample ในรูปของ Difference score
4. เปรียบเทียบการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก โดยใช้ *t-test* Dependent sample
5. เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนเจตคติต่อวิชาเคมีหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกกับเกณฑ์ที่กำหนด คือ ระดับดี

## สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

### 1. สถิติพื้นฐาน

1.1 หาค่าเฉลี่ยของคะแนน ( $\bar{X}$ ) โดยใช้สูตร (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2549, หน้า 73)

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{N}$$

เมื่อ  $\bar{X}$  แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนน  
 $\sum X$  แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด  
 $N$  แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

1.2 หาค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน ( $S$ ) โดยใช้สูตร (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2549, หน้า 73)

$$S = \sqrt{\frac{N \sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)}}$$

เมื่อ  $S$  แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน  
 $\sum X^2$  แทน ผลรวมของคะแนนแต่ละด้านยกกำลังสอง  
 $(\sum X)^2$  แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง  
 $N$  แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

### 2. สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือ

2.1 หาความเที่ยงตรงของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีและแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมี โดยใช้ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม (IOC) (สม โภชน์ อเนกสุข, 2554, หน้า 102)

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

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์  
 $\sum R$  แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ  
 ด้านเนื้อหาวิชา  
 $N$  แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2.2 หาค่าความยากง่าย ( $P$ ) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีและแบบทดสอบการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมี (ไพศาล วรคำ, 2555, หน้า 292-295)

หาค่าความยากง่าย ( $P$ ) คำนวณได้จากสูตร

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

เมื่อ  $P$  แทน ค่าความยากง่าย  
 $R$  แทน จำนวนคนที่ตอบข้อนั้นถูก  
 $N$  แทน จำนวนคนที่ทำข้อนั้นทั้งหมด

2.3 หาค่าอำนาจจำแนก ( $B$ ) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีและแบบทดสอบการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีโดยใช้เทคนิคของเบรนนแนน (Brennan's Index: B-Index) (ไพศาล วรคำ, 2555, หน้า 300-301)

หาค่าอำนาจจำแนก ( $B$ ) คำนวณได้จากสูตร

$$B = \frac{f_p}{n_p} - \frac{f_F}{n_F}$$

เมื่อ  $B$  แทน คำนวณอำนาจจำแนกของเบรนนแนน  
 $f_p, f_F$  แทน จำนวนคนที่ตอบข้อนั้นถูกในกลุ่มผ่านเกณฑ์ (Pass) และกลุ่มไม่ผ่านเกณฑ์ (Fail) ตามลำดับ  
 $n_p, n_F$  แทน จำนวนคนในกลุ่มผ่านเกณฑ์ และไม่ผ่านเกณฑ์ ตามลำดับ

2.4 หาค่าความเชื่อมั่นแบบอิงเกณฑ์ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีและแบบทดสอบการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีโดยใช้ของโลเวทท์คำนวณได้จากสูตร (ไพศาล วรคำ, 2555, หน้า 285-287)

$$r_{cc} = 1 - \frac{k \sum x - \sum X^2}{(k-1) \sum (x-c)^2}$$

เมื่อ  $r_{cc}$  แทน ค่าประมาณความเชื่อมั่นแบบอิงเกณฑ์  
 $k$  แทน จำนวนข้อสอบของแบบทดสอบ  
 $c$  แทน คะแนนเกณฑ์หรือคะแนนจุดตัด  
 $x$  แทน คะแนนรวมของผู้สอบแต่ละคน

2.5 หาค่าอำนาจจำแนก ( $r$ ) ของแบบวัดเจตคติต่อวิชาเคมี โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (สมบัติ ท้ายเรือคำ, 2549, หน้า 92)

$$r_{xy} = \frac{N \sum XY - \sum X \sum Y}{\sqrt{\{N \sum X^2 - (\sum X)^2\} \{N \sum Y^2 - (\sum Y)^2\}}}$$

เมื่อ  $r_{xy}$  แทน ค่าอำนาจจำแนกของแบบสอบถามวัดเจตคติต่อวิชาเคมี  
 $X$  แทน คะแนนรวม  
 $Y$  แทน คะแนนรายข้อ  
 $N$  แทน จำนวนกลุ่มตัวอย่าง

2.6 หาความเชื่อมั่นของแบบวัดเจตคติต่อวิชาเคมีโดยการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา ( $\alpha$ -Coefficient) โดยใช้สูตรของครอนบาค (Cronbach) (สมโภชน์ อเนกสุข, 2554, หน้า 107-108)

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

เมื่อ  $\alpha$  แทน สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น  
 $n$  แทน จำนวนข้อของแบบสอบถาม  
 $S_i^2$  แทน คะแนนความแปรปรวนแต่ละข้อ  
 $S^2$  แทน คะแนนความแปรปรวนทั้งฉบับ

### 3. สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

3.1 ใช้สถิติ  $t$ -test แบบ Dependent Sample เพื่อทดสอบสมมติฐาน (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2549, หน้า 104)

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{n \sum D^2 - (\sum D)^2}{n-1}}} \quad \text{และ } df = n-1$$

เมื่อ  $t$  แทน ค่าที่ใช้พิจารณาการแจกแจงของค่า  $t$   
 $D$  แทน ผลต่างของคะแนนก่อนสอบและหลังสอบ  
 $\sum D$  แทน ผลรวมของความแตกต่างระหว่างคะแนนการสอบก่อน-หลังเรียน  
 $n$  แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง



3.2 ใช้สถิติ *t-test* Independent sample ในรูป Difference score (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2549, หน้า 218)

$$t = \frac{MD_1 - MD_2}{\sqrt{\frac{S_D^2}{n_1} + \frac{S_D^2}{n_2}}} \quad \text{และ } df = n_1 + n_2 - 2$$

$$\text{โดย } S_D^2 = \frac{\sum (D_1 - MD_1)^2 + \sum (D_2 - MD_2)^2}{n_1 + n_2 - 2}$$

เมื่อ	$t$	แทน ค่าที่ใช้ในการพิจารณาใน $t$
	$MD_1$	แทน ค่าเฉลี่ยของผลต่างระหว่างคะแนนการทดสอบหลังเรียน กับก่อนเรียนของกลุ่มทดลอง
	$MD_2$	แทน ค่าเฉลี่ยของผลต่างระหว่างคะแนนการทดสอบหลังเรียน กับก่อนเรียนของกลุ่มควบคุม
	$D_1$	แทน ผลต่างระหว่างคะแนนการทดสอบหลังเรียนกับก่อนเรียน ของกลุ่มทดลอง
	$D_2$	แทน ผลต่างระหว่างคะแนนการทดสอบหลังเรียนกับก่อนเรียน ของกลุ่มควบคุม
	$S_D^2$	แทน ค่าความแปรปรวนของผลต่างระหว่างคะแนนการทดสอบ หลังเรียนและก่อนเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม
	$n_1$	แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มทดลอง
	$n_2$	แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มควบคุม

## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

#### สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อสื่อความหมายในการเสนอผลการวิจัยให้เข้าใจตรงกัน ดังนี้

- $n$  แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
- $\bar{X}$  แทน ค่าคะแนนเฉลี่ย
- $SD$  แทน ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูล
- $t$  แทน ค่าสถิติในการแจกแจงแบบ  $t$
- $p$  แทน ค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อน
- $*$  แทน นัยสำคัญทางสถิติที่ .05

#### การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับ ดังนี้

1. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง อนุพันธของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ โดยใช้  $t$ -test Independent sample ในรูปของ Difference score
2. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง อนุพันธของสารประกอบไฮโดรคาร์บอนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก โดยใช้  $t$ -test Dependent sample
3. เปรียบเทียบการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมี ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ โดยใช้  $t$ -test Independent sample ในรูปของ Difference score
4. เปรียบเทียบการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมี ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก โดยใช้  $t$ -test Dependent sample
5. เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนเจตคติต่อวิชาเคมีหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกกับเกณฑ์ ระดับดี

## ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง อนุพันธ์ของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ ได้ผลดังตารางที่ 11

ตารางที่ 11 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง อนุพันธ์ของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ

กลุ่มตัวอย่าง	<i>n</i>	$\bar{X}$	<i>SD</i>	<i>df</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
G <sub>1</sub>	42	19.76	3.48	85	3.775*	.000
G <sub>2</sub>	45	16.64	4.21			

\**p* < .05

จากตารางที่ 11 ค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ของกลุ่มนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สรุปได้ว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ของกลุ่มนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ

2. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง อนุพันธ์ของสารประกอบไฮโดรคาร์บอนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก ได้ผลดังตารางที่ 12

ตารางที่ 12 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก

กลุ่มตัวอย่าง	<i>n</i>	$\bar{X}$	<i>SD</i>	$\sum D$	$\sum D^2$	<i>df</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
ก่อนเรียน	42	11.38	4.57					
				352	3620	41	13.578*	.000
หลังเรียน	42	19.76	3.48					

\**p* < .05

จากตารางที่ 12 ค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สรุปได้ว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีสูงกว่าก่อนเรียน

3. ผลการเปรียบเทียบการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมี ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ ได้ผลดังตารางที่ 13

ตารางที่ 13 ผลการเปรียบเทียบการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมี ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ

กลุ่มตัวอย่าง	<i>n</i>	$\bar{X}$	<i>SD</i>	<i>df</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
G <sub>1</sub>	42	14.81	2.64	85	8.454*	.000
G <sub>2</sub>	45	10.73	1.80			

\**p* < .05

จากตารางที่ 13 ค่าเฉลี่ยของคะแนนการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ของกลุ่มนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สรุปได้ว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ของกลุ่มนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ

4. ผลการเปรียบเทียบการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมี ก่อนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก ได้ผลดังตารางที่ 14

ตารางที่ 14 ผลการเปรียบเทียบการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก

กลุ่มตัวอย่าง	<i>n</i>	$\bar{X}$	<i>SD</i>	$\sum D$	$\sum D^2$	<i>df</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
ก่อนเรียน	42	4.43	2.69					
				436	5146	41	17.302*	.000
หลังเรียน	42	14.81	2.64					

\**p* < .05

จากตารางที่ 14 ค่าเฉลี่ยของคะแนนการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สรุปได้ว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก มีการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีสูงกว่าก่อนเรียน

5. ผลของเจตคติต่อวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียน โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกกับเกณฑ์ที่กำหนด คือ ระดับดี ได้ผลดังตารางที่ 15

ตารางที่ 15 ผลของเจตคติต่อวิชาเคมีหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกกับเกณฑ์ที่กำหนดคือ ระดับดี

รายการ	$\bar{X}$	$SD$	ระดับ	อันดับ
1. ด้านความคิดเห็นทั่วไปต่อวิชาเคมี	3.49	0.78	ปานกลาง	3
2. ด้านการเห็นความสำคัญต่อวิชาเคมี	4.01	0.73	ดี	1
3. ด้านความสนใจในวิชาเคมี	3.19	0.81	ปานกลาง	5
4. ด้านการนิยมนชมชอบต่อวิชาเคมี	3.20	0.78	ปานกลาง	4
5. ด้านการแสดงออกหรือการมีส่วนร่วม ในกิจกรรมเกี่ยวกับวิชาเคมี	3.74	0.75	ดี	2
รวม	3.53	0.77	ดี	

จากตารางที่ 15 ค่าเฉลี่ยของคะแนนเจตคติต่อวิชาเคมีหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกอยู่ในระดับดี ซึ่งมีค่า  $\bar{X}$  เท่ากับ 3.53 และค่า  $SD$  เท่ากับ 0.77 ซึ่งโดยรวมนักเรียนมีเจตคติต่อวิชาเคมีในด้านต่าง ๆ ตามลำดับ ดังนี้ 1) ด้านการเห็นความสำคัญต่อวิชาเคมี 2) ด้านการแสดงออกหรือการมีส่วนร่วมในกิจกรรมเกี่ยวกับวิชาเคมี 3) ด้านความคิดเห็นทั่วไปต่อวิชาเคมี 4) ด้านการนิยมนชมชอบต่อวิชาเคมี 5) ด้านความสนใจในวิชาเคมี สรุปได้ว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียน โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกมีเจตคติต่อวิชาเคมีอยู่ในระดับดี ( $\bar{X} = 3.53$ )

## บทที่ 5

### สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งการทดลอง มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกและการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (การสอนแบบปกติ) และศึกษาเจตคติต่อวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนพนัสพิทยาคาร จังหวัดชลบุรี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 2 ห้องเรียน โดยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) ห้องที่ 1 จำนวนนักเรียน 42 คน เป็นกลุ่มทดลอง ห้องที่ 2 จำนวนนักเรียน 45 คน เป็นกลุ่มควบคุม เครื่องมือที่ใช้ คือแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี แบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง .34-.79 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .23-.73 มีความเชื่อมั่นเท่ากับ .85 แบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง .30-.79 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .22-.70 มีความเชื่อมั่นเท่ากับ .83 และแบบวัดเจตคติต่อวิชาเคมี มีลักษณะเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ จำนวน 20 ข้อ มีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง .27-.75 ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .88 ซึ่งเครื่องมือดังกล่าวได้มีการตรวจสอบคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญและมีการทดลองใช้ก่อนนำไปใช้จริง โดยแบบแผนการทดลองที่ใช้คือแบบสองกลุ่มทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน (Pre-post test, nonequivalent control group design) จากนั้นจึงดำเนินการสอนกลุ่มตัวอย่างด้วยแผนการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกและแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะเป็นระยะเวลา 14 ชั่วโมง เมื่อสิ้นสุดการทดลอง ได้ทำการทดสอบหลังเรียนกับกลุ่มตัวอย่างอีกครั้ง โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี แบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีฉบับเดิมและแบบวัดเจตคติต่อวิชาเคมี แล้วนำคะแนนที่รวบรวมได้มาวิเคราะห์ข้อมูลโดยเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก โดยใช้สูตร (*t-test*) แบบ Dependent sample และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีในวิชาเคมีและการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ โดยใช้สูตร (*t-test*) แบบ Independent sample ในรูปของ Difference score และเจตคติต่อวิชาเคมีนำค่าเฉลี่ยของคะแนนหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกมาเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด คือ ระดับดี



## สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี การคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมี และเจตคติต่อวิชาเคมี เรื่อง อนุพันธ์ของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 พบว่า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียน หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
3. การคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
4. การคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีของนักเรียนหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
5. เจตคติต่อวิชาเคมีหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกอยู่ในระดับดี ( $\bar{X} = 3.53$ )

## อภิปรายผลการวิจัย

จากการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี การคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมี และเจตคติต่อวิชาเคมี เรื่อง อนุพันธ์ของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สรุปผลการวิจัยและมีประเด็นการอภิปราย ดังนี้

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก สูงกว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้เป็นเพราะรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกนั้นเป็นขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนที่อยู่บนพื้นฐานของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ที่เน้นให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเองและร่วมกันเป็นกลุ่ม ทำให้สมาชิกภายในกลุ่มมีโอกาสอภิปราย และแลกเปลี่ยนความรู้ความคิดเห็นอย่างเต็มที่ จากกิจกรรมที่ผู้สอนจัดขึ้น ได้แก่ การอ่านแบบเชิงรุก การเขียนแบบเชิงรุก เกม และการทดลอง เป็นต้น และมีการค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติมจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ ด้วยตัวของนักเรียนเอง ทำให้ผู้เรียนสนใจที่จะเรียนรู้มากขึ้น ทั้งนี้การจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกได้มีการตรวจสอบความรู้พื้นฐานเดิมของผู้เรียน ซึ่งส่งผลให้ผู้เรียนสามารถทำการเชื่อมโยงข้อคำถามที่ผู้สอนตั้งไว้จากการตรวจสอบเข้าสู่เนื้อหาในกิจกรรมของขั้นตอนต่าง ๆ ต่อไปได้อย่างดี ก่อนที่จะให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติกิจกรรม ผู้สอนจะมีการหึงคำถามไว้ ตลอดจนมีการเร้าความสนใจให้ผู้เรียนมีความอยากเรียน เพื่อให้ผู้เรียนคิดและ

ช่วยกันวางแผนต่อว่าจากคำถามนั้นควรที่จะสืบค้นหาข้อมูลหรือต้องทราบในเรื่องนี้อะไรเพิ่มเติม เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาใช้ในการแก้ปัญหาหรือหาคำตอบมาได้ด้วยตนเอง ผู้สอนจะมีบทบาทเป็นผู้คอยให้คำปรึกษาและแนะนำอย่างใกล้ชิดชี้แนะแนวทางการเชื่อมโยงความสัมพันธ์สรุปความรู้ของตนเอง นอกจากนี้ยังมีการสะท้อนความรู้ของผู้เรียนจากการออกมานำเสนอผลจากการเรียนรู้อย่างอิสระ ในรูปแบบต่าง ๆ ตามความสนใจ แสดงให้เห็นว่าความรู้และประสบการณ์ที่ผู้เรียนได้รับเป็นรูปธรรมที่ชัดเจนรวมทั้งได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกัน ทำให้ผู้เรียนภาคภูมิใจในตัวเองจากการที่ลงมือปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยตัวเอง จึงส่งผลให้ผู้เรียนมีเจตคติต่อวิชาที่เรียนมากขึ้นและในขั้นตอนสุดท้ายของกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ จะมีการนำความรู้ที่ได้เรียนมาไปประยุกต์ใช้กับชีวิตประจำวัน หรือสถานการณ์ใหม่ que ผู้สอนได้จำลองขึ้นซึ่งมีความสัมพันธ์กันกับเรื่องที่เรียน สามารถใช้เป็นตัวอย่างส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความรู้ ความเข้าใจในเนื้อหาสาระ ได้ดีขึ้น อีกทั้งได้รับประสบการณ์การเรียนรู้ที่ผู้เรียนเป็นผู้ที่จะเผชิญต่อสถานการณ์ผ่านกระบวนการคิด การปฏิบัติ จนเกิดเป็นความรู้ใหม่ของตนเอง และผู้เรียนมีอิสระในการเรียนเกิดความกระตือรือร้นที่จะเรียน จึงส่งผลให้ผู้เรียนได้พัฒนาการเรียนรู้ได้อย่างเต็มตามศักยภาพของตัวผู้เรียน (Fink, 1999 อ้างถึงใน ศิริพร มโนพิเชษฐวัฒนา, 2547, หน้า 27-28) ซึ่งสอดคล้องกับศิริพร มโนพิเชษฐวัฒนา (2547, หน้า 154) กล่าวว่า การเรียนรู้ที่ผู้เรียนมีส่วนร่วมที่กระตือรือร้นนั้น เป็นสภาพการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ มีการเชื่อมโยงความรู้ ความคิดกับประสบการณ์ โดยผู้สอนกระตุ้นและจูงใจให้ผู้เรียนได้เรียนรู้อย่างสนุกสนานและตื่นตัว และจากทวิวัฒน์ วัฒนกุลเจริญ (2551) ได้เสนอแนวคิดว่าการเรียนรู้แบบเชิงรุกเป็นการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติ และสร้างความรู้จากสิ่งที่ปฏิบัติในระหว่างการเรียนการสอน โดยเน้นการพัฒนาทักษะ ความสามารถที่ตรงกับพื้นฐานของความรู้เดิม ส่งผลให้ผู้เรียนเกิดการเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิมที่มาจาก การปฏิบัติและความต้องการของผู้เรียนเป็นสำคัญ และสอดคล้องกับงานวิจัยของพรณิภา กิจเอก (2550) ที่พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี ที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุกของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สูงกว่านักเรียนที่เรียน โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหรือการเรียนรู้แบบปกติเป็นการเรียนการสอนที่เน้นการบรรยาย และให้นักเรียนจดสาระสำคัญลงในสมุดตามแบบหนังสือเรียนทาง สสวท. จึงทำให้ผู้เรียนเป็นฝ่ายที่รับความรู้อย่างเฉยๆ ทำให้ผู้เรียนเกิดการจดจำความรู้จากการท่องจำมากกว่าลงมือปฏิบัติ และเกิดกระบวนการคิด จึงทำให้ผู้เรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมีที่สูงกว่า เนื่องจากผู้เรียนได้รับการจัดบรรยากาศที่เหมาะสมกับการเรียน เพื่อให้ผู้เรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเองเชื่อมโยงมาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียน หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้เป็นเพราะรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ

เชิงรุกจะเน้นให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเองและร่วมกันทำงานเป็นกลุ่ม ซึ่งการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกนั้นประกอบไปด้วย 6 ขั้นตอน ขั้นตอนแรก คือ ขั้นการนำเข้าสู่บทเรียนผู้สอนชี้แจงขั้นตอนการทำกิจกรรมและตรวจสอบความรู้เดิมโดยการตั้งคำถามหรือสถานการณ์ที่น่าสนใจ เพื่อกระตุ้นความสนใจและความอยากรู้อยากเห็นของผู้เรียน ด้วยสื่อและรูปภาพ ที่เชื่อมโยงกับในชีวิตประจำวัน เพื่อให้ผู้เรียนเตรียมความพร้อมในการเรียน และผู้สอนยังมีการตั้งคำถามทิ้งไว้ให้ผู้เรียนเกิดข้อสงสัยจากปัญหาหรือคำถามนั้นเพื่อให้ผู้เรียนเกิดความสนใจแสดงความคิดเห็นออกมาและสามารถเชื่อมโยงไปสู่เรื่องที่จะเรียนได้ (วาทัญญู วุฒิวรรณ, 2553, หน้า 39) ขั้น 2 คือ ขั้นการวางแผนและการนำเสนอแผนการค้นคว้า เป็นขั้นที่ให้ผู้เรียนได้วางแผนและนำเสนอแผนร่วมกันอย่างอิสระจากใบกิจกรรมที่มอบหมายให้ผู้สอนจะคอยให้คำแนะนำและคำปรึกษาอย่างใกล้ชิด ซึ่งจะคอยซักถามถึงประเด็นที่ต้องไปสืบค้นหาข้อมูลต่อ จึงทำให้ผู้เรียนเกิดการคิดวิเคราะห์หาข้อมูลร่วมกันวางแผนกันในกลุ่ม เพื่อแยกแยะองค์ประกอบที่สำคัญๆ ออกเป็นหมวดหมู่ ขั้น 3 คือ ขั้นการลงมือศึกษาค้นคว้า โดยผู้เรียน เมื่อผู้เรียนแต่ละกลุ่มได้ประเด็นต้องการศึกษาแล้ว ผู้เรียนจะเริ่มมีการแบ่งบทบาทหน้าที่ของสมาชิกในกลุ่มในการลงมือปฏิบัติทำกิจกรรมต่าง ๆ ด้วยตนเองอย่างอิสระ จากแหล่งเรียนรู้ที่หลากหลาย เช่น ใบความรู้ หนังสือที่เกี่ยวข้อง หรืออินเทอร์เน็ต เป็นต้น จนได้มาซึ่งความรู้ใหม่ ขั้น 4 คือ ขั้นการอภิปรายและลงข้อสรุป ผู้สอนจะให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มได้นำข้อมูลที่ได้จากการสืบค้นหาข้อมูลของแต่ละคนภายในกลุ่ม มารวมกันแลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกันในการปรับความคิดให้มีความถูกต้องและชัดเจนขึ้นเพื่อเชื่อมโยงความสัมพันธ์สรุปความรู้ของกลุ่มออกมาเป็นผลงานในรูปแบบต่าง ๆ ยังช่วยให้ผู้เรียนที่อ่อนเกิดความภาคภูมิใจในตนเอง ทำให้ผู้เรียนรู้สึกว่าคุณมีความสำคัญต่อกลุ่ม ขั้น 5 คือ ขั้นการนำเสนอผลงานผู้เรียนจะนำเสนอผลงานจากการลงมือทำในรูปแบบต่าง ๆ เช่น ผังมโนทัศน์ การวาดรูป และการอภิปรายหน้าชั้นเรียน เพื่อเป็นการสะท้อนความคิดที่ได้รับ ผู้เรียนได้มีการแลกเปลี่ยนความรู้กัน โดยผู้สอนจะอธิบายถึงประเด็นที่สำคัญ ๆ พร้อมทั้งยกตัวอย่างที่สอดคล้องกับเรื่องที่เรียน ซึ่งผู้สอนจะทราบถึงความรู้และองค์ความรู้ใหม่ที่เกิดขึ้นในตัวผู้เรียนและเป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นและสนใจในการเรียนเพิ่มขึ้นจากกิจกรรม (วาทัญญู วุฒิวรรณ, 2553, หน้า 39) ขั้นสุดท้าย คือขั้นการนำไปประยุกต์ใช้ ผู้สอนจะกระตุ้น โดยนำเสนอสถานการณ์ที่ชวนสงสัย ปัญหาหรือเกม เป็นการส่งเสริมให้ผู้เรียนนำความรู้ไปประยุกต์ใช้กับสถานการณ์ใหม่ ๆ ทำให้ผู้เรียนมีการถ่ายโอนความรู้เดิมไปสู่ความรู้ใหม่ได้ เป็นวิธีหนึ่งที่เหมาะสมตามแนวคิดของ Silberman (1996, p. 11) ที่ว่าการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกเป็นกิจกรรมที่มีความหลากหลายที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติทำด้วยตนเอง เพื่อค้นหาคำตอบจากสิ่งที่ผู้เรียนอยากรู้อยากลองและเกิดข้อสงสัยอย่างเป็นระบบ ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดทักษะการคิดการแก้ปัญหา เกิดความสนใจในวิทยาศาสตร์ ปฏิสัมพันธ์ภายในชั้นเรียน และเกิดความกระตือรือร้นในการเรียน และจากแนวคิด

ของวทัญญ วุฒิวรรณ (2553, หน้า 74) พบว่า การจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกมีการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้คิด และลงมือปฏิบัติด้วยตัวเอง เพื่อค้นหาคำตอบด้วยตนเองและร่วมกับเพื่อน โดยกิจกรรมการเรียนรู้เริ่มต้นด้วยสถานการณ์ปัญหาที่ชวนท้าทายการคิด จะช่วยกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน ผู้เรียนได้มีโอกาสเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับเก่าได้ จึงส่งผลให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้นและสอดคล้องกับงานวิจัยของศิริพร มโนพิเชฐวัฒนา (2547) วทัญญ วุฒิวรรณ (2553, หน้า 74) และพรรณิกา กิจเอก (2550) พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุกของนักเรียน สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. การคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก สูงกว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้เนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ใช้สถานการณ์ คำถาม หรือปัญหาที่เกี่ยวข้องในชีวิตประจำวันมาเป็นตัวกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการคิดวิเคราะห์และสังเคราะห์ในการเรียนรู้ เกิดขึ้นจากประเด็นของคำถามหรือสถานการณ์ ตามแนวคิดทฤษฎีการคิดวิเคราะห์ของมาร์ชา โนที่ส่งผลให้ผู้เรียนสามารถเกิดทักษะการคิดวิเคราะห์ทั้ง 5 ด้าน คือ ทักษะการจำแนก การจัดหมวดหมู่ การเชื่อมโยง การสรุปความ และการประยุกต์ ได้อย่างเป็นรูปธรรม โดยจะใช้สถานการณ์หรือคำถามที่มีความท้าทายและน่าสนใจ โดยจะเป็นการสร้างแรงจูงใจในการค้นหาคำตอบของผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนได้สร้างองค์ความรู้ และค้นหาคำตอบด้วยตนเองจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกันภายในกลุ่มและในห้องเรียน โดยผู้สอนจะช่วยกระตุ้นผู้เรียนด้วยคำถามและกิจกรรม เพื่อช่วยให้ผู้เรียนสามารถคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ความรู้ สรุป และประเมินค่าของคำตอบ โดยกระบวนการคิดเป็นสิ่งที่พัฒนาและฝึกฝนได้ (ทศนา เขมมณี, 2550) ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของอุษณีย์ เทพรชัช (2542) ที่ว่าการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกจะเป็นลักษณะการเรียนการสอนที่ผู้เรียนมีอิสระทางด้านความคิด ในการทำกิจกรรม และสามารถนำความรู้ หรือประสบการณ์เดิมมาเชื่อมโยงกับเรื่องที่กำลังเรียน จึงทำให้กลุ่มทดลองเกิดการคิดวิเคราะห์ที่สูง

4. การคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีของนักเรียนหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้เนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกเป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติทำด้วยตนเอง เพื่อค้นหาคำตอบจากสิ่งที่ผู้เรียนอยากรู้ อยากรอง และเกิดข้อสงสัย ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดทักษะการคิด การแก้ปัญหา เกิดความสนใจในการทำกิจกรรม และทำให้การจัดการเรียนรู้แบบนี้เป็นส่งเสริมถึงความสามารถในการฝึกใช้ทักษะการคิดวิเคราะห์จากสถานการณ์ หรือข้อคำถาม หรือจากการปฏิบัติการทดลอง ซึ่งผู้เรียนจะต้องวิเคราะห์ถึงการจำแนกได้ว่าในแต่ละข้อคำถามหรือข้อมูลนั้นสามารถจำแนกแยกแยะหรือจัดหมวดหมู่ที่จะศึกษาออกมาเป็นรายละเอียดย่อย ๆ แล้วสามารถนำข้อมูลที่ได้จากการวางแผนและสืบค้นมานั้นมาเชื่อมโยงกัน

ระหว่างความรู้ใหม่กับความรู้เดิมของผู้เรียน จนเกิดเป็นข้อสรุปที่เกิดขึ้นจากการร่วมมือกัน ระดมสมองกันภายในกลุ่มเพื่อปรับความคิดให้มีความถูกต้องและชัดเจนจนเกิดเป็นองค์ความรู้ใหม่ขึ้นมา และสามารถนำความรู้ที่เกิดขึ้นนั้น ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่สอดคล้องกับสถานการณ์เดิมอย่างไร ตามทฤษฎีของมาร์ซา โน ทำให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็นและแลกเปลี่ยนความรู้กันภายในกลุ่ม ทำให้กล้าคิด และเรียงลำดับความคิดอย่างถูกต้องเหมาะสมและมีเหตุผล ส่งผลให้ผู้เรียนรู้จักคุณค่าของตนเองและผู้อื่น จากลักษณะกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้าอย่างอิสระ เพื่อให้ได้คำตอบด้วยตนเองนั้น ทำให้ผู้เรียนเกิดทักษะการคิดวิเคราะห์ที่เกิดขึ้นนั่นเอง ซึ่งสอดคล้องกับบัญญัติ ชำนาญกิจ (2549) ได้สรุปว่า ผู้เรียนจะพัฒนาการคิดขั้นสูง คือ การคิดวิเคราะห์ คิดสังเคราะห์ และการคิดแก้ปัญหาที่สูงขึ้น เมื่อได้รับการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกและสอดคล้องกับงานวิจัยของ อุษณีย์ เทพวรชัย (2542, หน้า 190) พบว่า หลังสอนตามรูปแบบการเรียนการสอนเชิงรุกกับนักศึกษาพยาบาลในระดับปริญญาตรีของกลุ่มทดลองมีคะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์และสรุปเหตุผล แตกต่างจากก่อนสอนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

5. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก มีเจตคติต่อวิชาเคมีหลังเรียนอยู่ในระดับดี โดยภาพรวมนักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาเคมีทั้ง 5 ด้าน ตามลำดับ ดังนี้ 1) ด้านการเห็นความสำคัญต่อวิชาเคมี 2) ด้านการแสดงออกหรือการมีส่วนร่วมในกิจกรรมเกี่ยวกับวิชาเคมี 3) ด้านความคิดเห็นทั่วไปต่อวิชาเคมี 4) ด้านการนิยมชมชอบต่อวิชาเคมี และ 5) ด้านความสนใจในวิชาเคมี ทั้งนี้เนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกทำให้ผู้เรียนได้เปิดโอกาสลงมือปฏิบัติ ร่วมคิดแก้ปัญหา แลกเปลี่ยนความรู้และทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม จากกิจกรรมที่ผู้สอนจัดขึ้น ทำให้บรรยากาศในห้องเรียนพร้อมที่จะส่งเสริมต่อการเรียนรู้ที่ดีขึ้น มีความสนุกสนาน ไม่น่าเบื่อ สนใจที่จะเรียนรู้ และร่วมกันทำกิจกรรมนี้ สอดคล้องกับ Bruner (n.d. อ้างถึงใน สุรางค์ ไคว์ตระกูล, 2550, หน้า 214) ซึ่งกล่าวว่า การเรียนรู้ที่เกิดจากการลงมือกระทำ ทำให้เกิดการเรียนรู้ได้มากที่สุดและยังช่วยให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ตรง โดยได้ศึกษาหาความรู้ด้วยตนเอง ทำการทดลองด้วยตนเอง โดยมีผู้สอนเป็นผู้อำนวยความสะดวกให้เท่านั้น และการที่ผู้เรียนปฏิบัติและเรียนรู้ด้วยตนเองจะส่งผลให้เกิดการเรียนรู้และเข้าใจเนื้อหาที่เรียนมากขึ้น และยังเกิดทักษะในการปฏิบัติการทดลองอีกด้วย ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้ของจอห์น ดิวอี้ ที่กล่าวว่า การเรียนรู้จะเกิดได้ดีต้องเป็นการเรียนรู้ที่เกิดจากการปฏิบัติ และยังให้ผู้เรียนได้มีการช่วยเหลือซึ่งกันและกัน สมาชิกในกลุ่มจะช่วยเหลือเพื่อนในกลุ่มอย่างเต็มที่ เพื่อให้กลุ่มได้รางวัล โดยผู้วิจัยได้มีการเสริมแรงกับผู้เรียนจากการตอบคำถามจากกิจกรรมการเรียนรู้ ถ้ากลุ่มใดตอบคำถามถูก จะทำให้สมาชิกในกลุ่มได้รับโบนัสเป็นคะแนนพิเศษต่อการเรียน ซึ่งสามารถเป็นตัวกระตุ้นให้ผู้เรียนร่วมมือกัน เพื่อช่วยให้กลุ่มประสบความสำเร็จ ทำให้สมาชิกในกลุ่มช่วยเหลือกันอย่างดีที่สุด จึงส่งผลทำให้ผู้เรียนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียน ซึ่งสอดคล้องกับพรรณิภา กิจเอก (2550,

บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลการใช้กิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุกต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จังหวัดปทุมธานี ทำการสอน โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุกและการสอนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ พบว่า นักเรียนกลุ่มที่ใช้กิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุกมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติที่มีต่อวิชาเคมีสูงกว่าที่ใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

## ข้อเสนอแนะ

### ข้อเสนอแนะทั่วไป

1. เลือกกิจกรรมที่สัมพันธ์กับเนื้อหาและจุดประสงค์การจัดกิจกรรม โดยคำนึงถึงผู้เรียนเป็นสำคัญ เพื่อให้เข้าถึงแหล่งเรียนรู้ที่หลากหลาย ผู้เรียนได้ฝึกการคิด และการอยู่ร่วมกับเพื่อนเป็นกลุ่ม
2. ครูผู้สอนควรศึกษาขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกอย่างถูกต้อง และจัดกิจกรรมให้เหมาะสมกับความรู้เดิมของผู้เรียน เนื้อหาสาระ เวลา และสร้างบรรยากาศที่ดีให้แก่ผู้เรียนเพื่อนำไปสู่การจัดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ
3. ครูผู้สอนเป็นผู้คอยอำนวยความสะดวก ช่วยเหลือ และส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้หาคำตอบด้วยตนเอง

### ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

1. เนื่องจากการจัดการเรียนการสอนแบบเชิงรุก เป็นการเน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางในการวางแผน และลงมือปฏิบัติด้วยตนเองอย่างเป็นอิสระ ส่งผลให้เกิดการเรียนรู้และเข้าใจเนื้อหาที่เรียนมากขึ้น และยังเกิดทักษะในการปฏิบัติการทดลองอีกด้วย และสามารถนำไปใช้ประโยชน์กับรายวิชาอื่น ๆ เช่น สังคม อังกฤษ
2. ควรมีการศึกษาวิธีการเรียนการสอนแบบเชิงรุกในต่างประเทศอื่น เช่น ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ความคงทนในการเรียนรู้ เพราะเป็นสิ่งจำเป็นในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และสามารถนำสิ่งต่าง ๆ ดังกล่าวไปใช้ในวิชาอื่น และเกิดประโยชน์ต่อชีวิตประจำวันของผู้เรียน

## บรรณานุกรม

- กนกวรรณ สะเก็กพันธ์. (2551). การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง สารประกอบไฮโดรคาร์บอน. การค้นคว้าอิสระ วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2546). การจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: คุรุสภา ลาดพร้าว.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ: สำนักงานการศึกษาขั้นพื้นฐาน.
- กาญจนา ชูจรวงศ์. (2544). เอกสารประกอบการสัมมนาเชิงปฏิบัติการขยายผล BFISTP และ RQSD โครงการอันเนื่องมาจากแนวพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี เพื่อนำร่องการปฏิรูปการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษา ระยะที่ 1 (ปี 2542-2544). กรุงเทพฯ: ม.ป.ท.
- กุลยา ตันติผลาชีวะ. (2543). การสอนเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ. วารสารการศึกษาปฐมวัย, 5(3), 17-25.
- กิตติชัย สุชาติโนบล. (2541). ผลการใช้เทคนิคการตั้งคำถามของครูที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และพฤติกรรมกลุ่มของนักเรียนชั้น ประถมศึกษาปีที่ 5. ปรินญาณิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการวิจัยและสถิติทางการศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์. (2546). การคิดเชิงวิเคราะห์. กรุงเทพฯ: ชักเชสมีเดีย.
- ขนิษฐา กาญจนรังสีนนท์. (2551). *Active learning*. เข้าถึงได้จาก atd: cddweb.cdd.go.th/tr\_di/documentary/meetdoc/doc46/doc
- ชนาธิป พรกุล. (2544). รูปแบบการจัดการเรียนการสอนที่ผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ชวาล แพร์ดีกุล. (2542). การทดสอบเพื่อค้นหาและพัฒนาสมรรถภาพ. กรุงเทพฯ: สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา วิทยาลัยวิชาการศึกษา.
- ชาติรี เกิดธรรม. (2545). เทคนิคการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- เชิดชาย ช่วยสุวรรณ. (2547). การศึกษาปัจจัยบางประการที่มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จังหวัดสุพรรณบุรี. ปรินญาณิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการวิจัยและสถิติทางการศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

- ไชยยศ เรืองสุวรรณ. (2548). *Active Learning*. เข้าถึงได้จาก <http://www.drchaiyot.com>
- ณัชนัน แก้วชัยเจริญกิจ. (2550). *บทบาทของครูผู้สอนในการจัดกิจกรรมและวิธีการปฏิบัติตามแนวทางของ Active Learning*. เข้าถึงได้จาก <http://www.itie.org>
- ณัฐพงษ์ สกุลเลี่ยว. (2553). *การเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning)*. เข้าถึงได้จาก <http://www.moe.go.th/moe/th/news/detail.php?NewsID=19330&Key=hotnews>
- ทวีวัฒน์ วัฒนกุลเจริญ. (2551). *การเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning)*. เข้าถึงได้จาก <http://blog.eduzone.com/images/blog/sasitthep/file/active.pdf>
- ทศนา เขมมณี. (2550). *ศาสตร์การสอน (พิมพ์ครั้งที่ 5)*. กรุงเทพฯ: ค่านสุทธาการพิมพ์.
- บัญญัติ ชำนาญกิจ. (2549). *การแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์*. นครสวรรค์: สถาบันราชภัฏนครสวรรค์.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2546). *การวิจัยเบื้องต้น (พิมพ์ครั้งที่ 6)*. กรุงเทพฯ: สุริยสาสน์.
- บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์. (2534). *เทคนิคการสร้างเครื่องมือรวบรวมข้อมูลสำหรับการวิจัย*. กรุงเทพฯ: B and B Publishing.
- ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ. (2556). *การพัฒนาการคิด (พิมพ์ครั้งที่ 5)*. กรุงเทพฯ: ห้างหุ้นส่วนจำกัด 9119 เทคนิคพรินต์ติ้ง.
- ปรียทิพย์ บุญคง. (2546). *การศึกษาปัจจัยบางประการที่สัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1*. ปรียญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการวิจัยและสถิติทางการศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ปรีชาญ เดชศรี. (2545). *การเรียนรู้แบบ Active Learning: ทำได้อย่างไร*. วารสารการศึกษาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี, 30(1), 48-49.
- ไพศ ลิทธิสุนทร. (2543). *การเรียนรู้ผ่านประสบการณ์*. สารปฏิรูป, 3(28), 24-27.
- พรณิภา กิจเอก. (2550). *ผลการใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบกระตือรือร้นต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จังหวัดปทุมธานี*. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2543). *วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- พิมพ์ันท์ เชชะคุปต์. (2545). *พฤติกรรมกรรมการสอนวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: พัฒนาคุณภาพวิชาการ.



- เพ็ญศรี จันทร์ดวง. (2545). *วรรณคดีกษณวิจารย์ (เล่ม 1)*. กรุงเทพฯ: ม.ป.ท.
- ไพศาล วรคำ. (2555). *การวิจัยทางการศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 5)*. มหาสารคาม: ตักสิลาการพิมพ์.
- ไพศาล หวังพานิช. (2536). *การวัดและประเมินผลการเรียน*. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- ภพ เลหาไพบูลย์. (2534). *การสอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษา*. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- มนัส บุญประกอบ. (2544). *รายงานการวิจัยและพัฒนาเทคนิคการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวทางยกระดับคุณภาพวิทยาศาสตร์ศึกษา*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- ยูวดี ใจเด็ยว. (2553). *การพัฒนาความเข้าใจและความคงทนของความรู้ เรื่อง ความดันและพลศาสตร์การไหล โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก*. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.
- เขาวดี วิบูลย์ศรี. (2551). *การวัดผลและการสร้างแบบผลสัมฤทธิ์ (พิมพ์ครั้งที่ 7)*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- รุ่งระวี ศิริบุญนาม. (2551). *การเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด-เบส และเจตคติต่อการเรียนเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น การเรียนรู้แบบ KWL และการเรียนรู้แบบปกติ*. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการวิจัยการศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- รุจภา ประถมวงษ์. (2551). *การเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง สารในชีวิตประจำวัน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ชั้น (5E) กับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น (7E)*. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการวิจัยการศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2549). *เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 5)*. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- ลักขณา สริวัฒน์. (2549). *จิตวิทยาเบื้องต้น*. กรุงเทพฯ: โอ.เอส.พรินติ้งเฮาส์ สุวีริยาสาส์น.
- วทันัญ วุฒิวรรณ. (2553). *ผลการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เชิงรุกเพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1*. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.

- วันเพ็ญ คำเทศ. (2549). ผลการเรียนรู้การสอนชีววิทยาโดยใช้รูปแบบการเรียนรู้เชิงรุกของเลสลีย์คิงด์ ที่มีต่อความสามารถในการเขียนอนุกรมวิธานและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาการศึกษาศาสตร์, บัณฑิตวิทยาลัย, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วิภาณีย์ จิรธรภักดี. (2554). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการคิดแบบหวมกหกใบ. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการมัธยมศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- วิศาล เขาวงศ์ศิริ. (2545). พิชิตโรคอ้วนและเบาหวาน. กรุงเทพฯ: ม.ป.ท.
- วีรยุทธ วิเชียร โชติ. (2548). การเรียนการสอนแบบอรรถวิถีในกระบวนการวิจัยสืบสวน-สอบสวน. กรุงเทพฯ: เดอะมาสเตอร์กรุ๊ปแมนเนจเม้นท์.
- ศักดิ์ดา ไชยกิจภิญโญ. (2548). สอนอย่างไรให้ Active learning. วารสารนวัตกรรมการเรียนการสอน, 2(2).
- ศราวดี ชันคำหมื่น. (2553). การประยุกต์ใช้รูปแบบการเรียนรู้เชิงรุก วิชาฟิสิกส์ เรื่อง สภาพสมดุล สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาฟิสิกส์ศึกษา, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- ศิริชัย กาญจนวาสี. (2547). ทฤษฎีการประเมิน (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ศิริพร มโนพิเชฐวัฒนา. (2547). การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบบูรณาการที่เน้นผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ที่กระตือรือร้น เรื่อง ร่างกายมนุษย์. วิทยานิพนธ์ดุขฎิบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- สงวน ช่างฉัตร. (2544). รายงานการวิจัยเรื่องการพัฒนาทีมงานที่ส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพในการดำเนินธุรกิจขนาดย่อม. พิษณุโลก: คณะวิทยาการจัดการ สถาบันราชภัฏพิบูลสงคราม.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). (2545). หนังสือสาระการเรียนรู้พื้นฐานเทคโนโลยีสารสนเทศ ช่วงชั้นที่ 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6. กรุงเทพฯ: ศูนย์ลาดพร้าว.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). (2551). การจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มวิทยาศาสตร์หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). (2554). *หนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม เคมี เล่ม 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6*. กรุงเทพฯ: สกสศ. ลาดพร้าว.
- สมบัติ ท้ายเรือคำ. (2549). *ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการวิจัย*. กอปลินธุ์: ประสานการพิมพ์.
- สมจิต สวชนไพบูลย์. (2546). *การวิจัยและพัฒนาชุดกิจกรรมการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญด้วยกิจกรรมหลากหลาย: รายงานวิจัย*. กรุงเทพฯ: ศูนย์วิทยาศาสตร์ศึกษามหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- สมนึก ภัททิยธนี. (2553). *การวัดผลการศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 4)*. กอปลินธุ์: ประสานการพิมพ์.
- สมโภชน์ อเนกสุข. (2554). *การวิจัยทางการศึกษา (Educational research) (พิมพ์ครั้งที่ 5)*. กองบริการการศึกษา สำนักงานอธิการบดี มหาวิทยาลัยบูรพา.
- สาโรช โสภีรักษ์. (2546). *นวัตกรรมการสอนที่ยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ*. กรุงเทพฯ: ปู้คพอยท์.
- สำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา. (2556). *กรอบการประเมินคุณภาพภายนอกระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน*. เข้าถึงได้จาก <http://www.onesqa.or.th/onesqa/th/download/index.php?DownloadGroupID=121>
- สำนักงานการศึกษา. (2549). *เอกสารแนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 1*. กรุงเทพฯ: สำนักงานพระพุทธศาสนาแห่งชาติ.
- สุภาภรณ์ ชุศรีพัฒน์. (2547). *การเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ เรื่อง อาหารและสารอาหารของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่จัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT และแบบสืบเสาะหาความรู้*. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการนิเทศ, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- สุรางค์ ไคว์ตระกูล. (2550). *จิตวิทยาการศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 7)*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุวัฒน์ วิวัฒนานนท์. (2550). *ทักษะการอ่าน คิด วิเคราะห์ และเขียน*. นนทบุรี: ซีซีเนอลดิดจ์ลิงคส์.
- สุวิทย์ มูลคำ. (2547). *กลยุทธ์การสอนคิดวิเคราะห์ (เล่ม 2)*. ใน *ชุดครบเครื่องเรื่องการคิด*. กรุงเทพฯ: ดวงกมลสมัย.
- เสงี่ยม ไตรรัตน์. (2546). *การสอนเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์*. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร*, 67(82), 28.
- อัมพิกา ภูเดช. (2556). *การเรียนรู้เชิงปฏิบัติ (Active Learning)*. *วารสารการศึกษาเอกชน* 72(7).

- อุษณีย์ เทพวรชัย. (2542). การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนเชิงรุกทางการศึกษาพยาบาล  
ในระดับปริญญาตรี. วิทยานิพนธ์คุณวุฒิปบัณฑิต, สาขาวิชาอุดมศึกษา, คณะครุศาสตร์,  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- Akinoglu, O. & Tandogan, R. O. (2006). *The effects of problem-base active learning in science  
education on students' academic achievement, attitude and concept learning*. Retrieved  
form [http://www.ejmste.com/v3n1/EJMSTEv3n1\\_Akinoglu](http://www.ejmste.com/v3n1/EJMSTEv3n1_Akinoglu).
- Allport, G. W. (1935). *Attitudes*. New York: Clark University.
- Anastasi, A. (1976). *Psychological Testing*. New York: Macmillan.
- Bloom, B. (1956). *Taxonomy of educational objectives book 1: Cognitive domain*. London:  
Longman Group.
- Bloom, B. (1976). *Human characteristics and school learning*. New York: McGraw-Hill.
- Bonwell & Eison. (1991). *Active Learning: Creating excitement in the classroom*. Washington  
DC: Clearinghouse on Higher Education, George Washington University
- Bruner, J. (1966). *Toward a theory of instruction*. Cambridge, MA: Harvard University.
- Carin & Sund. (1975). *Teaching science through discovery*. Columbus: Charles E. Merrill.
- Dewey, J. (1976). *Moral principle in education*. Boston: Houghton Mifflin.
- Eysenck, H. J., Arnold, W., & Meili, R. (1972). *Encyclopedia of psychology*. London: Search  
Press Limited.
- Fink, L. D. (1933). *How we think*. New York: D.C. Heath and company.
- Fink, L. D. (1999). *Active learning*. Retrieved form [http://www.hcc.hawaii.edu/intranet/  
committees/FacDevCom/guidebk/teachtip/active.htm](http://www.hcc.hawaii.edu/intranet/committees/FacDevCom/guidebk/teachtip/active.htm)
- Gagne, R. (1985). *The conditions of learning* (4<sup>th</sup> ed.). New York: Holt, Rinehart & Winston.
- Good, C. V. (1973). *Dictionary of education* (3<sup>rd</sup> ed.). New York: McGraw-Hill.
- Johnson, R., & Johnson, D. W. (1997). Type of task and student achievement and attitudes in  
interpersonal cooperation, competition, and individualization. *Journal of Social  
Psychology*.
- Katz. (1960). *The functional approach to study of attitude*. New York: Public Opinion.
- Lorenzen, M. (2001). *Active learning and library instruction*. Retrieved from [http://www.library  
reference.org/activebi.html](http://www.libraryreference.org/activebi.html)/.Michigan State University.

- Marzano, R. J. (2001). *Designing a new taxonomy of educational objective*. California: Corw in Press.
- McKeachie. (1998). *Active learning*. Retrieved form [http://hydro4si.fau.edu/rjordan/active\\_learning.htm](http://hydro4si.fau.edu/rjordan/active_learning.htm).
- McKinney, K. (2008). *Sociology through active learning*. New York: Pine Forge Pr.
- Meyers, C. & Jones, T. (1993). *Promoting active learning: strategies for the college classroom*. San Francisco: Jossey-Bass.
- Orhan, A. & Ruhan, O. T. (2007). The effects of problem-base active learning in science education on students' academic achievement, attitude and concept learning. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 3, 71-81.
- Piaget, J. (1972). Intellectual evolution for adolescence to adulthood. *Human Development*, 15, 1-12.
- Rivard & Straw. (2000). *The effect of talk and writing on learning science: An exploratory study*. Canada: University of Manitoba, Winnipeg, MB.
- Shaver, K. G. (1977). *Principle of Social Psychology*. Massachusetts: Winthrop.
- Sheffield Hallam University. (2000). *Active Teaching and Learning Approaches in Science*: Bangkok: Workshop ORIC.
- Shenker, J. I, Goss, S. A. & Bernstein, D. A. (1996). *Instructor's resource manual for psychology: Implementing active learning in the classroom*. Retrieved from <http://s.psych/uiuic.edu/jskenker/active.html>.
- Silberman, M. (1996, June). *Active learning*. Boston: Allyn & Bacon.
- Sokolove, P. G. & Blunck, S. M. (2008). *Modeling best practices: Active Learning vs. traditional lecture approach in introductory college biology*. Retrieved from <http://userpages.umbc.edu/blunck/pdf>.
- Thurstone. (1931). Measurement of Social Attitudes. *Journal of Abnormal and Social Psychology*, 27.
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Wilke, R. R. (2003). The effect of active learning on student characteristics in a human physiology course for non majors. *Advances in Physiology Education*, 27, 207-223.

ภาคผนวก

**ภาคผนวก ก**

**รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ**

สำเนาหนังสือขอความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัย  
สำเนาหนังสือขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อหาคุณภาพของเครื่องมือการวิจัย  
สำเนาหนังสือขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย

## รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

- |                            |  |
|----------------------------|--|
| 1. ดร.เชษฐ สิริสวัสดิ์     | อาจารย์ภาควิชาการจัดการเรียนรู้<br>คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา                     |
| 2. ดร.พรรณธิพา พรหมรักษ์   | อาจารย์ภาควิชาการจัดการเรียนรู้<br>คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา                     |
| 3. นางสาวศุภลักษณ์ ทองสนธิ | อาจารย์สอนวิชาเคมี<br>โรงเรียนพนัสพิทยาคาร<br>อำเภอกุฉินชัย จังหวัดชลบุรี              |
| 4. นางสุขมา รัศมีศิริภาพ   | อาจารย์สอนวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป<br>โรงเรียนพนัสพิทยาคาร<br>อำเภอกุฉินชัย จังหวัดชลบุรี |
| 5. นายผดุงชาติ เจริญวัฒน์  | อาจารย์สอนวิชาเคมี<br>โรงเรียนพนัสพิทยาคาร<br>อำเภอกุฉินชัย จังหวัดชลบุรี              |



(สำเนา)

ที่ ศช 6621/ว. 1345

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

169 ถ. ลาดยาวบางแสน ต.แสนสุข

อ. เมือง จ. ชลบุรี 20131

10 กรกฎาคม 2557

เรื่อง ขอลงความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัย

เรียน

สิ่งที่ส่งมาด้วย เค้าโครงข้อมูววิทยานิพนธ์ และเครื่องมือเพื่อการวิจัย จำนวน 1 ชุด

ด้วย นางสาวชลลธร วิเชียรรัตน์ นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกวิชาเคมี เรื่อง อนุพันธ์ของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ” โดยอยู่ในความควบคุมดูแลของ ดร.ภัทรภร ชัยประเสริฐ ประธานกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ ขณะนี้อยู่ในขั้นตอนการสร้างเครื่องมือเพื่อการวิจัย ในการนี้คณะศึกษาศาสตร์ ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์จากท่าน ในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัยของนิสิตในครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ลงชื่อ)

วิมลรัตน์ จตุรานนท์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิมลรัตน์ จตุรานนท์)

รองคณบดีฝ่ายวิชาการ

ปฏิบัติการแทนคณบดีคณะศึกษาศาสตร์

ผู้อำนวยการแทนอธิการบดีมหาวิทยาลัยบูรพา

ภาควิชาการจัดการเรียนรู้

โทรศัพท์ 0-3839-3486, 0-3810-2069

โทรสาร 0-3839-3485

ผู้วิจัย 08-5050-8740

(สำเนา)

ที่ ศษ 6621/1534

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

169 ถ. ลาดยาวบางแสน ต.แสนสุข

อ. เมือง จ. ชลบุรี 20131

8 สิงหาคม 2557

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อหาคุณภาพของเครื่องมือการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการ

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือเพื่อการวิจัย จำนวน 1 ชุด

ด้วย นางสาวชลลธร วิเชียรรัตน์ นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การจัดการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกวิชาเคมี เรื่อง อนุพันธ์ของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6” โดยอยู่ในความควบคุมดูแลของ ดร.ภัทรภร ชัยประเสริฐ ประธานกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ มีความประสงค์ขออำนาจความสะดวกในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/8 โรงเรียนระยองวิทยาคม จังหวัดระยอง โดยผู้วิจัยจะขออนุญาตเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง ระหว่างวันที่ 18 สิงหาคม พ.ศ. 2557-22 สิงหาคม พ.ศ. 2557 อนึ่ง โครงการวิจัยนี้ได้ผ่านขั้นตอนการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยของมหาวิทยาลัยบูรพาเรียบร้อยแล้ว

จึงเรียนมาเพื่อ โปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ลงชื่อ)

วิมลรัตน์ จตุรานนท์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิมลรัตน์ จตุรานนท์)

รองคณบดีฝ่ายวิชาการ

ปฏิบัติราชการแทนคณบดีคณะศึกษาศาสตร์

ผู้รักษาการแทนอธิการบดีมหาวิทยาลัยบูรพา

ภาควิชาการจัดการเรียนรู้

โทรศัพท์ 0-3839-3486, 0-3810-2069

โทรสาร 0-3839-3485

ผู้วิจัย 08-5050-8740

(สำเนา)

ที่ ศร 6621/1545

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

169 ถ. ลาดยาวบางแสน ต. แสนสุข

อ. เมือง จ. ชลบุรี 20131

13 สิงหาคม 2557

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการ

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือเพื่อการวิจัย จำนวน 1 ชุด

ด้วย นางสาวชลาธร วิเชียรรัตน์ นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกวิชาเคมี เรื่อง อนุพันธ์ของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6” โดยอยู่ในความควบคุมดูแลของ ดร.ภัทรภร ชัยประเสริฐ ประธานกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ มีความประสงค์ขออำนาจความสะดวกในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/2 กับ 6/5 โดยผู้วิจัยจะขออนุญาตเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง ระหว่างวันที่ 27 สิงหาคม พ.ศ. 2557-19 กันยายน พ.ศ. 2557 อนึ่ง โครงการวิจัยนี้ได้ผ่านขั้นตอนการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยของมหาวิทยาลัยบูรพาเรียบร้อยแล้ว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ลงชื่อ) วิมลรัตน์ จตุรานนท์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิมลรัตน์ จตุรานนท์)

รองคณบดีฝ่ายวิชาการ

ปฏิบัติการแทนคณบดีคณะศึกษาศาสตร์

ผู้อำนวยการแทนอธิการบดีมหาวิทยาลัยบูรพา

ภาควิชาการจัดการเรียนรู้

โทรศัพท์ 0-3839-3486, 0-3810-2069

โทรสาร 0-3839-3485

ผู้วิจัย 08-5050-8740

#### ภาคผนวก ข

การวิเคราะห์ความเหมาะสมและความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก  
การวิเคราะห์ความเหมาะสมและความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ

## การวิเคราะห์ความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก

ตารางที่ 16 ค่าการประเมินระดับความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญ แผนที่ 1 เรื่อง แอลกอฮอล์ และอีเทอร์

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					เฉลี่ย	ระดับความเหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1. ด้านสาระสำคัญ							
1.1 ความถูกต้อง	5	4	5	5	5	4.80	มากที่สุด
1.2 ภาษาที่ใช้	5	4	5	5	5	4.80	มากที่สุด
ชัดเจน เข้าใจง่าย							
2. ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้							
2.1 ระบุพฤติกรรมที่สามารถวัดและประเมินได้ชัดเจน	5	4	5	5	5	4.80	มากที่สุด
2.2 ข้อความชัดเจน เข้าใจง่าย	4	4	5	5	5	4.60	มากที่สุด
3. ด้านสาระการเรียนรู้							
3.1 ใจความถูกต้อง	5	4	5	5	5	4.80	มากที่สุด
3.2 เนื้อหาเหมาะสมกับเวลา	5	4	5	5	4	4.60	มากที่สุด
3.3 เหมาะสมกับระดับผู้เรียน	5	4	5	5	5	4.80	มากที่สุด

ตารางที่ 16 (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					เฉลี่ย	ระดับความเหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
4. ด้านกระบวนการจัดการเรียนรู้							
4.1 เรียงลำดับกิจกรรมได้เหมาะสม	5	4	5	5	5	4.80	มากที่สุด
4.2 เหมาะสมกับเวลาที่สอน	5	4	4	4	4	4.20	มาก
4.3 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม	5	4	5	5	5	4.80	มากที่สุด
5. ด้านสื่อและแหล่งการเรียนรู้							
5.1 สื่อความหมายได้ชัดเจน เข้าใจง่าย	5	4	5	5	5	4.80	มากที่สุด
5.2 ได้รับความสนใจของผู้เรียน	5	4	5	5	4	4.60	มากที่สุด
5.3 ช่วยประหยัดเวลาในการสอน	5	4	5	5	4	4.60	มากที่สุด
6. ด้านการวัดผลและประเมินผล							
6.1 วัดได้ครอบคลุมเนื้อหาสาระ	5	4	5	5	5	4.80	มากที่สุด
6.2 ใช้เครื่องมือวัดผลได้เหมาะสม	5	4	5	5	5	4.80	มากที่สุด

ตารางที่ 17 ค่าการประเมินระดับความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญ แผนที่ 2 เรื่อง แอตดีไฮด์ และคีโตน

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					เฉลี่ย	ระดับความเหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1. ด้านสาระสำคัญ							
1.1 ความถูกต้อง	5	4	5	5	5	4.80	มากที่สุด
1.2 ภาษาที่ใช้	5	4	5	5	5	4.80	มากที่สุด
ชัดเจน เข้าใจง่าย							
2. ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้							
2.1 ระบุพฤติกรรมที่สามารถวัดและประเมินได้ชัดเจน	5	4	5	5	5	4.80	มากที่สุด
2.2 ข้อความชัดเจน เข้าใจง่าย	5	4	5	5	5	4.80	มากที่สุด
3. ด้านสาระการเรียนรู้							
3.1 ใจความถูกต้อง	5	4	5	5	4	4.60	มากที่สุด
3.2 เนื้อหาเหมาะสมกับเวลา	4	4	4	4	5	4.20	มาก
3.3 เหมาะสมกับระดับผู้เรียน	5	5	5	5	5	5.00	มากที่สุด
4. ด้านกระบวนการจัดการเรียนรู้							
4.1 เรียงลำดับกิจกรรมได้เหมาะสม	4	4	4	5	4	4.20	มาก
4.2 เหมาะสมกับเวลาที่สอน	5	4	5	4	5	4.60	มากที่สุด
4.3 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม	5	4	4	5	5	4.60	มากที่สุด

ตารางที่ 17 (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					เฉลี่ย	ระดับความเหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
5. ด้านสื่อและ							
แหล่งการเรียนรู้							
5.1 สื่อความหมาย ได้ชัดเจน เข้าใจง่าย	5	4	5	5	4	4.60	มากที่สุด
5.2 ได้รับความสนใจ ของผู้เรียน	5	4	4	4	4	4.20	มาก
5.3 ช่วยประหยัด เวลาในการสอน	4	4	5	4	4	4.20	มาก
6. ด้านการวัดผลและ							
ประเมินผล							
6.1 วัดได้ครอบคลุม เนื้อหาสาระ	5	4	5	5	5	4.80	มากที่สุด
6.2 ใช้เครื่องมือ วัดผลได้เหมาะสม	4	4	5	5	5	4.60	มากที่สุด



ตารางที่ 18 ค่าการประเมินระดับความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญ แผนที่ 3 เรื่อง กรดคาร์บอกซิลิก

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					เฉลี่ย	ระดับความเหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1. ด้านสาระสำคัญ							
1.1 ความถูกต้อง	5	4	5	5	5	4.80	มากที่สุด
1.2 ภาษาที่ใช้	5	4	5	5	5	4.80	มากที่สุด
ชัดเจน เข้าใจง่าย							
2. ด้านจุดประสงค์							
การเรียนรู้							
2.1 ระบุพฤติกรรม	5	4	5	5	5	4.80	มากที่สุด
ที่สามารถวัดและ							
ประเมินได้ชัดเจน							
2.2 ข้อความชัดเจน	5	4	5	5	5	4.80	มากที่สุด
เข้าใจง่าย							
3. ด้านสาระ							
การเรียนรู้							
3.1 ใจความถูกต้อง	5	4	5	5	4	4.60	มากที่สุด
3.2 เนื้อหาเหมาะสม	5	4	4	4	5	4.40	มาก
กับเวลา							
3.3 เหมาะสมกับ	5	5	5	5	5	5.00	มากที่สุด
ระดับผู้เรียน							
4. ด้านกระบวนการ							
จัดการเรียนรู้							
4.1 เรียงลำดับ	5	5	4	5	4	4.60	มากที่สุด
กิจกรรมได้เหมาะสม							
4.2 เหมาะสมกับ	5	4	5	4	5	4.60	มากที่สุด
เวลาที่สอน							
4.3 ผู้เรียนมี	5	5	4	5	5	4.80	มากที่สุด
ส่วนร่วมในกิจกรรม							

## ตารางที่ 18 (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					เฉลี่ย	ระดับความเหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
5. ด้านสื่อและแหล่งการเรียนรู้							
5.1 สื่อความหมายได้ชัดเจน เข้าใจง่าย	5	5	5	5	4	4.80	มากที่สุด
5.2 ได้รับความสนใจของผู้เรียน	5	4	4	4	4	4.20	มาก
5.3 ช่วยประหยัดเวลาในการสอน	5	4	5	4	4	4.40	มาก
6. ด้านการวัดผลและประเมินผล							
6.1 วัดได้ครอบคลุมเนื้อหาสาระ	5	5	5	5	5	5.00	มากที่สุด
6.2 ใช้เครื่องมือวัดผลได้เหมาะสม	5	5	5	5	5	5.00	มากที่สุด

ตารางที่ 19 ค่าการประเมินระดับความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญ แผนที่ 4 เรื่อง เอสเทอร์

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					เฉลี่ย	ระดับความเหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1. ด้านสาระสำคัญ							
1.1 ความถูกต้อง	5	4	5	5	5	4.80	มากที่สุด
1.2 ภาษาที่ใช้	5	4	5	5	5	4.80	มากที่สุด
ชัดเจน เข้าใจง่าย							
2. ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้							
2.1 ระบุพฤติกรรมที่สามารถวัดและประเมินได้ชัดเจน	5	4	5	5	5	4.80	มากที่สุด
2.2 ข้อความชัดเจน เข้าใจง่าย	5	4	5	5	5	4.80	มากที่สุด
3. ด้านสาระการเรียนรู้							
3.1 ใจความถูกต้อง	5	4	5	5	4	4.60	มากที่สุด
3.2 เนื้อหาเหมาะสมกับเวลา	5	4	4	4	5	4.40	มาก
3.3 เหมาะสมกับระดับผู้เรียน	5	5	5	5	5	5.00	มากที่สุด
4. ด้านกระบวนการจัดการเรียนรู้							
4.1 เรียงลำดับกิจกรรมได้เหมาะสม	5	5	4	5	4	4.60	มากที่สุด
4.2 เหมาะสมกับเวลาที่สอน	5	4	5	4	5	4.60	มากที่สุด
4.3 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม	5	5	4	5	5	4.80	มากที่สุด

ตารางที่ 19 (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					เฉลี่ย	ระดับความเหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
5. ด้านสื่อและ							
แหล่งการเรียนรู้							
5.1 สื่อความหมาย	5	5	5	5	4	4.80	มากที่สุด
ได้ชัดเจน เข้าใจง่าย							
5.2 ได้รับความสนใจ	5	4	4	4	4	4.20	มาก
ของผู้เรียน							
5.3 ช่วยประหยัด	5	4	5	4	4	4.40	มาก
เวลาในการสอน							
6. ด้านการวัดผลและ							
ประเมินผล							
6.1 วัดได้ครอบคลุม	5	5	5	5	5	5.00	มากที่สุด
เนื้อหาสาระ							
6.2 ใช้เครื่องมือ	5	5	5	5	5	5.00	มากที่สุด
วัดผลได้เหมาะสม							

ตารางที่ 20 ค่าการประเมินระดับความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญ แผนที่ 5 เรื่อง เอมีนและเอไมด์

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					เฉลี่ย	ระดับความเหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1. ด้านสาระสำคัญ							
1.1 ความถูกต้อง	5	4	5	5	5	4.80	มากที่สุด
1.2 ภาษาที่ใช้	5	4	5	5	5	4.80	มากที่สุด
ชัดเจน เข้าใจง่าย							
2. ด้านจุดประสงค์							
การเรียนรู้							
2.1 ระบุพฤติกรรม	5	4	5	5	5	4.80	มากที่สุด
ที่สามารถวัดและ							
ประเมินได้ชัดเจน							
2.2 ข้อความชัดเจน	5	4	5	5	5	4.80	มากที่สุด
เข้าใจง่าย							
3. ด้านสาระ							
การเรียนรู้							
3.1 ใจความถูกต้อง	5	4	5	5	4	4.60	มากที่สุด
3.2 เนื้อหาเหมาะสม	4	4	4	4	5	4.20	มาก
กับเวลา							
3.3 เหมาะสมกับ	5	5	5	5	5	5.00	มากที่สุด
ระดับผู้เรียน							
4. ด้านกระบวนการ							
จัดการเรียนรู้							
4.1 เรียงลำดับ	4	4	4	5	4	4.20	มาก
กิจกรรมได้เหมาะสม							
4.2 เหมาะสมกับ	5	4	5	5	5	4.80	มากที่สุด
เวลาที่สอน							
4.3 ผู้เรียนมี	5	4	4	5	5	4.60	มากที่สุด
ส่วนร่วมในกิจกรรม							

ตารางที่ 20 (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					เฉลี่ย	ระดับความเหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
5. ด้านสื่อและแหล่งการเรียนรู้							
5.1 สื่อความหมายได้ชัดเจน เข้าใจง่าย	5	4	5	5	4	4.60	มากที่สุด
5.2 ได้รับความสนใจของผู้เรียน	5	4	4	4	4	4.20	มาก
5.3 ช่วยประหยัดเวลาในการสอน	4	4	5	4	4	4.20	มาก
6. ด้านการวัดผลและประเมินผล							
6.1 วัดได้ครอบคลุมเนื้อหาสาระ	5	4	5	5	5	4.80	มากที่สุด
6.2 ใช้เครื่องมือวัดผลได้เหมาะสม	4	4	5	5	5	4.60	มากที่สุด

## การวิเคราะห์ความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก

ตารางที่ 21 ค่าความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง แอลกอฮอล์ และอีเทอร์

ข้อ	ข้อความ	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					R	IOC ( $\Sigma R/N$ )
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1	จุดประสงค์สอดคล้อง กับผลการเรียนรู้ สาระสำคัญและ สาระการเรียนรู้	1	1	1	1	1	5	1
2	สาระสำคัญสอดคล้อง กับผลการเรียนรู้	1	1	1	1	1	5	1
3	สาระการเรียนรู้ สอดคล้องกับ จุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	1	1	5	1
4	การจัดกิจกรรม การเรียนรู้สอดคล้องกับ สาระการเรียนรู้และ จุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	1	1	5	1
5	สื่อและแหล่งการเรียนรู้ สอดคล้องกับการจัด กิจกรรมการเรียนรู้ และสาระการเรียนรู้	1	1	1	1	1	5	1
6	การวัดผลและประเมินผล สอดคล้องกับการจัด กิจกรรมการเรียนรู้และ จุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	1	1	5	1

ตารางที่ 22 ค่าความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง แอลดีไฮด์และคีโตน

ข้อ	ข้อความ	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					R	IOC ( $\Sigma R/N$ )
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1	จุดประสงค์สอดคล้อง กับผลการเรียนรู้ สาระสำคัญและ สาระการเรียนรู้	1	1	1	1	1	5	1
2	สาระสำคัญสอดคล้อง กับผลการเรียนรู้	1	1	1	1	1	5	1
3	สาระการเรียนรู้ สอดคล้องกับ จุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	1	1	5	1
4	การจัดกิจกรรม การเรียนรู้สอดคล้องกับ สาระการเรียนรู้และ จุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	1	1	5	1
5	สื่อและแหล่งการเรียนรู้ สอดคล้องกับการจัด กิจกรรมการเรียนรู้และ สาระการเรียนรู้	1	1	0	1	0	3	.60
6	การวัดผลและประเมินผล สอดคล้องกับการจัด กิจกรรมการเรียนรู้และ จุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	1	1	5	1



ตารางที่ 23 ค่าความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง กรดคาร์บอกซิลิก

ข้อ	ข้อความ	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					R	IOC ( $\sum R/N$ )
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1	จุดประสงค์สอดคล้อง กับผลการเรียนรู้ สาระสำคัญและ สาระการเรียนรู้	1	1	1	1	1	5	1
2	สาระสำคัญสอดคล้อง กับผลการเรียนรู้	1	1	1	1	1	5	1
3	สาระการเรียนรู้ สอดคล้องกับ จุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	1	1	5	1
4	การจัดกิจกรรม การเรียนรู้สอดคล้องกับ สาระการเรียนรู้และ จุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	1	1	5	1
5	สื่อและแหล่งการเรียนรู้ สอดคล้องกับการจัด กิจกรรมการเรียนรู้และ สาระการเรียนรู้	1	1	1	1	0	4	.80
6	การวัดผลและประเมินผล สอดคล้องกับการจัด กิจกรรมการเรียนรู้และ จุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	1	1	5	1

ตารางที่ 24 ค่าความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง เอสเทอร์

ข้อ	ข้อความ	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					R	IOC ( $\sum R/N$ )
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1	จุดประสงค์สอดคล้อง กับผลการเรียนรู้ สาระสำคัญและ สาระการเรียนรู้	1	1	1	1	1	5	1
2	สาระสำคัญสอดคล้อง กับผลการเรียนรู้	1	1	1	1	1	5	1
3	สาระการเรียนรู้ สอดคล้องกับ จุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	1	1	5	1
4	การจัดกิจกรรม การเรียนรู้สอดคล้องกับ สาระการเรียนรู้และ จุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	1	1	5	1
5	สื่อและแหล่งการเรียนรู้ สอดคล้องกับการจัด กิจกรรมการเรียนรู้และ สาระการเรียนรู้	1	1	1	1	1	5	1
6	การวัดผลและประเมินผล สอดคล้องกับการจัด กิจกรรมการเรียนรู้และ จุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	1	1	5	1

ตารางที่ 25 ค่าความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง เอมีนและเอไมด์

ข้อ	ข้อความ	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					R	IOC ( $\Sigma R/N$ )
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1	จุดประสงค์สอดคล้อง กับผลการเรียนรู้ สาระสำคัญและ สาระการเรียนรู้	1	1	1	1	1	5	1
2	สาระสำคัญสอดคล้อง กับผลการเรียนรู้	1	1	1	1	1	5	1
3	สาระการเรียนรู้ สอดคล้องกับ จุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	1	1	5	1
4	การจัดกิจกรรม การเรียนรู้สอดคล้องกับ สาระการเรียนรู้และ จุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	1	1	5	1
5	สื่อและแหล่งการเรียนรู้ สอดคล้องกับการจัด กิจกรรมการเรียนรู้และ สาระการเรียนรู้	1	1	1	1	1	5	1
6	การวัดผลและประเมินผล สอดคล้องกับการจัด กิจกรรมการเรียนรู้และ จุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	1	1	5	1

## การวิเคราะห์ความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (แบบปกติ)

ตารางที่ 26 ค่าการประเมินระดับความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญ แผนที่ 1 เรื่อง แอลกอฮอล์ และอีเทอร์

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					เฉลี่ย	ระดับความเหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1. ด้านสาระสำคัญ							
1.1 ความถูกต้อง	5	4	5	5	5	4.80	มากที่สุด
1.2 ภาษาที่ใช้ชัดเจน เข้าใจง่าย	5	4	5	5	4	4.60	มากที่สุด
2. ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้							
2.1 ระบุพฤติกรรมที่สามารถวัดและประเมินได้ชัดเจน	5	4	5	5	5	4.80	มากที่สุด
2.2 ข้อความชัดเจน เข้าใจง่าย	5	4	5	5	5	4.80	มากที่สุด
3. ด้านสาระการเรียนรู้							
3.1 ใจความถูกต้อง	5	4	5	5	5	4.80	มากที่สุด
3.2 เนื้อหาเหมาะสมกับเวลา	4	4	5	4	4	4.20	มาก
3.3 เหมาะสมกับระดับผู้เรียน	5	4	5	5	5	4.80	มากที่สุด

ตารางที่ 26 (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					เฉลี่ย	ระดับความเหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
4. ด้านกระบวนการจัดการเรียนรู้							
4.1 เรียงลำดับกิจกรรมได้เหมาะสม	5	4	5	5	5	4.80	มากที่สุด
4.2 เหมาะสมกับเวลาที่สอน	4	4	4	5	4	4.20	มาก
4.3 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม	5	4	5	5	5	4.80	มากที่สุด
5. ด้านสื่อและแหล่งการเรียนรู้							
5.1 สื่อความหมายได้ชัดเจน เข้าใจง่าย	5	4	5	5	5	4.80	มากที่สุด
5.2 ได้รับความสนใจของผู้เรียน	4	4	5	5	4	4.40	มาก
5.3 ช่วยประหยัดเวลาในการสอน	4	4	4	5	4	4.20	มาก
6. ด้านการวัดผลและประเมินผล							
6.1 วัดได้ครอบคลุมเนื้อหาสาระ	5	4	5	5	5	4.80	มากที่สุด
6.2 ใช้เครื่องมือวัดผลได้เหมาะสม	5	4	5	5	5	4.80	มากที่สุด

ตารางที่ 27 ค่าการประเมินระดับความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญ แผนที่ 2 เรื่อง แอลดีไฮด์ และคีโตน

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					เฉลี่ย	ระดับความเหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1. ด้านสาระสำคัญ							
1.1 ความถูกต้อง	5	4	5	5	5	4.80	มากที่สุด
1.2 ภาษาที่ใช้ชัดเจน เข้าใจง่าย	5	4	5	5	5	4.80	มากที่สุด
2. ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้							
2.1 ระบุพฤติกรรมที่สามารถวัดและประเมินได้ชัดเจน	5	4	5	5	5	4.80	มากที่สุด
2.2 ข้อความชัดเจน เข้าใจง่าย	5	4	5	5	5	4.80	มากที่สุด
3. ด้านสาระการเรียนรู้							
3.1 ใจความถูกต้อง	5	4	5	5	5	4.80	มากที่สุด
3.2 เนื้อหาเหมาะสมกับเวลา	5	4	5	5	4	4.60	มากที่สุด
3.3 เหมาะสมกับระดับผู้เรียน	5	5	5	5	5	5.00	มากที่สุด

## ตารางที่ 27 (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					เฉลี่ย	ระดับความเหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
4. ด้านกระบวนการจัดการเรียนรู้							
4.1 เรียงลำดับกิจกรรมได้เหมาะสม	5	4	5	5	5	4.80	มากที่สุด
4.2 เหมาะสมกับเวลาที่สอน	4	4	4	4	4	4.00	มาก
4.3 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม	5	4	5	5	5	4.80	มากที่สุด
5. ด้านสื่อและแหล่งการเรียนรู้							
5.1 สื่อความหมายได้ชัดเจน เข้าใจง่าย	5	4	5	5	5	4.80	มากที่สุด
5.2 เร้าความสนใจของผู้เรียน	5	4	5	4	4	4.40	มาก
5.3 ช่วยประหยัดเวลาในการสอน	5	4	5	5	4	4.60	มากที่สุด
6. ด้านการวัดผลและประเมินผล							
6.1 วัดได้ครอบคลุมเนื้อหาสาระ	5	4	5	5	5	4.80	มากที่สุด
6.2 ใช้เครื่องมือวัดผลได้เหมาะสม	5	4	5	5	5	4.80	มากที่สุด

ตารางที่ 28 ค่าการประเมินระดับความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญ แผนที่ 3 เรื่อง กรดคาร์บอกซิริก

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					เฉลี่ย	ระดับความเหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1. ด้านสาระสำคัญ							
1.1 ความถูกต้อง	5	4	5	5	5	4.80	มากที่สุด
1.2 ภาษาที่ใช้	5	4	5	5	5	4.80	มากที่สุด
ชัดเจน เข้าใจง่าย							
2. ด้านจุดประสงค์							
การเรียนรู้							
2.1 ระบุพฤติกรรม	5	4	5	5	5	4.80	มากที่สุด
ที่สามารถวัดและ							
ประเมินได้ชัดเจน							
2.2 ข้อความชัดเจน	5	4	5	5	5	4.80	มากที่สุด
เข้าใจง่าย							
3. ด้านสาระ							
การเรียนรู้							
3.1 ใจความถูกต้อง	5	4	5	5	4	4.60	มากที่สุด
3.2 เนื้อหา	4	4	4	4	5	4.20	มาก
เหมาะสมกับเวลา							
3.3 เหมาะสมกับ	5	5	5	5	5	5.00	มากที่สุด
ระดับผู้เรียน							
4. ด้านกระบวนการ							
จัดการเรียนรู้							
4.1 เรียงลำดับ	5	4	4	5	4	4.40	มาก
กิจกรรมได้เหมาะสม							
4.2 เหมาะสมกับ	4	4	5	4	4	4.20	มาก
เวลาที่สอน							
4.3 ผู้เรียนมี	5	5	4	5	5	4.80	มากที่สุด
ส่วนร่วมในกิจกรรม							



ตารางที่ 28 (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					เฉลี่ย	ระดับความเหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
5. ด้านสื่อและ							
แหล่งการเรียนรู้							
5.1 สื่อความหมาย ได้ชัดเจน เข้าใจง่าย	5	4	5	5	4	4.60	มากที่สุด
5.2 ได้รับความสนใจ ของผู้เรียน	5	4	4	4	4	4.20	มาก
5.3 ช่วยประหยัด เวลาในการสอน	4	4	5	4	4	4.20	มาก
6. ด้านการวัดผลและ							
ประเมินผล							
6.1 วัดได้ครอบคลุม เนื้อหาสาระ	5	4	5	5	4	4.60	มากที่สุด
6.2 ใช้เครื่องมือ วัดผลได้เหมาะสม	4	4	5	5	4	4.40	มาก

ตารางที่ 29 ค่าการประเมินระดับความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญ แผนที่ 4 เรื่อง เอสเทอร์

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					เฉลี่ย	ระดับความเหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1. ด้านสาระสำคัญ							
1.1 ความถูกต้อง	5	4	5	5	5	4.80	มากที่สุด
1.2 ภาษาที่ใช้	5	4	5	5	5	4.80	มากที่สุด
ชัดเจน เข้าใจง่าย							
2. ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้							
2.1 ระบุพฤติกรรมที่สามารถวัดและประเมินได้ชัดเจน	5	4	5	5	5	4.80	มากที่สุด
2.2 ข้อความชัดเจน เข้าใจง่าย	5	4	5	5	5	4.80	มากที่สุด
3. ด้านสาระการเรียนรู้							
3.1 ใจความถูกต้อง	5	4	5	5	4	4.60	มากที่สุด
3.2 เนื้อหาเหมาะสมกับเวลา	5	4	4	4	5	4.40	มาก
3.3 เหมาะสมกับระดับผู้เรียน	5	5	5	5	5	5.00	มากที่สุด

ตารางที่ 29 (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					เฉลี่ย	ระดับความ เหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
4. ด้านกระบวนการ จัดการเรียนรู้							
4.1 เรียงลำดับ กิจกรรมได้เหมาะสม	5	5	4	5	4	4.60	มากที่สุด
4.2 เหมาะสมกับ เวลาที่สอน	5	4	5	4	5	4.60	มากที่สุด
4.3 ผู้เรียนมี ส่วนร่วมในกิจกรรม	5	5	4	5	5	4.80	มากที่สุด
5. ด้านสื่อและ แหล่งการเรียนรู้							
5.1 สื่อความหมาย ได้ชัดเจน เข้าใจง่าย	5	4	5	5	4	4.60	มากที่สุด
5.2 ได้รับความสนใจ ของผู้เรียน	5	4	5	4	5	4.60	มากที่สุด
5.3 ช่วยประหยัด เวลาในการสอน	5	5	4	5	5	4.80	มากที่สุด
6. ด้านการวัดผลและ ประเมินผล							
6.1 วัดได้ครอบคลุม เนื้อหาสาระ	5	4	5	5	4	4.60	มากที่สุด
6.2 ใช้เครื่องมือ วัดผลได้เหมาะสม	5	4	4	4	4	4.20	มาก

ตารางที่ 30 ค่าการประเมินระดับความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญ แผนที่ 5 เรื่อง เอมีนและเอไมด์

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					เฉลี่ย	ระดับความเหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1. ด้านสาระสำคัญ							
1.1 ความถูกต้อง	5	4	5	5	5	4.80	มากที่สุด
1.2 ภาษาที่ใช้ชัดเจน เข้าใจง่าย	5	4	5	5	5	4.80	มากที่สุด
2. ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้							
2.1 ระบุพฤติกรรมที่สามารถวัดและประเมินได้ชัดเจน	5	4	5	5	5	4.80	มากที่สุด
2.2 ข้อความชัดเจน เข้าใจง่าย	5	4	5	5	5	4.80	มากที่สุด
3. ด้านสาระการเรียนรู้							
3.1 ใจความถูกต้อง	5	4	5	5	4	4.60	มากที่สุด
3.2 เนื้อหาเหมาะสมกับเวลา	4	4	4	4	5	4.20	มาก
3.3 เหมาะสมกับระดับผู้เรียน	5	5	5	5	5	5.00	มากที่สุด
4. ด้านกระบวนการจัดการเรียนรู้							
4.1 เรียงลำดับกิจกรรมได้เหมาะสม	4	4	4	5	4	4.20	มาก
4.2 เหมาะสมกับเวลาที่สอน	5	4	5	5	5	4.80	มากที่สุด
4.3 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม	5	4	4	5	5	4.60	มากที่สุด

ตารางที่ 30 (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					เฉลี่ย	ระดับความเหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
5. ด้านสื่อและ							
แหล่งการเรียนรู้							
5.1 สื่อความหมาย ได้ชัดเจน เข้าใจง่าย	5	4	5	5	4	4.60	มากที่สุด
5.2 ได้รับความสนใจ ของผู้เรียน	5	4	4	4	4	4.20	มาก
5.3 ช่วยประหยัด เวลาในการสอน	4	4	5	4	4	4.20	มาก
6. ด้านการวัดผลและ							
ประเมินผล							
6.1 วัดได้ครอบคลุม เนื้อหาสาระ	5	4	5	5	5	4.80	มากที่สุด
6.2 ใช้เครื่องมือ วัดผลได้เหมาะสม	4	4	5	5	5	4.60	มากที่สุด

**การวิเคราะห์ความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ  
(แบบปกติ)**

ตารางที่ 31 ค่าความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง แอลกอฮอล์ และอีเทอร์

ข้อ	ข้อความ	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					R	IOC ( $\sum R/N$ )
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1	จุดประสงค์สอดคล้องกับผลการเรียนรู้สาระสำคัญและสาระการเรียนรู้	1	1	1	1	1	5	1
2	สาระสำคัญสอดคล้องกับผลการเรียนรู้	1	1	1	1	1	5	1
3	สาระการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	1	1	5	1
4	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	1	1	5	1
5	สื่อและแหล่งการเรียนรู้สอดคล้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้	1	1	1	1	1	5	1
6	การวัดผลและประเมินผลสอดคล้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	1	1	5	1

ตารางที่ 32 ค่าความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง แอลดีไฮด์และคีโตน

ข้อ	ข้อความ	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					R	IOC ( $\sum R/N$ )
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1	จุดประสงค์สอดคล้อง กับผลการเรียนรู้ สาระสำคัญและ สาระการเรียนรู้	1	1	1	1	1	5	1
2	สาระสำคัญสอดคล้อง กับผลการเรียนรู้	1	1	1	1	1	5	1
3	สาระการเรียนรู้ สอดคล้องกับ จุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	1	1	5	1
4	การจัดกิจกรรม การเรียนรู้สอดคล้องกับ สาระการเรียนรู้และ จุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	1	1	5	1
5	สื่อและแหล่งการเรียนรู้ สอดคล้องกับการจัด กิจกรรมการเรียนรู้และ สาระการเรียนรู้	1	1	0	1	0	3	.60
6	การวัดผลและประเมินผล สอดคล้องกับการจัด การเรียนรู้และ จุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	1	1	5	1

ตารางที่ 33 ค่าความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง กรดคาร์บอกซิลิก

ข้อ	ข้อความ	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					R	IOC ( $\Sigma R/N$ )
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1	จุดประสงค์สอดคล้อง กับผลการเรียนรู้ สาระสำคัญและ สาระการเรียนรู้	1	1	1	1	1	5	1
2	สาระสำคัญสอดคล้อง กับผลการเรียนรู้	1	1	1	1	1	5	1
3	สาระการเรียนรู้ สอดคล้องกับ จุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	1	1	5	1
4	การจัดกิจกรรม การเรียนรู้สอดคล้องกับ สาระการเรียนรู้และ จุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	1	1	5	1
5	สื่อและแหล่งการเรียนรู้ สอดคล้องกับการจัด กิจกรรมการเรียนรู้และ สาระการเรียนรู้	1	1	1	1	0	4	.80
6	การวัดผลและประเมินผล สอดคล้องกับการจัด การเรียนรู้และ จุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	1	1	5	1



ตารางที่ 34 ค่าความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง เอสเทอร์

ข้อ	ข้อความ	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					R	IOC ( $\sum R/N$ )
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1	จุดประสงค์สอดคล้อง กับผลการเรียนรู้ สาระสำคัญและ สาระการเรียนรู้	1	1	1	1	1	5	1
2	สาระสำคัญสอดคล้อง กับผลการเรียนรู้	1	1	1	1	1	5	1
3	สาระการเรียนรู้ สอดคล้องกับ จุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	1	1	5	1
4	การจัดกิจกรรม การเรียนรู้สอดคล้องกับ สาระการเรียนรู้และ จุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	1	1	5	1
5	สื่อและแหล่งการเรียนรู้ สอดคล้องกับการจัด กิจกรรมการเรียนรู้และ สาระการเรียนรู้	1	1	1	1	1	5	1
6	การวัดผลและประเมินผล สอดคล้องกับการจัด กิจกรรมการเรียนรู้และ จุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	1	1	5	1

ตารางที่ 35 ค่าความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง เอมีนและเอไมด์

ข้อ	ข้อความ	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					R	IOC ( $\Sigma R/N$ )
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1	จุดประสงค์สอดคล้อง กับผลการเรียนรู้ สาระสำคัญและ สาระการเรียนรู้	1	1	1	1	1	5	1
2	สาระสำคัญสอดคล้อง กับผลการเรียนรู้	1	1	1	1	1	5	1
3	สาระการเรียนรู้ สอดคล้องกับ จุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	1	1	5	1
4	การจัดกิจกรรม การเรียนรู้สอดคล้องกับ สาระการเรียนรู้และ จุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	1	1	5	1
5	สื่อและแหล่งการเรียนรู้ สอดคล้องกับการจัด กิจกรรมการเรียนรู้และ สาระการเรียนรู้	1	1	1	1	1	5	1
6	การวัดผลและประเมินผล สอดคล้องกับการจัด กิจกรรมการเรียนรู้และ จุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	1	1	5	1

### ภาคผนวก ค

- การวิเคราะห์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้วิชาเคมี เพื่อหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์
- การวิเคราะห์ค่าความยากง่าย ( $P$ ) และค่าอำนาจจำแนก ( $B$ ) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้วิชาเคมี
- การวิเคราะห์แบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมี เพื่อหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์
- การวิเคราะห์ค่าความยากง่าย ( $P$ ) และค่าอำนาจจำแนก ( $B$ ) แบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมี
- การวิเคราะห์แบบวัดเจตคติต่อวิชาเคมี เพื่อหาค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อความที่แสดงถึงเจตคติต่อวิชาเคมีในด้านต่าง ๆ
  - ผลคะแนนจากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน
  - ผลการคำนวณหาค่า  $t$ -test โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป

**การวิเคราะห์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้วิชาเคมี**  
**เรื่อง อนุพันธ์ของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน เพื่อหาค่าดัชนีความสอดคล้อง**  
**ระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้**

ตารางที่ 36 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ของแบบทดสอบ  
 วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้วิชาเคมี เรื่อง อนุพันธ์ของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน

จุดประสงค์ที่	ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					R	IOC ( $\sum R/N$ )
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1	1	1	1	0	1	1	4	.80
	2	1	0	1	1	1	4	.80
2	3	1	1	1	1	1	5	1
	4	1	1	1	1	1	5	1
	5	1	1	1	1	1	5	1
	6	1	1	1	1	1	5	1
3	7	1	1	1	1	1	5	1
4	8	1	1	1	1	1	5	1
5	9	1	1	1	1	1	5	1
6	10	1	0	1	1	1	4	.80
	11	1	1	1	1	1	5	1
	12	1	1	1	1	1	5	1
7	13	1	1	0	1	1	4	.80
	14	1	1	1	1	1	5	1
	15	1	0	1	1	1	4	.80
8	16	1	1	1	1	1	5	1
	17	1	1	1	1	0	4	.80
	18	1	1	0	1	1	4	.80
9	19	1	1	0	1	1	4	.80
10	20	1	1	0	1	1	4	.80

ตารางที่ 36 (ต่อ)

จุดประสงค์ที่	ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					R	IOC ( $\sum R/N$ )
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
	21	1	1	1	1	1	5	1
11	22	1	1	1	1	1	5	1
12	23	1	1	1	1	1	5	1
13	24	1	1	1	1	1	5	1
14	25	1	1	1	1	1	5	1
15	26	1	1	1	1	1	5	1
16	27	1	1	1	1	1	5	1
17	28	1	1	1	1	1	5	1
18	29	1	1	1	1	1	5	1
19	30	1	0	1	1	1	4	.80

จากตารางได้ข้อสอบที่มีค่าความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างแบบทดสอบกับจุดประสงค์ ตั้งแต่ .80 ขึ้นไป

**การวิเคราะห์ค่าความยากง่าย ( $P$ ) และค่าอำนาจจำแนก ( $B$ )  
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้วิชาเคมี**

ตารางที่ 37 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย ( $P$ ) และค่าอำนาจจำแนก ( $B$ ) แบบทดสอบ  
วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้วิชาเคมี เรื่อง อนุพันธ์ของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน

ข้อที่	ค่า $P$	ค่า $B$	ข้อที่	ค่า $P$	ค่า $B$
1	.45	.47	16	.38	.33
2	.79	.57	17	.45	.37
3	.50	.53	18	.55	.43
4	.60	.47	19	.62	.50
5	.60	.57	20	.50	.47
6	.45	.43	21	.60	.57
7	.45	.50	22	.34	.57
8	.36	.30	23	.69	.40
9	.50	.60	24	.79	.47
10	.62	.50	25	.62	.60
11	.60	.73	26	.45	.63
12	.70	.47	27	.73	.23
13	.70	.37	28	.45	.27
14	.56	.60	29	.45	.53
15	.45	.27	30	.50	.43

หมายเหตุ ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .85

การวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นแบบอิงเกณฑ์ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้  
วิชาเคมี เรื่อง อนุพันธ์ของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน โดยใช้สูตรของโลเวทท์ (Lovett's method)

$$r_{cc} = 1 - \frac{k \sum x - \sum x^2}{(k-1) \sum (x-c)^2}$$

เมื่อ	k	=	30
	$\sum x$	=	568
	$\sum x^2$	=	9668
	$\sum (x-c)^2$	=	1628

$$r_{cc} = 1 - \frac{30(568) - (9668)}{(30-1)(1628)}$$

$$r_{cc} = 1 - \frac{17040 - 9668}{(29)(1628)}$$

$$r_{cc} = 1 - \frac{7372}{47212}$$

$$r_{cc} = 1 - 0.15 = 0.85$$

**การวิเคราะห์แบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมี**  
**เพื่อหาค่าดัชนีความสอดคล้อง ระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์**

ตารางที่ 38 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ของแบบทดสอบ  
 การคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมี

จุดประสงค์ที่	ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					R	IOC ( $\Sigma R/N$ )
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1. ด้านการจัด หมวดหมู่	1	1	1	0	1	1	4	.80
	4	1	1	1	1	1	5	1
	10	1	1	1	1	1	5	1
	17	1	1	1	1	1	5	1
2. ด้านการ จำแนก	2	1	1	1	1	1	5	1
	5	1	1	1	1	1	5	1
	13	1	1	0	1	1	4	.80
	15	1	0	1	1	1	4	.80
3. ด้านการ เชื่อมโยง	6	1	1	1	1	1	5	1
	9	1	1	1	1	1	5	1
	11	1	1	1	1	1	5	1
	19	1	1	1	1	1	5	1
4. ด้านการ สรุป	7	1	1	1	1	1	5	1
	8	1	0	1	1	1	4	.80
	18	1	0	1	1	1	4	.80
	20	1	1	1	1	1	5	1
5. ด้านการ ประยุกต์ใช้	3	1	1	1	1	1	5	1
	12	1	1	1	1	1	5	1
	14	1	1	1	1	1	5	1
	16	1	1	1	1	1	5	1

จากตารางได้ข้อสอบที่มีค่าความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างแบบทดสอบกับจุดประสงค์  
 ตั้งแต่ .80 ขึ้นไป



**การวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (*P*) และค่าอำนาจจำแนก (*B*)  
แบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมี**

ตารางที่ 39 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (*P*) และค่าอำนาจจำแนก (*B*) แบบทดสอบ  
วัดการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมี

ข้อที่	ค่า <i>P</i>	ค่า <i>B</i>	ข้อที่	ค่า <i>P</i>	ค่า <i>B</i>
1	.79	.52	11	.71	.67
2	.40	.62	12	.70	.52
3	.41	.29	13	.62	.52
4	.30	.32	14	.34	.66
5	.40	.48	15	.45	.36
6	.75	.22	16	.79	.26
7	.34	.39	17	.75	.44
8	.34	.32	18	.60	.55
9	.38	.54	19	.50	.47
10	.71	.70	20	.60	.62

หมายเหตุ ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .83

การวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นแบบอิงเกณฑ์ของแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์  
 ในวิชาเคมี โดยใช้สูตรของโลเวทท์ (Lovett's method)

$$r_{cc} = 1 - \frac{k \sum x - \sum x^2}{(k-1) \sum (x-c)^2}$$

เมื่อ	k	=	20
	$\sum x$	=	380
	$\sum x^2$	=	4556
	$\sum (x-c)^2$	=	956

$$r_{cc} = 1 - \frac{20(380) - (4556)}{(20-1)(956)}$$

$$r_{cc} = 1 - \frac{7600 - 4556}{(19)(956)}$$

$$r_{cc} = 1 - \frac{3044}{18164}$$

$$r_{cc} = 1 - 0.17 = 0.83$$

การวิเคราะห์แบบวัดเจตคติต่อวิชาเคมี เพื่อหาค่าดัชนีความสอดคล้อง  
ของข้อความที่แสดงถึงเจตคติต่อวิชาเคมีในด้านต่าง ๆ

ตารางที่ 40 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของข้อความที่แสดงถึงเจตคติต่อวิชาเคมีในด้านต่าง ๆ

ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					R	IOC ( $\Sigma R/N$ )
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1	1	1	1	1	1	5	1
2	1	1	1	1	1	5	1
3	1	1	1	0	1	4	.80
4	1	1	1	1	1	5	1
5	1	1	1	1	1	5	1
6	1	1	1	1	1	5	1
7	1	1	1	1	1	5	1
8	1	1	1	1	1	5	1
9	1	1	1	1	1	5	1
10	1	1	1	1	1	5	1
11	1	1	1	1	1	5	1
12	1	1	1	1	1	5	1
13	1	1	1	1	1	5	1
14	1	1	1	1	1	5	1
15	1	1	1	1	1	5	1
16	1	1	1	1	1	5	1
17	1	1	1	1	1	5	1
18	1	1	1	1	1	5	1
19	1	1	1	1	1	5	1
20	1	1	1	1	1	5	1

ตารางที่ 41 ค่าอำนาจจำแนก ( $r_{xy}$ ) ของแบบวัดเจตคติต่อวิชาเคมี

ข้อที่	ค่า $r_{xy}$
1	.39
2	.51
3	.47
4	.34
5	.27
6	.33
7	.38
8	.27
9	.62
10	.56
11	.66
12	.56
13	.56
14	.67
15	.59
16	.57
17	.74
18	.46
19	.48
20	.75
	$\sum r_{xy} = 10.18$

หมายเหตุ ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .88

การวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดเจตคติต่อวิชาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา  
ปีที่ 6 โดยหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา ( $\alpha$ -Coefficient) ของครอนบาค (Cronbach)

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

หาค่าความแปรปรวน จากสูตร  $S^2 = \frac{n \sum X^2 - (\sum X)^2}{n(n-1)}$

เมื่อ  $n = 44$

$$\sum X = 3112$$

$$(\sum X)^2 = (3112)^2 = 9684544$$

$$\sum X^2 = 225232$$

แทนค่า  $S^2 = \frac{n \sum X^2 - (\sum X)^2}{n(n-1)}$

$$= \frac{44(225232) - 9684544}{44(44-1)}$$

$$= \frac{9910208 - 9684544}{1892}$$

$$= \frac{225664}{1892}$$

$$= 119.27$$

$$\sum S_i^2 = 18.80$$

$n = 20$

จากสูตร

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

แทนค่า

$$= \frac{20}{20-1} \left[ 1 - \frac{18.80}{119.27} \right]$$

$$= 1.05 \times 0.84$$

$$= 0.88$$

ตารางที่ 42 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีที่ได้จากการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์  
ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง (คะแนนเต็ม 30 คะแนน)

คนที่	คะแนนก่อนเรียน	คะแนนหลังเรียน	คนที่	คะแนนก่อนเรียน	คะแนนหลังเรียน
1	24	26	24	12	21
2	11	19	25	9	16
3	9	17	26	9	20
4	13	19	27	9	17
5	11	20	28	11	22
6	8	19	29	8	24
7	8	21	30	18	26
8	14	22	31	20	23
9	14	20	32	13	15
10	10	17	33	5	20
11	10	19	34	11	18
12	9	16	35	21	28
13	11	17	36	7	18
14	15	16	37	6	25
15	11	17	38	13	26
16	19	27	39	11	19
17	10	17	40	12	18
18	3	18	41	10	15
19	2	17	42	16	21
20	10	15			
21	11	17			
22	7	21			
23	17	21			

หมายเหตุ ค่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนมีค่าเท่ากับ 11.38 คะแนน

ค่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนมีค่าเท่ากับ 19.76 คะแนน

ตารางที่ 43 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีที่ได้จากการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์  
หลังเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม (คะแนนเต็ม 30 คะแนน)

คนที่	คะแนนหลังเรียน กลุ่มทดลอง	คะแนนหลังเรียน กลุ่มควบคุม	คนที่	คะแนนหลังเรียน กลุ่มทดลอง	คะแนนหลังเรียน กลุ่มควบคุม
1	26	20	24	21	20
2	19	15	25	16	21
3	17	21	26	20	15
4	19	26	27	17	16
5	20	17	28	22	20
6	19	18	29	24	15
7	21	15	30	26	19
8	22	21	31	23	18
9	20	15	32	15	17
10	17	17	33	20	15
11	19	20	34	18	18
12	16	15	35	28	16
13	17	25	36	18	16
14	16	16	37	25	15
15	17	20	38	26	16
16	27	18	39	19	18
17	17	18	40	18	15
18	18	20	41	15	15
19	17	15	42	21	15
20	15	20	43		19
21	17	15	44		15
22	21	19	45		21
23	21	16			

หมายเหตุ ค่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนของกลุ่มทดลองมีค่าเท่ากับ 19.76 คะแนน

ค่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนของกลุ่มควบคุมมีค่าเท่ากับ 16.64 คะแนน

ตารางที่ 44 คะแนนการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีที่ได้จากการทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ก่อนเรียน  
และหลังเรียนของกลุ่มทดลอง (คะแนนเต็ม 20 คะแนน)

คนที่	คะแนนก่อนเรียน	คะแนนหลังเรียน	คนที่	คะแนนก่อนเรียน	คะแนนหลังเรียน
1	6	15	24	5	16
2	1	17	25	5	19
3	12	13	26	3	16
4	13	15	27	2	16
5	7	15	28	5	10
6	2	12	29	6	17
7	6	10	30	2	13
8	1	17	31	3	14
9	6	10	32	5	16
10	2	14	33	5	15
11	7	15	34	3	15
12	5	10	35	5	18
13	7	20	36	4	12
14	1	10	37	1	19
15	6	13	38	3	10
16	4	15	39	4	15
17	3	15	40	1	15
18	1	17	41	5	18
19	5	16	42	4	15
20	2	17			
21	7	17			
22	3	16			
23	8	14			

หมายเหตุ ค่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนมีค่าเท่ากับ 4.43 คะแนน

ค่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนมีค่าเท่ากับ 14.81 คะแนน



ตารางที่ 45 คะแนนการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีที่ได้จากการทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์หลังเรียน  
ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม (คะแนนเต็ม 20 คะแนน)

คนที่	คะแนนหลังเรียน กลุ่มทดลอง	คะแนนหลังเรียน กลุ่มควบคุม	คนที่	คะแนนหลังเรียน กลุ่มทดลอง	คะแนนหลังเรียน กลุ่มควบคุม
1	15	10	24	16	10
2	17	10	25	19	10
3	13	11	26	16	10
4	15	18	27	16	10
5	15	10	28	10	10
6	12	10	29	17	10
7	10	10	30	13	10
8	17	13	31	14	16
9	10	10	32	16	10
10	14	10	33	15	10
11	15	10	34	15	10
12	10	10	35	18	10
13	20	15	36	12	10
14	10	11	37	19	11
15	13	11	38	10	10
16	15	10	39	15	10
17	15	10	40	15	10
18	17	10	41	18	10
19	16	10	42	15	10
20	17	10	43		10
21	17	10	44		12
22	16	10	45		10
23	14	10			

หมายเหตุ ค่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนของกลุ่มทดลองมีค่าเท่ากับ 14.81 คะแนน

ค่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนของกลุ่มควบคุมมีค่าเท่ากับ 10.73 คะแนน

ตารางที่ 46 คะแนนเจตคติต่อวิชาเคมีที่ได้จากการทำแบบวัดเจตคติต่อวิชาเคมีก่อนเรียนและ  
หลังเรียนของกลุ่มทดลอง (คะแนนเต็ม 100 คะแนน)

คนที่	คะแนนก่อนเรียน	คะแนนหลังเรียน	คนที่	คะแนนก่อนเรียน	คะแนนหลังเรียน
1	66	75	24	81	83
2	60	82	25	62	66
3	49	93	26	48	57
4	75	78	27	51	77
5	66	78	28	60	78
6	66	75	29	58	69
7	53	80	30	50	80
8	65	81	31	59	69
9	73	78	32	53	79
10	72	79	33	68	79
11	73	75	34	62	68
12	75	84	35	51	68
13	68	79	36	52	78
14	73	81	37	44	82
15	66	83	38	44	60
16	80	86	39	51	64
17	65	77	40	68	70
18	62	83	41	60	62
19	63	81	42	65	79
20	76	82			
21	53	70			
22	80	84			
23	71	63			

หมายเหตุ ค่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนมีค่าเท่ากับ 62.79 คะแนน

ค่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนมีค่าเท่ากับ 76.07 คะแนน

ตารางที่ 47 ผลการคิดวิเคราะห์หลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก

ด้านการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมี	$\bar{X}$	SD	อันดับ
1. ด้านการจำแนก	3.00	0.84	3
2. ด้านการจัดหมวดหมู่	3.24	0.79	1
3. ด้านการเชื่อมโยง	2.78	0.76	4
4. ด้านการสรุป	2.69	0.84	5
5. ด้านการประยุกต์ใช้	3.14	0.68	2

ตารางที่ 48 ผลของเจตคติต่อวิชาเคมี ด้านความคิดเห็นทั่วไปต่อวิชาเคมี หลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก

รายการ	$\bar{X}$	SD	ระดับ	อันดับ
1. ความเจริญก้าวหน้าทางวิชาเคมีจะนำไปสู่การพัฒนาเทคโนโลยีและอุตสาหกรรม	4.14	0.78	ดี	1
2. การเรียนวิชาเคมี มีความยุ่งยาก ซับซ้อน ไม่น่าติดตาม	3.02	0.79	ปานกลาง	4
3. วิชาเคมีเป็นวิชาพื้นฐานที่ทุกคนต้องศึกษา	3.29	0.71	ปานกลาง	3
4. วิชาเคมีจะช่วยให้ข้าพเจ้าเข้าใจในธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมที่ดีขึ้น	3.52	0.83	ดี	2
รวม	3.49	0.78	ปานกลาง	

ตารางที่ 49 ผลของเจตคติต่อวิชาเคมี ด้านการเห็นความสำคัญต่อวิชาเคมี หลังเรียนของนักเรียน  
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก

รายการ	$\bar{X}$	<i>SD</i>	ระดับ	อันดับ
1. การเรียนวิชาเคมีช่วยให้ข้าพเจ้า เกิดกระบวนการคิดอย่างมีเหตุผล	3.86	0.72	ดี	3
2. การเรียนวิชาเคมีจะช่วยให้ข้าพเจ้า ได้ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์	3.90	0.82	ดี	2
3. การเรียนวิชาเคมีจะช่วยให้ข้าพเจ้ารู้ว่า สารใดเป็นสารที่อันตรายหรือ ไม่อันตราย	4.60	0.59	ดี	1
4. การเรียนวิชาเคมีไม่ได้ช่วยให้ เกิดการพัฒนาคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น	3.69	0.79	ดี	4
รวม	4.01	0.73	ดี	

ตารางที่ 50 ผลของเจตคติต่อวิชาเคมี ด้านความสนใจในวิชาเคมี หลังเรียนของนักเรียน  
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก

รายการ	$\bar{X}$	<i>SD</i>	ระดับ	อันดับ
1. เมื่อถึงชั่วโมงเรียนวิชาเคมีข้าพเจ้ารู้สึก กังวลใจ เบื่อหน่าย และไม่อยากเข้าเรียน	3.55	0.78	ดี	2
2. เมื่อครูให้ทำการทดลองวิชาเคมีทุกครั้ง ข้าพเจ้ารู้สึกชอบทำการทดลองและ จะทำการทดลองให้เสร็จ	3.81	0.79	ดี	1
3. เมื่อเรียนวิชาเคมีเสร็จทุกครั้ง หลังเลิกเรียน ข้าพเจ้าจะทำการบ้าน และอ่านหนังสือเคมีเพื่อเพิ่มพูนความรู้	2.64	0.83	ปานกลาง	4
4. ข้าพเจ้าติดตามและให้ความสนใจ กับข่าวความก้าวหน้าทางเคมี	2.76	0.83	ปานกลาง	3
รวม	3.19	0.81	ปานกลาง	

ตารางที่ 51 ผลของเจตคติต่อวิชาเคมี ด้านการนิยมชมชอบต่อวิชาเคมี หลังเรียนของนักเรียน  
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก

รายการ	$\bar{X}$	<i>SD</i>	ระดับ	อันดับ
1. ข้าพเจ้าจะเลือกศึกษาต่อทางด้านเคมี ในอนาคต	2.52	0.79	ปานกลาง	4
2. ข้าพเจ้ารู้สึกอึดอัดและท้อแท้เมื่อถึงชั่วโมง วิชาเคมี	3.95	0.79	ดี	1
3. ข้าพเจ้าชอบไปเที่ยวชมนิทรรศการ ที่เกี่ยวกับวิชาเคมี	3.12	0.71	ปานกลาง	3
4. ข้าพเจ้าจะชอบรายการโทรทัศน์ ที่มีความรู้ทางด้านเคมีร่วมด้วย	3.19	0.83	ปานกลาง	2
รวม	3.20	0.78	ปานกลาง	

ตารางที่ 52 ผลของเจตคติต่อวิชาเคมีด้านการแสดงออกหรือการมีส่วนร่วมในกิจกรรมเกี่ยวกับ  
วิชาเคมี หลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก

รายการ	$\bar{X}$	<i>SD</i>	ระดับ	อันดับ
1. การจัดกิจกรรมในวิชาเคมีข้าพเจ้าคิดว่า เป็นกิจกรรมที่น่าเบื่อ	3.88	0.79	ดี	2
2. ข้าพเจ้ารู้สึกชอบเมื่อครูได้เปิด โอกาส ให้แสดงความคิดเห็นในชั่วโมงเรียน ในวิชาเคมี	3.14	0.72	ปานกลาง	4
3. ข้าพเจ้าให้ความร่วมมือกับเพื่อนในกลุ่ม ทุกครั้งที่มีการทดลองเกี่ยวกับทางเคมี	4.21	0.68	ดี	1
4. ข้าพเจ้าจะเข้าร่วมกิจกรรมทัศนศึกษา เกี่ยวกับวิชาเคมีด้วยความเต็มใจ	3.71	0.81	ดี	3
รวม	3.74	0.75	ดี	

ตารางที่ 53 การคำนวณหาค่า *t-test* ของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียน  
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้โปรแกรม  
สำเร็จรูป

#### Group Statistics

	Groups	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Posttest	G <sub>1</sub>	42	19.7619	3.48383	.53757
2 กลุ่ม	G <sub>2</sub>	45	16.6444	4.20582	.62697

#### Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances	
		F	Sig.
Posttest	Equal variances assumed	1.200	.276
2กลุ่ม	Equal variances not assumed		

#### Independent Samples Test

		Paired Differences				
		95% Confidence Interval of the Difference				
		Lower	Upper	t	df	Sig. (2-tailed)
Posttest	Equal variances	1.46471	4.77021	3.775	85	.000
2กลุ่ม	assumed					

ตารางที่ 54 การคำนวณหาค่า *t-test* ของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียน  
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังของกลุ่มทดลองโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป

**Paired Samples Statistics**

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	Posttest	19.7619	42	3.48383	.58757
	Pretest	11.3810	42	4.56900	.70501

**Paired Samples Correlations**

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	Posttest & Pretest	42	.524	.000

**Paired Samples Test**

		Paired Differences		
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	posttest - pretest	8.38095	4.04217	.62372

**Paired Samples Test**

		Paired Differences				
		95% Confidence Interval of the Difference				
		Lower	Upper	t	df	Sig. (2-tailed)
Pair 1	posttest - pretest	7.12132	9.64058	13.578	41	.000

ตารางที่ 55 การคำนวณหาค่า *t-test* ของแบบวัดการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีของนักเรียน  
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้โปรแกรม  
 สำเร็จรูป

#### Group Statistics

	Groups	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Posttest2กลุ่ม	G <sub>1</sub>	42	14.8095	2.64334	.40788
	G <sub>2</sub>	45	10.7333	1.80151	.26855

#### Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances	
		F	Sig.
Posttest 2กลุ่ม	Equal variances assumed	7.070	.059
	Equal variances not assumed		

#### Independent Samples Test

		Paired Differences				
		95% Confidence Interval of the Difference				
		Lower	Upper	t	df	Sig. (2-tailed)
Posttest 2กลุ่ม	Equal variances assumed	3.11753	5.03485	8.454	85	.000



ตารางที่ 56 การคำนวณหาค่า *t-test* ของแบบวัดการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีของนักเรียน  
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังของกลุ่มทดลอง โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	Posttest	14.8095	42	2.64334	.40788
	Pretest	4.4286	42	2.69727	.41620

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	Posttest & Pretest	42	.060	.000

Paired Samples Test

		Paired Differences		
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	posttest - pretest	10.38095	3.88840	.59999

Paired Samples Test

		Paired Differences				
		95% Confidence Interval of the Difference		t	df	Sig. (2-tailed)
Lower	Upper					
Pair 1	posttest - pretest	9.16924	11.59266	17.302	41	.000

**ภาคผนวก ง**  
**ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก**

## แผนการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์  
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6  
 เรื่อง กรดคาร์บอกซิลิก

รายวิชาเคมี 4 ว 30223  
 หน่วยการเรียนรู้ 1 เคมีอินทรีย์  
 เวลา 3 คาบ

### มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ นำความรู้ไปใช้ประโยชน์

### ผลการเรียนรู้

สำรวจ ตรวจสอบ สืบค้นข้อมูล อภิปรายและอธิบายเกี่ยวกับสมบัติทั่วไป การเรียกชื่อเขียนสูตร โครงสร้าง และยกตัวอย่างประโยชน์ของสารประกอบอินทรีย์ของกรดคาร์บอกซิลิก

### จุดประสงค์การเรียนรู้

#### ด้านความรู้ (K)

1. นักเรียนสามารถอธิบายสมบัติทั่วไปของกรดคาร์บอกซิลิกได้
2. นักเรียนสามารถเขียนสูตร โครงสร้างและเรียกชื่อของกรดคาร์บอกซิลิกได้
3. นักเรียนสามารถยกตัวอย่างประโยชน์ของกรดคาร์บอกซิลิกได้

#### ด้านทักษะกระบวนการ (P)

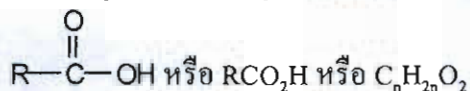
1. นักเรียนเกิดทักษะกระบวนการทำงานกลุ่ม
2. นักเรียนสามารถแสดงการเกิดปฏิกิริยาของกรดคาร์บอกซิลิกได้

#### ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)

1. นักเรียนมีความใฝ่รู้ใฝ่เรียน มุ่งมั่นในการทำงานและค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง เกิดเจตคติที่ดีต่อวิชาเคมี

### สาระสำคัญ

กรดคาร์บอกซิลิก เป็นสารประกอบอินทรีย์ที่ประกอบด้วยธาตุ C H และ O โดยมีหมู่ฟังก์ชันคือหมู่คาร์บอกซิล (carboxyl: หรือ -COOH ) มีสูตรทั่วไปเป็น RCOOH หรือ



### สาระการเรียนรู้

กรดคาร์บอกซิลิกเป็นกรดอ่อน แยกตัวได้บางส่วนจึงยังเหลือโมเลกุลส่วนที่ไม่แตกตัวอยู่มาก ให้ไฮโดรเนียมไอออน ( $\text{H}_3\text{O}^+$ ) น้อย หรือแตกตัวไม่สมบูรณ์

กรดคาร์บอกซิลิกละลายน้ำได้ เนื่องจากโมเลกุลมีสภาพขั้ว โมเลกุลสูง แต่สภาพละลายได้ของกรดคาร์บอกซิลิกจะลดลงเมื่อจำนวนอะตอมคาร์บอนเพิ่มขึ้น เนื่องจากโมเลกุลมีส่วนที่ไม่มีขั้วมากขึ้น

กรดคาร์บอกซิลิกจะมีจุดเดือดที่เพิ่มขึ้นเมื่อจำนวนอะตอมคาร์บอนเพิ่มขึ้น เนื่องจากพันธะไฮโดรเจนที่เกิดขึ้นระหว่าง โมเลกุลของกรดคาร์บอกซิลิกมีความแข็งแรงมากขึ้น

กรดเอทานอิก หรือกรดแอสติก ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) ใช้เป็นตัวทำละลายในการผลิตพลาสติก เส้นใยสังเคราะห์ และน้ำส้มสายชู

### การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (รูปแบบการสอน/ วิธีสอน)

ขั้นตอนการเรียนรู้	กิจกรรมการเรียนการสอน	สื่อประกอบ	เวลา (นาที)
ขั้นการนำเข้าสู่บทเรียน	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 4-5 คน โดยคณะเทศและความสามารถ</li> <li>- ครูเขียนสูตร โครงสร้างของกรดอะซิติก</li> <li>- ครูเขียนสูตร โครงสร้างของกรดอะซิติก พร้อมทั้งใช้คำถาม ถาถามนักเรียนว่า “โครงสร้างของสารนี้จัดเป็นสารประเภทใด และมีหมู่ฟังก์ชันเรียกว่าอะไร”</li> <li>- ครูสุ่มนักเรียนออกมาอธิบายตามข้อคำถามดังกล่าว</li> </ul>	- Power point เรื่อง กรดคาร์บอกซิลิก	10

## การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (ต่อ)

ขั้นตอนการเรียนรู้	กิจกรรมการเรียนการสอน	สื่อประกอบ	เวลา (นาที)
	<p>- ครูตั้งสถานการณ์การทดลองว่า “นักเคมีคนหนึ่งได้ตั้งขวดสารเคมีไว้ 2 ขวด ซึ่งขวดสารทั้ง 2 ขวด นั้นป้ายชื่อสารหลุดลอกหายไป แต่นักเคมีทราบว่าจะขวดหนึ่งเป็น Ethanol และ อีกขวดหนึ่งเป็น Ethanoic acid ถ้านักเรียนเป็นนักเคมีคนนั้น นักเรียนจะทดสอบเพื่อแยกสารทั้ง 2 ขวด นั้นอย่างไร เพื่อให้ทราบว่าสารทั้ง 2 ขวด เป็นสารชนิดใด”</p> <p>- ครูให้นักเรียนในชั้นเรียนร่วมกันเสนอคำตอบที่เป็นไปได้ของคำถามที่ครูถาม</p> <p>- ครูนำเสนอบทเรียนเกี่ยวกับกรดคาร์บอกซิลิก พร้อมทั้งตั้งคำถาม ถามนักเรียนว่า “กรดคาร์บอกซิลิก แต่ละชนิดมีวิธีการเรียกชื่ออย่างไร” และ “ในชีวิตประจำวันของนักเรียนมีสารใดบ้างที่จัดเป็นกรดคาร์บอกซิลิก”</p>		
<p>ขั้นการวางแผนและการนำเสนอแผนการค้นคว้า</p>	<p>- ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนออกมาจับใบกิจกรรมเรื่องกรดคาร์บอกซิลิก</p> <p>- นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันศึกษาใบกิจกรรมและแลกเปลี่ยนความคิดร่วมกันในการวางแผนหาคำตอบจากแหล่งเรียนรู้</p> <p>- นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอแผนศึกษาค้นคว้าหรือครุคอยซักถามวิธีการศึกษาค้นคว้าของนักเรียนแต่ละกลุ่ม</p>	<p>- ใบความรู้เรื่องกรดคาร์บอกซิลิก</p> <p>- ใบกิจกรรม</p>	15



## การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (ต่อ)

ขั้นตอนการเรียนรู้	กิจกรรมการเรียนการสอน	สื่อประกอบ	เวลา (นาที)
	และตั้งคำถาม ถามนักเรียนว่า จากโครงสร้างดังกล่าว สารนี้จะมีสมบัติและการเกิดปฏิกิริยาอย่างไร และมีวิธีในการทดสอบของสารนี้ได้อย่างไร		
ขั้นการประยุกต์ใช้	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ครูตั้งคำถามกระตุ้นให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงการนำเอาความรู้เรื่อง กรดคาร์บอกซิลิกไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างไร</li> <li>- นักเรียนแสดงความคิดเห็นหน้าชั้นเรียน</li> <li>- ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มมารับ โจทย์ปัญหา เพื่อประเมินความเข้าใจของนักเรียน โดยจะมี โจทย์ปัญหา 5 ข้อ ซึ่งแต่ละข้อจะมีคะแนนแตกต่างกัน โดยให้เวลา 3 นาที ถ้ากลุ่มใดเสร็จก่อนเป็นกลุ่มแรก แล้วตอบถูก 3 ข้อ ใน 5 ข้อ จะเป็นผู้ชนะ ได้รับ โบนัสพิเศษ</li> <li>- ครูให้ใบความรู้ เรื่อง กรดคาร์บอกซิลิก และให้นักเรียนเติมคำที่เว้นว่างให้สมบูรณ์</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ใบความรู้ เรื่อง กรดคาร์บอกซิลิก</li> <li>- เกม โจทย์ปัญหา</li> </ul>	20

## การวัดและประเมินผล

วิธีวัดและประเมินผล	วิธีวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การวัด
1. ด้านความรู้ - นักเรียนสามารถอธิบายสมบัติทั่วไปของกรดคาร์บอกซิลิกได้ - นักเรียนสามารถเขียนสูตรโครงสร้างและเรียกชื่อของกรดคาร์บอกซิลิกได้ - นักเรียนสามารถยกตัวอย่างประโยชน์ของกรดคาร์บอกซิลิกได้	- การซักถาม - การตรวจใบกิจกรรม - การตรวจโจทย์ปัญหา	- ใบกิจกรรม - โจทย์ปัญหา	- นักเรียนร้อยละ 70 สามารถตอบถูกได้ทั้งหมด
2. ด้านทักษะ - ทักษะกระบวนการทำงานกลุ่ม - นักเรียนสามารถแสดงการเกิดปฏิกิริยาของกรดคาร์บอกซิลิกได้	- การสังเกตพฤติกรรม - การตรวจใบกิจกรรม	- แบบประเมินกิจกรรมกลุ่ม - แบบประเมินผลงาน	- นักเรียนมีผลการประเมินการมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมระดับปานกลางขึ้นไป
3. ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ - ใฝ่เรียนรู้ - มุ่งมั่นในการทำงาน	- การสังเกตพฤติกรรม	- แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์	- นักเรียนมีพฤติกรรมการเรียนอยู่ในเกณฑ์ระดับปานกลางขึ้นไป

## สื่อการเรียนรู้

1. ใบความรู้ เรื่อง กรดคาร์บอกซิลิก
2. ใบกิจกรรม เรื่อง กรดคาร์บอกซิลิก



## แหล่งการเรียนรู้

1. ห้องสมุด
2. อินเทอร์เน็ต

## บันทึกหลังการสอน

### 1. ผลการจัดการเรียนรู้

#### 1.1 ด้านความรู้

.....

#### 1.2 ด้านทักษะ/กระบวนการ

.....

#### 1.3 ด้านคุณลักษณะ

.....

### 2. ปัญหาและอุปสรรค

.....

.....

.....

### 3. ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไข

.....

.....

.....

### 4. บันทึกเพิ่มเติม

.....

.....

.....

ลงชื่อ ..... ผู้สอน  
(.....)

วันที่ .... / .... / ....

**แบบประเมินกิจกรรมกลุ่ม**  
วิชา..... ชั้น ม. ....

กลุ่มที่	พฤติกรรม				
	การมีส่วนร่วม ในการทำงาน กลุ่ม	การปฏิบัติงาน ตามบทบาท หน้าที่	การแสดง ความคิดเห็นและ ยอมรับ ความคิดเห็นผู้อื่น	ความตั้งใจ ในการทำงาน	รวม คะแนน
	3	3	3	3	12
1.					
2.					
3.					
4.					
5.					
6.					
7.					
8.					
9.					

### เกณฑ์การประเมินกิจกรรมกลุ่ม

พฤติกรรมการเรียนรู้	เกณฑ์คะแนน
การมีส่วนร่วม ในการทำงานกลุ่ม	คะแนน 3 คือ เข้าร่วมกลุ่ม และมีส่วนร่วมในการวางแผน อย่างเต็มที่ คะแนน 2 คือ เข้าร่วมกลุ่ม และมีส่วนร่วมในการวางแผน ปานกลาง คะแนน 1 คือ เข้าร่วมกลุ่ม และมีส่วนร่วมในการวางแผนน้อย
การปฏิบัติตามบทบาท หน้าที่	คะแนน 3 คือ ทำงานตามที่ได้รับมอบหมายเป็นอย่างดี คะแนน 2 คือ ทำงานตามที่ได้รับมอบหมายปานกลาง คะแนน 1 คือ ทำงานตามที่ได้รับมอบหมายน้อย
การแสดงความคิดเห็นและ ยอมรับฟังความคิดเห็นผู้อื่น	คะแนน 3 คือ แสดงความคิดเห็นเป็นประจำและยอมรับฟัง ความคิดเห็นของผู้อื่น คะแนน 2 คือ แสดงความคิดเห็นปานกลาง และยอมรับฟัง ความคิดเห็นของผู้อื่นบ้าง คะแนน 1 คือ แสดงความคิดเห็นน้อย และไม่ยอมรับฟัง ความคิดเห็นของผู้อื่น
ความตั้งใจในการทำงานกลุ่ม	คะแนน 3 คือ มีความตั้งใจในการทำงานกลุ่มมาก คะแนน 2 คือ มีความตั้งใจในการทำงานกลุ่มปานกลาง คะแนน 1 คือ มีความตั้งใจในการทำงานกลุ่มน้อย

#### สรุปคะแนน

- 10-12 คะแนน = ดีมาก  
7-9 คะแนน = ดี  
4-6 คะแนน = ปานกลาง  
1-3 คะแนน = ปรับปรุง

ลงชื่อ ..... ผู้ประเมิน

(.....)

วันที่ ..... / ..... / .....

## แบบประเมินผลงาน

วิชา ..... ชั้น ม. ....

ใบกิจกรรม เรื่อง .....

กลุ่มที่	ผลงาน			
	ความสามารถ ในการนำเสนอ	ความถูกต้อง ชัดเจนของเนื้อหา	ความเรียบร้อย	รวมคะแนน
	3	5	2	10
1.				
2.				
3.				
4.				
5.				
6.				
7.				
8.				
9.				

## เกณฑ์การประเมินผลงาน

ลักษณะ	เกณฑ์คะแนน
ด้านการกำหนด การนำเสนอ ผลงาน	คะแนน 3 คือ นำเสนอได้น่าสนใจ ราบรื่น เข้าใจง่าย ชัดเจนตรงประเด็น และสมาชิกในกลุ่มร่วมมือกันดี คะแนน 2 คือ นำเสนอไม่ค่อยราบรื่น เข้าใจบางช่วงแต่นำเสนอดี สมาชิกในกลุ่มร่วมมือกันดี คะแนน 1 คือ นำเสนอไม่น่าสนใจ ไม่ตรงประเด็น และสมาชิกในกลุ่ม ไม่ค่อยร่วมมือกัน
ด้านความถูกต้อง ชัดเจนของเนื้อหา	คะแนน 5 คือ - เนื้อหาถูกต้องครบถ้วน อธิบายเข้าใจอย่างชัดเจนมาก - ตรงประเด็นตามที่กำหนดไว้ ไม่วกวน - ภาษาที่ใช้ถูกต้องมีตัวสะกดและไวยากรณ์มีความถูกต้อง สมบูรณ์ ทำให้ผู้อ่านเข้าใจง่าย - ใช้คำศัพท์ที่เหมาะสม สื่อความหมายได้ คะแนน 4 คือ เนื้อหาถูกต้องครบถ้วน อธิบายเข้าใจอย่างชัดเจนปานกลาง คะแนน 3 คือ เนื้อหาถูกต้องปานกลาง อธิบายเข้าใจอย่างชัดเจนปานกลาง คะแนน 2 คือ เนื้อหาถูกต้องครบปานกลาง อธิบายเข้าใจอย่างชัดเจนน้อย
ด้านความเรียบร้อย	คะแนน 2 คือ - มีการขีดเส้นใต้หัวข้อสำคัญ - มีการจัดระเบียบเนื้อหาที่เรียบร้อย - มีความสะอาดและสวยงาม คะแนน 1 คือ ผลงานขาดคุณสมบัติบางประการ

## สรุปคะแนน

7-10 คะแนน = ดี      4-6 คะแนน = ปานกลาง      1-3 คะแนน = ปรับปรุง

ลงชื่อ .....

ผู้ประเมิน

วันที่ ..... / ..... / .....

## แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์

วิชา..... ชั้น ม. ....

ที่	คุณลักษณะอันพึงประสงค์	ผลการประเมิน				
		3	2	1	0	คุณภาพ
1	ใฝ่เรียนรู้					
	1.1 ตั้งใจเพียรพยายามในการเรียนและเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้					
	1.2 แสวงหาความรู้จากทั้งภายในและภายนอกโรงเรียน ด้วยการเลือกใช้สื่ออย่างเหมาะสมสรุปเป็นองค์ความรู้และสามารถนำไปใช้ในชีวิตรประจำวันได้					
2	มุ่งมั่นในการทำงาน					
	2.1 ตั้งใจและรับผิดชอบในหน้าที่การงาน					
	2.2 ทำงานด้วยความเพียรพยายามและอดทนเพื่อให้งานสำเร็จตามเป้าหมาย					

### เกณฑ์การประเมิน

- 3 หมายถึง ระดับดีมาก
- 2 หมายถึง ระดับดี
- 1 หมายถึง ระดับปานกลาง
- 0 หมายถึง ระดับต้องปรับปรุง

ลงชื่อ ..... ผู้ประเมิน

วันที่ ..... / ..... / .....

ใบความรู้  
เรื่อง ...กรดคาร์บอกซิลิก

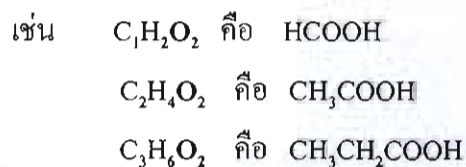
กรดอินทรีย์เป็นสารอินทรีย์ที่ประกอบด้วย C, H และ O มีหมู่  $\text{-COOH}$  หรือ  $\text{-C(=O)OH}$  (Carboxyl group) ต่ออยู่กับหมู่ แอลคิล (R) หรือต่ออยู่กับหมู่ แอริล (Ar)



สูตรทั่วไปของกรดคาร์บอกซิลิก



กรดคาร์บอกซิลิกที่มีหมู่  $\text{-COOH}$  เพียงหมู่เดียว และคาร์บอนในหมู่ R ทุกอะตอมจับกันด้วยพันธะเดี่ยวทั้งหมด จะมีสูตรโมเลกุลเป็น  $\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{O}_2$   $n \geq 1$



กรดคาร์บอกซิลิกตัวแรก คือ  $\text{HCOOH}$  (formic acid หรือ methanoic acid)

การเรียกชื่อ

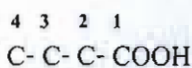
1. ระบบ Common name นิยมใช้กับ โมเลกุลขนาดเล็ก ไม่มีหลักเกณฑ์แน่นอนอาจเรียกตามแหล่งที่พบ เช่น

$\text{HCOOH}$  เรียก formic acid (กรดมด)

$\text{CH}_3\text{COOH}$  เรียก acetic acid (กรดน้ำส้ม)

## 2. ระบบ IUPAC มีหลักเกณฑ์ ดังนี้

เลือกโซ่ยาวที่สุด จะต้องมีหมู่คาร์บอกซิลอยู่ด้วย โดยให้คาร์บอนในหมู่คาร์บอกซิลเป็นตำแหน่งที่ 1 เช่น



เรียกชื่อตามจำนวนอะตอมของคาร์บอน ของแอลเคนตัด e ออก เติม -oic acid (-าโนอิก) และถ้ามีหมู่อื่น ๆ มาเกาะกับโซ่หลักให้เรียกชื่อแบบเดียวกับแอลเคน เช่น

HCOOH                      เรียก methanoic acid (กรดเมทาโนอิก)

CH<sub>3</sub>COOH                    เรียก .....

CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>COOH              เรียก .....

CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>COOH        เรียก .....

$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3\text{-CH} \end{array}$ -COOH        เรียก .....

$\begin{array}{c} \text{OH} \\ | \\ \text{CH}_3\text{-CH} \end{array}$ -CH<sub>2</sub>-COOH    เรียก .....

### ประเภทของกรดคาร์บอกซิลิก

จำแนกโดยใช้จำนวน หมู่ -COOH เป็นเกณฑ์ จะแบ่งเป็น 3 ประเภท ดังนี้

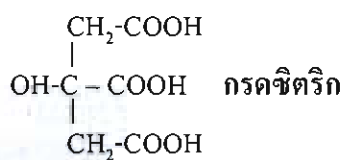
1. monocarboxylic acid มี -COOH 1 หมู่ เช่น HCOOH, CH<sub>3</sub>COOH

2. dicarboxylic acid มี -COOH 2 หมู่ เช่น





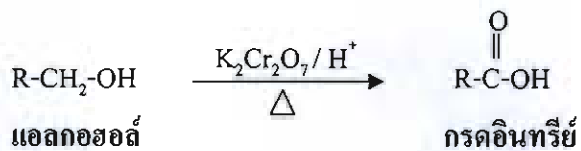
3. tricarboxylic acid มี -COOH 3 หมู่ เช่น



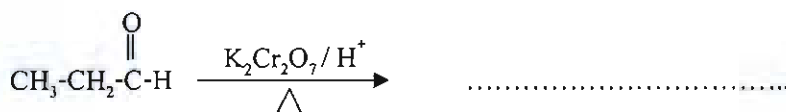
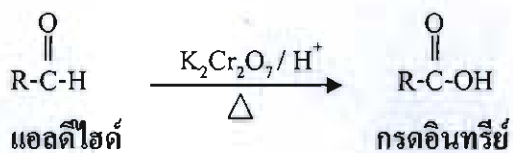
การเตรียมกรดคาร์บอกซิลิก

เตรียมจากปฏิกิริยาออกซิเดชัน

1. แอลกอฮอล์



2. แอลดีไฮด์



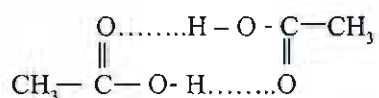
### สมบัติของกรดคาร์บอกซิลิก

1. สถานะ กรดคาร์บอกซิลิกที่มี  $C_1-C_9$  เป็นของเหลว เพราะจุดหลอมเหลวต่ำกว่า อุณหภูมิห้อง ( $25^\circ C$ ) แต่มีจุดเดือดสูงกว่าอุณหภูมิห้อง และกรดคาร์บอกซิลิกที่มี  $C_{10}$  ขึ้นไปมีสถานะ กึ่งแข็ง-กึ่งเหลว เพราะมีจุดหลอมเหลวและจุดเดือดสูงกว่าอุณหภูมิห้อง

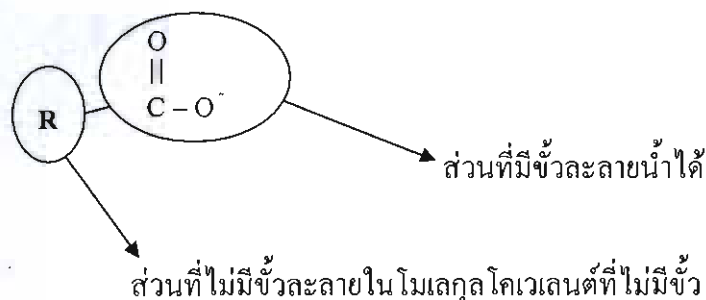
2. สีและกลิ่น เป็นของเหลวไม่มีสี กลิ่นฉุนเฉพาะตัว เช่น กรดเอทานอิก มีกลิ่นฉุน-น้ำส้มสายชู และกรดบิวทาโนอิกมีกลิ่นเหม็นหืน

3. ความแรงของกรด เป็นกรดอ่อน เพราะมีค่า  $K_a$  ต่ำ ในบรรดากรด monocarboxylic acid มีความเป็นกรดมากที่สุด คือ กรดเมทาโนอิก  $K_a = 1.77 \times 10^{-4}$

4. แรงแยัดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุล เกิดพันธะไฮโดรเจน เช่น กรดเอทานอิก เกิดพันธะไฮโดรเจน ระหว่างโมเลกุลดังรูป Dimer ดังนี้

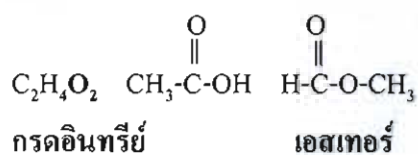


5. การละลายน้ำ กรดคาร์บอกซิลิกที่มีคาร์บอน 1-4 อะตอม ละลายน้ำได้ดี เพราะ ส่วนที่ไม่มีขั้วมีขนาดเล็ก ถ้ามีคาร์บอน 5 อะตอมขึ้นไป ละลายน้ำได้น้อย จนกระทั่งไม่ละลายน้ำ เพราะส่วนที่ไม่มีขั้วของมันมีขนาดใหญ่มีอิทธิพลมาก เป็นผลทำให้ไม่ละลายน้ำแต่ละลายในตัวทำละลายที่เป็น โมเลกุลโคเวเลนต์ไม่มีขั้ว เช่น เบนซีน คาร์บอนเตตระคลอไรด์ และอีเทอร์



6. จุดเดือดจุดหลอมเหลว เมื่อจำนวนอะตอมคาร์บอนเพิ่มขึ้น Bp., Mp. จะสูงขึ้น กรดคาร์บอกซิลิก มี Bp., Mp. สูงกว่าแอลเคนที่มีมวลโมเลกุลใกล้เคียงกัน เพราะแรงยึดเหนี่ยวระหว่างกันเป็นแรงลอนดอนกับพันธะไฮโดรเจน สำหรับแอลเคนไม่สามารถสร้างพันธะไฮโดรเจน มีแต่แรงลอนดอนอย่างเดียว กรดคาร์บอกซิลิกมีจุดเดือดสูงกว่าแอลกอฮอล์เพราะ จำนวนพันธะไฮโดรเจนระหว่างโมเลกุลของกรดคาร์บอกซิลิกเกิดมากกว่าแอลกอฮอล์

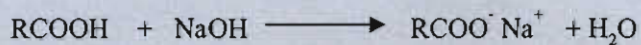
7. การเกิดไอโซเมอร์กรดคาร์บอกซิลิกที่มีคาร์บอน 3 อะตอมขึ้นไปจะเกิดไอโซเมอร์ เช่น กรดคาร์บอกซิลิกเป็นไอโซเมอร์กับเอสเทอร์ ที่มีสูตร โมเลกุลเหมือนกัน เช่น



กรดคาร์บอกซิลิกที่มี C ตั้งแต่ 4 อะตอมขึ้นไป จะเกิดไอโซเมอร์ที่เป็นกรดคาร์บอกซิลิกด้วยกันได้ เช่น  $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2$  มี 2 ไอโซเมอร์  $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{COOH}$  และ  $\text{CH}_3-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-\text{COOH}$

### การเกิดปฏิกิริยา

1. กรดคาร์บอกซิลิกทำปฏิกิริยากับเบส ได้เกลือกับน้ำ ดังนี้

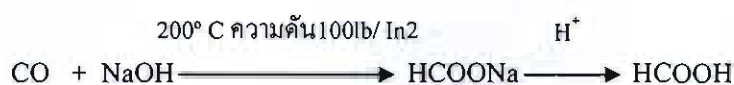




## กรดคาร์บอกซิลิกที่ควรรู้จัก

1. กรดเมทาโนอิก (methanoic acid)  $\text{HCOOH}$  หรือกรดฟอร์มิก เป็นกรดคาร์บอกซิลิกตัวแรกที่มีโมเลกุลเล็กที่สุด เป็นกรดแก่ที่สุดในบรรดากรดคาร์บอกซิลิกทั้งหลาย เป็นของเหลวที่อุณหภูมิห้อง ไม่มีสี มีกลิ่นฉุน ละลายน้ำได้ดี ฟอกสีต่างทาบทิมได้ ใช้เป็นสารตั้งต้นในการเตรียมสารต่าง ๆ ได้

### การเตรียมกรดเมทาโนอิก



2. กรดเอทาโนอิก (ethanoic acid)  $\text{CH}_3\text{COOH}$  กรดน้ำส้ม หรือกรดแอสติก มีชื่อสามัญว่า กรดน้ำส้มสายชู เป็นของเหลว กลิ่นฉุน กรดแอสติกทำปฏิกิริยากับตะกั่วได้กรดแอสเตต เป็นยาสมานแผล ใช้กรดแอสติกเตรียมสารอินทรีย์ เช่น เซลลูโลสแอสเตต สำหรับทำไหมเทียม ทำฟิล์มถ่ายรูป นอกจากนั้นยังใช้เตรียมสีย้อมผ้า ทำพลาสติก ทำน้ำส้มสายชู (มีกรดแอสติกเข้มข้น 4-5%) สำหรับกรดแอสติกบริสุทธิ์ เรียกว่า **glacial acetic acid** ติดไฟได้



**ใบกิจกรรม**  
**เรื่อง กรดคาร์บอกซิลิก**



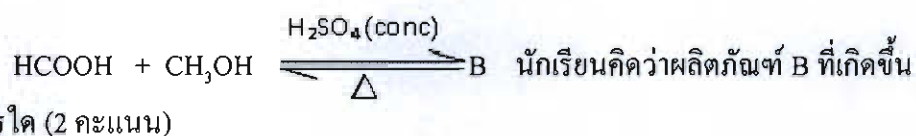
วิชาเคมี 4 ว 30223

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

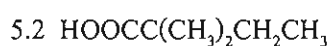
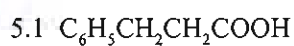
**คำชี้แจง** ให้นักเรียนร่วมกันศึกษา วางแผน และออกแบบวิธีการค้นคว้า และนำเสนอผลของการค้นคว้าในเรื่องของกรดคาร์บอกซิลิก

### โจทย์ปัญหา

- สารอินทรีย์ A เป็นของเหลว ละลายน้ำได้ดี สารละลายที่ได้เปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากสีน้ำเงินเป็นสีแดง สารนี้ให้ฟองแก๊สกับโลหะโซเดียมและสารละลายของโซเดียมไบคาร์บอเนต นักเรียนคิดว่าสาร A คือสารชนิดใดจงอภิปรายพอสังเขป (3 คะแนน)
- เมื่อเติมสารเมทานอลลงในสารเมทานอลในสถานะที่เป็นกรด ปฏิกริยาเกิดขึ้นดังนี้



- จงเรียงลำดับจุดเดือดของ  $\text{CH}_3\text{-COOH}$ ,  $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$ ,  $\text{C}_4\text{H}_{10}$ ,  $\text{C}_5\text{H}_{10}$  จากมากไปน้อย (1.5 คะแนน)
- จงเขียนโครงสร้างของ Isobutylacetic acid และ m-bromo benzoic acid (1 คะแนน)
- จงบอกชื่อตามระบบ IUPAC ของกรดคาร์บอกซิลิกต่อไปนี้ (0.5 คะแนน)



## (เฉลย) ใบกิจกรรมที่ 3

## เรื่อง กรดอินทรีย์

วิชาเคมี 4 ว 30223

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

รายการ	แอลกอฮอล์	กรดอินทรีย์
1. หมู่ฟังก์ชัน	...hydroxy group..	....Carboxyl group..
2. สูตรโมเลกุล	..... $C_nH_{2n+2}O$ ....	..... $C_nH_{2n}O$ ....
3. การเรียกชื่อ	พยางค์หน้าบอกจำนวนอะตอม C พยางค์หลังบอกแอลกอฮอล์ ลงท้ายด้วย...-ol.... เช่น $CH_3OH$ methanol	พยางค์หน้าบอกจำนวนอะตอม C พยางค์หลังบอกกรดอินทรีย์ ลงท้ายด้วย...-oic acid.... เช่น $CH_3COOH$ ethanoic acid
4. สมบัติ สถานะ	.....เป็นของเหลวที่อุณหภูมิห้อง..	.... $C_{1-9}$ ของเหลว และ $C_{10}$ ขึ้นไป กึ่งแข็งกึ่งเหลว....
การละลายน้ำ	โมเลกุลเล็กละลายน้ำได้ดี $C_1-C_3$ โมเลกุลที่มี C มากขึ้น การละลายน้ำ ....ลดลงจนไม่ละลาย.	โมเลกุลเล็กละลายน้ำได้ดี $C_1-C_4$ โมเลกุลที่มี C มากขึ้น การละลายน้ำ ....ลดลงจนไม่ละลาย..
แรงยึดเหนี่ยว ระหว่างโมเลกุล	....1. พันธะไฮโดรเจน..... ....2. แรงลอนดอน ....3. แรงแวนเดอร์วาล..... 1 โมเลกุล เกิดพันธะไฮโดรเจน ...3.... แห่ง	....1. พันธะไฮโดรเจน..... ....2. แรงลอนดอน ....3. แรงแวนเดอร์วาล..... 1 โมเลกุล เกิดพันธะไฮโดรเจน ..5.... แห่ง
ความเป็นกรด-เบส	.....กลาง.....	.....กรด.....
จุดเดือด (เมื่อมีมวล โมเลกุลใกล้เคียงกัน)	.....ต่ำกว่ากรดอินทรีย์.....	....สูงกว่าแอลกอฮอล์....
จุดเดือด (ของสาร พวกเดียวกัน)	เมื่อ C เพิ่มขึ้น BP. จะ ...สูงขึ้น....	เมื่อ C เพิ่มขึ้น BP. จะ ..สูงขึ้น...



รายการ	แอลกอฮอล์	กรดอินทรีย์
ความหนาแน่น	น้อยกว่าน้ำ	มากกว่าน้ำ
การทำปฏิกิริยากับ หมู่ IA	เกิด..ช้า.... ได้ก๊าซ ...H <sub>2</sub> .. $\text{ROH} + \text{M} \longrightarrow \text{RO}^-\text{M}^+ + 1/2 \text{H}_2$ M คือ หมู่ IA	เกิด...เร็ว.... ได้ก๊าซ ...H <sub>2</sub> .. $\text{XRCOOH} + \text{M} \longrightarrow (\text{RCOO})_x\text{M} + x/2 \text{H}_2$ M คือ โลหะใด ๆ ยกเว้น โลหะ มีตระกูล
กลิ่น	กลิ่นเฉพาะตัว ..คล้ายเหล้า...	กลิ่น..ฉุนเฉพาะตัว เปรี้ยว.....
การทำปฏิกิริยากับ NaHCO <sub>3</sub>	.....ไม่เกิดปฏิกิริยา.....	.....เกิดปฏิกิริยา ได้แก๊ส CO <sub>2</sub> ....
การทำปฏิกิริยากับ แอลกอฮอล์	.....ไม่เกิดปฏิกิริยา.....	...ได้เอสเทอร์ + H <sub>2</sub> O..... $\text{H}_2\text{SO}_4 \text{ conc.}, \Delta$ $\text{RCOOH} + \text{HOR}' \leftrightarrow \text{RCOOR}' + \text{H}_2\text{O}$ กรดอินทรีย์ แอลกอฮอล์ เอสเทอร์ น้ำ
การทำปฏิกิริยากับ กรดคาร์บอกซิลิก	...ได้เอสเทอร์ + H <sub>2</sub> O..... $\text{H}_2\text{SO}_4 \text{ conc.}, \Delta$ $\text{RCOOH} + \text{HOR}' \leftrightarrow \text{RCOOR}' + \text{H}_2\text{O}$ กรดอินทรีย์ แอลกอฮอล์ เอสเทอร์ น้ำ	.....ไม่เกิดปฏิกิริยา....
จำนวนไอโซเมอร์	C ...3... อะตอม เกิดไอโซเมอร์ พวกเดียวกัน	C ...4.. อะตอม เกิดไอโซเมอร์ พวกเดียวกัน
	จำนวน C เท่ากัน ..แอลกอฮอล์..เกิดไอโซเมอร์ได้มากกว่า ..กรดคาร์บอกซิลิก...	
ประโยชน์	กรดเททานอิก ใช้ในการเตรียมสีย้อมผ้า ทำพลาสติก และน้ำส้มสายชู	

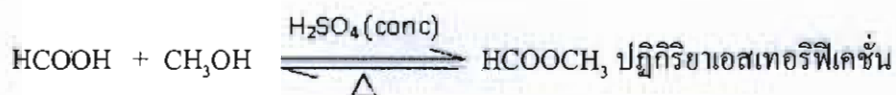
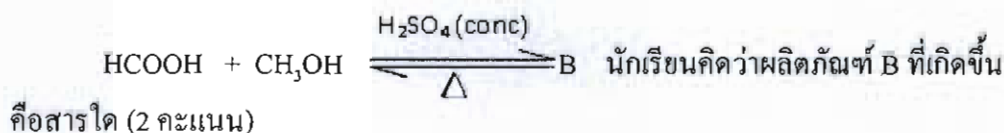
## (เฉลย) โจทย์ปัญหา

1. สารอินทรีย์ A เป็นของเหลว ละลายน้ำได้ดี สารละลายที่ได้เปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากสีน้ำเงินเป็นสีแดง สารนี้ให้ฟองแก๊สกับโลหะโซเดียมและสารละลายของโซเดียมไบคาร์บอเนต นักเรียนคิดว่าสาร A คือสารชนิดใดจงอภิปรายพอสังเขป (3 คะแนน)

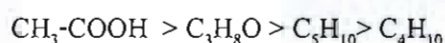
สารอินทรีย์ A เป็นของเหลวเปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากสีน้ำเงินเป็นสีแดง แสดงว่าสารอินทรีย์ A น่าจะมีสมบัติเป็นกรด

จากนั้นเมื่อสารอินทรีย์ A ทดสอบกับโลหะโซเดียมและสารละลายของโซเดียมไบคาร์บอเนต แล้วเกิดฟองแก๊สขึ้น แสดงให้เห็นว่า สารอินทรีย์ A เหมือนกับคุณสมบัติของกรดคาร์บอกซิลิก จึงทำให้ทราบว่าสาร A คือสารประเภทกรดคาร์บอกซิลิก

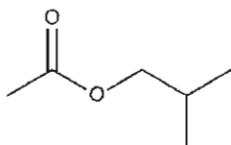
2. เมื่อเติมสารเมทาโนอิกลงในสารเมทานอลในสถานะที่เป็นกรด ปฏิกิริยาเกิดขึ้น ดังนี้



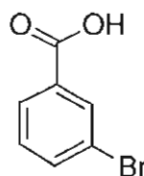
3. จงเรียงลำดับจุดเดือดของ  $\text{CH}_3\text{-COOH}$ ,  $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$ ,  $\text{C}_4\text{H}_{10}$ ,  $\text{C}_5\text{H}_{10}$  จากมากไปน้อย (1.5 คะแนน)



4. จงเขียน โครงสร้างของ Isobutylic acid และ m- bromo benzoic acid (1 คะแนน)

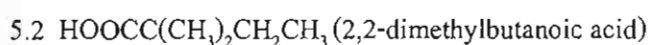
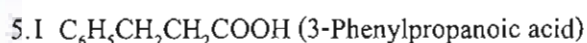


Isobutylic acid



m- bromo benzoic acid

5. จงบอกชื่อตามระบบ IUPAC ของกรดอินทรีย์ต่อไปนี้ (0.5 คะแนน)



ภาคผนวก จ

ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ

## แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์  
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6  
 เรื่อง กรดคาร์บอกซิลิก

รายวิชาเคมี 4 ว 30223  
 หน่วยการเรียนรู้ 1 เคมีอินทรีย์  
 เวลา 3 คาบ

### มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ นำความรู้ไปใช้ประโยชน์

### ผลการเรียนรู้

สำรวจ ตรวจสอบ สืบค้นข้อมูล อภิปรายและอธิบายเกี่ยวกับสมบัติทั่วไป การเรียกชื่อเขียนสูตร โครงสร้าง และยกตัวอย่างประโยชน์ของสารประกอบอินทรีย์ของกรดคาร์บอกซิลิก

### จุดประสงค์การเรียนรู้

#### ด้านความรู้ (K)

1. นักเรียนสามารถอธิบายสมบัติทั่วไปของกรดคาร์บอกซิลิกได้
2. นักเรียนสามารถเขียนสูตร โครงสร้าง และการเรียกชื่อของกรดคาร์บอกซิลิกได้
3. นักเรียนสามารถบอกตัวอย่างประโยชน์ของกรดคาร์บอกซิลิกได้

#### ด้านทักษะกระบวนการ (P)

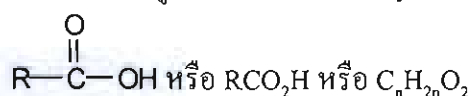
1. นักเรียนเกิดทักษะกระบวนการทำงานกลุ่ม
2. นักเรียนสามารถแสดงการเกิดปฏิกิริยาของกรดคาร์บอกซิลิกได้

#### ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)

1. นักเรียนมีความใฝ่รู้ใฝ่เรียน มุ่งมั่นในการทำงานและค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง
- เกิดเจตคติที่ดีต่อวิชาเคมี

### สาระสำคัญ

กรดคาร์บอกซิลิก เป็นสารประกอบอินทรีย์ที่ประกอบด้วยธาตุ C H และ O โดยมีหมู่ฟังก์ชันคือหมู่คาร์บอกซิล (carboxyl: หรือ -COOH) มีสูตรทั่วไปเป็น RCOOH หรือ



### สาระการเรียนรู้

กรดคาร์บอกซิลิกเป็นกรดอ่อน แตกตัวได้บางส่วนจึงยังเหลือโมเลกุลส่วนที่ไม่แตกตัวอยู่มาก ให้ไฮโดรเนียมไอออน ( $\text{H}_3\text{O}^+$ ) น้อย หรือแตกตัวไม่สมบูรณ์

กรดคาร์บอกซิลิกละลายน้ำได้เนื่องจาก โมเลกุลมีสภาพขั้ว โมเลกุลสูง แต่สภาพละลายได้ของกรดคาร์บอกซิลิกจะลดลงเมื่อจำนวนอะตอมคาร์บอนเพิ่มขึ้น เนื่องจาก โมเลกุลมีส่วนที่ไม่มีขั้วมากขึ้น

กรดคาร์บอกซิลิกจะมีจุดเดือดที่เพิ่มขึ้นเมื่อจำนวนอะตอมคาร์บอนเพิ่มขึ้น เนื่องจากพันธะไฮโดรเจนที่เกิดขึ้นระหว่างโมเลกุลของกรดคาร์บอกซิลิกมีความแข็งแรงมากขึ้น

กรดเอทานอิก หรือกรดอะซิติก ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) ใช้เป็นตัวทำละลายในการผลิตพลาสติก เส้นใยสังเคราะห์ และน้ำส้มสายชู

### การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (รูปแบบการสอน/ วิธีสอน)

ขั้นตอนการเรียนรู้	กิจกรรมการเรียนการสอน	สื่อประกอบ	เวลา (นาที)
ขั้นสร้าง ความสนใจ	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 4-5 คน โดยศิลปะและความสามารถ</li> <li>- ครูเขียนสูตร โครงสร้างของกรดอะซิติก พร้อมทั้งใช้คำถาม ถามนักเรียนว่า “โครงสร้างของสารนี้จัดเป็นสารประเภทใด และมีหมู่ฟังก์ชันเรียกว่าอะไร”</li> <li>- ครูสุ่มนักเรียนออกมาอธิบายตามข้อคำถามดังกล่าว</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Power point เรื่อง กรดคาร์บอกซิลิก</li> </ul>	10

## การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (ต่อ)

ขั้นตอนการเรียนรู้	กิจกรรมการเรียนการสอน	สื่อประกอบ	เวลา (นาที)
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ครูอภิปรายถึงกรดอะซิติก ถ้านำกระดาษลิตมัสมาทดสอบจะเปลี่ยนเป็นสีอะไร และกลิ่นคล้ายกับอะไร</li> <li>- ครูนำเสนอบทเรียน เรื่อง คาร์บอกซิลิก และถามนักเรียนว่า “กรดคาร์บอกซิลิก มีความสามารถในการละลายและจุดเดือด มีแนวโน้มอย่างไร รวมถึงการเกิดปฏิกิริยาต่าง ๆ ของกรดคาร์บอกซิลิก”</li> </ul>		
<p>ขั้นสำรวจ และค้นหา</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ครูแจกใบความรู้ เรื่อง กรดคาร์บอกซิลิก</li> <li>- ครูนำเสนอบทเรียนเกี่ยวกับกรดคาร์บอกซิลิก ต่อชั้นเรียน พร้อมทั้งยกตัวอย่าง</li> <li>- ครูสังเกตการณ์ให้ความช่วยเหลือและตอบคำถามเมื่อนักเรียนเกิดความสงสัย</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Power point เรื่อง กรดคาร์บอกซิลิก</li> <li>- ใบความรู้ เรื่อง กรดคาร์บอกซิลิก</li> <li>- หนังสือเรียน</li> </ul>	50
<p>ขั้นอธิบายและ ลงข้อสรุป</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงข้อสรุปของเรื่อง กรดคาร์บอกซิลิก ดังนี้ “สูตรทั่วไปของกรดคาร์บอกซิลิกคืออะไร” (R-COOH) ซึ่ง “มีหมู่ฟังก์ชันคือ” คาร์บอกซิล</li> <li>“สมบัติของกรดคาร์บอกซิลิกมีอะไรบ้าง” (เปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากน้ำเงินเป็นแดง ทำปฏิกิริยากับโลหะหมู่ IA ได้แก๊สไฮโดรเจน และทำปฏิกิริยากับเกลือไฮโดรเจนคาร์บอเนต ได้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์) “สภาพขั้วของกรดคาร์บอกซิลิกเป็นอย่างไร”</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ใบความรู้ เรื่อง กรดคาร์บอกซิลิก</li> <li>- หนังสือเรียน</li> </ul>	30

## การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (ต่อ)

ขั้นตอนการเรียนรู้	กิจกรรมการเรียนการสอน	สื่อประกอบ	เวลา (นาที)
	<p>(เป็น โมเลกุลที่มีขั้ว ละลายน้ำได้เกิด การแตกตัวให้ <math>H_3O^+</math> ซึ่งมีสมบัติเป็นกรด และจะละลายได้ดีเมื่อ โมเลกุลเล็ก)</p> <p>“จุดเดือดของกรดคาร์บอกซิลิกเป็นอย่างไร” เมื่อจำนวนคาร์บอนเพิ่มขึ้น (แนวโน้มของ จุดเดือดจะเพิ่มสูงขึ้น เมื่อจำนวนอะตอม คาร์บอนเพิ่มมากขึ้น) และ “ถ้าจำนวน อะตอมคาร์บอนเท่ากันระหว่างแอลกอฮอล์ กับกรดคาร์บอนซิลิกสารชนิดไหนจะมี จุดเดือดที่สูงกว่ากัน” (กรดคาร์บอกซิลิก จะมีจุดเดือดสูงกว่าแอลกอฮอล์)</p> <p>- ครูเปิด โอกาสให้นักเรียนถามข้อสงสัย</p>		
<p>ขั้นการขยาย ความรู้</p>	<p>- ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย โดยให้ นักเรียนแสดงความคิดเห็นว่าเพราะเหตุใด กรดคาร์บอกซิลิกถึงมีจุดเดือดที่สูง</p> <p>- ครูอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับการเรียกชื่อ ของกรดคาร์บอกซิลิก และการเกิดปฏิกิริยา ต่าง ๆ</p>	<p>- ใบความรู้ เรื่อง กรดคาร์บอกซิลิก</p>	40
<p>ขั้นประเมินผล</p>	<p>- ครูให้นักเรียนทำใบงาน เรื่อง คาร์บอกซิลิก</p>	<p>- ใบความรู้ เรื่อง กรดคาร์บอกซิลิก</p> <p>- ใบงาน เรื่อง กรดคาร์บอกซิลิก</p> <p>- หนังสือเรียน</p>	20

## การวัดและประเมินผล

วิธีวัดและประเมินผล	วิธีวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การวัด
1. ด้านความรู้ - นักเรียนสามารถอธิบายสมบัติทั่วไปของกรดคาร์บอกซิลิกได้ - นักเรียนสามารถเขียนสูตรโครงสร้างและเรียกชื่อของกรดคาร์บอกซิลิกได้ - นักเรียนสามารถยกตัวอย่างประโยชน์ของกรดคาร์บอกซิลิกได้	- การซักถาม - การตรวจใบงาน	- ใบงาน	- นักเรียนร้อยละ 70 สามารถตอบถูกได้ทั้งหมด
2. ด้านทักษะ - ทักษะกระบวนการทำงานกลุ่ม - นักเรียนสามารถแสดงการเกิดปฏิกิริยาของกรดคาร์บอกซิลิกได้	- การสังเกตพฤติกรรม - การตรวจใบงาน	- แบบประเมินกิจกรรมกลุ่มและใบงาน	- นักเรียนมีผลการประเมินพฤติกรรมการเรียนรู้ระดับปานกลางขึ้นไป
3. ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ - ใฝ่เรียนรู้ - มุ่งมั่นในการทำงาน	- การสังเกตพฤติกรรม	- แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์	- นักเรียนมีพฤติกรรมเรียนอยู่ในเกณฑ์ระดับปานกลางขึ้นไป

## สื่อการเรียนการสอน/ แหล่งการเรียนรู้

1. ใบความรู้ เรื่อง กรดคาร์บอกซิลิก
2. ใบงาน เรื่อง กรดคาร์บอกซิลิก
3. หนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม เคมี เล่ม 5 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6



## 4. แหล่งการเรียนรู้

- ห้องสมุด
- อินเทอร์เน็ต

## บันทึกหลังการสอน

## 1. ผลการจัดการเรียนรู้

## 1.1 ด้านความรู้

.....

## 1.2 ด้านทักษะ/ กระบวนการ

.....

## 1.3 ด้านคุณลักษณะ

.....

## 2. ปัญหาและอุปสรรค

.....

.....

## 3. ข้อเสนอแนะ/ แนวทางแก้ไข

.....

.....

## 4. บันทึกเพิ่มเติม

.....

.....

ลงชื่อ ..... ผู้สอน  
(.....)

วันที่ ..... / ..... / .....

**แบบประเมินกิจกรรมกลุ่ม**  
วิชา..... ชั้น ม. ....

กลุ่มที่	พฤติกรรม				
	การมีส่วนร่วม ในการทำงาน กลุ่ม	การ ปฏิบัติงาน ตามบทบาท หน้าที่	การแสดงความ คิดเห็นและ ยอมรับความ คิดเห็นผู้อื่น	ความตั้งใจ ในการทำงาน	รวมคะแนน
	3	3	3	3	12
1.					
2.					
3.					
4.					
5.					
6.					
7.					
8.					
9.					

### เกณฑ์การประเมินกิจกรรมกลุ่ม

พฤติกรรมการเรียนรู้	เกณฑ์คะแนน
การมีส่วนร่วม ในการทำงานกลุ่ม	คะแนน 3 คือ เข้าร่วมกลุ่ม และมีส่วนร่วมในการวางแผน อย่างเต็มที่ คะแนน 2 คือ เข้าร่วมกลุ่ม และมีส่วนร่วมในการวางแผน ปานกลาง คะแนน 1 คือ เข้าร่วมกลุ่ม และมีส่วนร่วมในการวางแผนน้อย
การปฏิบัติตาม ตามบทบาทหน้าที่	คะแนน 3 คือ ทำงานตามที่ได้รับมอบหมายเป็นอย่างดี คะแนน 2 คือ ทำงานตามที่ได้รับมอบหมายปานกลาง คะแนน 1 คือ ทำงานตามที่ได้รับมอบหมายน้อย
การแสดงความคิดเห็นและ ยอมรับฟังความคิดเห็นผู้อื่น	คะแนน 3 คือ แสดงความคิดเห็นเป็นประจำ และยอมรับฟัง ความคิดเห็นของผู้อื่น คะแนน 2 คือ แสดงความคิดเห็นปานกลาง และยอมรับฟัง ความคิดเห็นของผู้อื่นบ้าง คะแนน 1 คือ แสดงความคิดเห็นน้อย และไม่ยอมรับฟัง ความคิดเห็นของผู้อื่น
ความตั้งใจในการทำงานกลุ่ม	คะแนน 3 คือ มีความตั้งใจในการทำงานกลุ่มมาก คะแนน 2 คือ มีความตั้งใจในการทำงานกลุ่มปานกลาง คะแนน 1 คือ มีความตั้งใจในการทำงานกลุ่มน้อย

#### สรุปคะแนน

- 10-12 คะแนน = ดีมาก  
7-9 คะแนน = ดี  
4-6 คะแนน = ปานกลาง  
1-3 คะแนน = ปรับปรุง

ลงชื่อ ..... ผู้ประเมิน

(.....)

วันที่ ..... / ..... / .....

## แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์

วิชา ..... ชั้น ม. ....

ที่	คุณลักษณะอันพึงประสงค์	ผลการประเมิน				
		3	2	1	0	คุณภาพ
1	<b>ใฝ่เรียนรู้</b>					
	1.1 ตั้งใจ เพียรพยายามในการเรียน และเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้					
	1.2 แสวงหาความรู้จากทั้งภายในและ ภายนอก โรงเรียน ด้วยการเลือกใช้สื่อ อย่างเหมาะสม สรุปเป็นองค์ความรู้ และสามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้					
2	<b>มุ่งมั่นในการทำงาน</b>					
	2.1 ตั้งใจและรับผิดชอบในหน้าที่การงาน					
	2.2 ทำงานด้วยความเพียรพยายามและ อดทนเพื่อให้งานสำเร็จตามเป้าหมาย					

### เกณฑ์การประเมิน

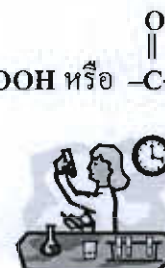
- 3 หมายถึง ระดับดีมาก
- 2 หมายถึง ระดับดี
- 1 หมายถึง ระดับปานกลาง
- 0 หมายถึง ระดับต้องปรับปรุง

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

ใบความรู้  
เรื่อง ... กรดคาร์บอกซิลิก

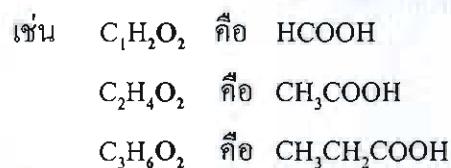
กรดอินทรีย์เป็นสารอินทรีย์ที่ประกอบด้วย C, H และ O มีหมู่  $\text{-COOH}$  หรือ  $\text{-C(=O)OH}$  (Carboxyl group) ต่อกับหมู่ แอลคิล (R) หรือต่อกับ หมู่ แอริล (Ar)



สูตรทั่วไปของกรดคาร์บอกซิลิก



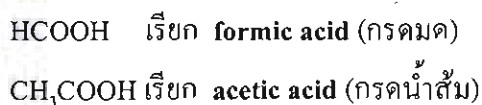
กรดคาร์บอกซิลิกที่มีหมู่  $\text{-COOH}$  เพียงหมู่เดียว และคาร์บอนในหมู่ R ทุกอะตอมจับกันด้วยพันธะเดี่ยวทั้งหมด จะมีสูตรโมเลกุลเป็น  $\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{O}_2$   $n \geq 1$



กรดคาร์บอกซิลิกตัวแรก คือ  $\text{HCOOH}$  (formic acid หรือ methanoic acid)

การเรียกชื่อ

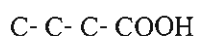
1. ระบบ **Common name** นิยมใช้กับโมเลกุลขนาดเล็ก ไม่มีหลักเกณฑ์แน่นอนอาจเรียกตามแหล่งที่พบ เช่น



2. ระบบ **IUPAC** มีหลักเกณฑ์ ดังนี้

เลือกโซ่ยาวที่สุด จะต้องมีหมู่คาร์บอกซิลอยู่ด้วย โดยให้คาร์บอนในหมู่คาร์บอกซิลเป็นตำแหน่งที่ 1 เช่น

4 3 2 1



เรียกชื่อตามจำนวนอะตอมของคาร์บอน ของแอลเคน ตัด e ออก เติม -oic acid (-ไออิก) และถ้ามีหมู่อื่นๆ มาเกาะกับโซ่หลักให้เรียกชื่อแบบเดียวกับแอลเคน

### ประเภทของกรดคาร์บอกซิลิก

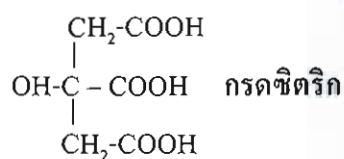
จำแนกโดยใช้จำนวน หมู่ -COOH เป็นเกณฑ์ จะแบ่งเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1. monocarboxylic acid มี -COOH 1 หมู่ เช่น HCOOH, CH<sub>3</sub>COOH

2. dicarboxylic acid มี -COOH 2 หมู่ เช่น



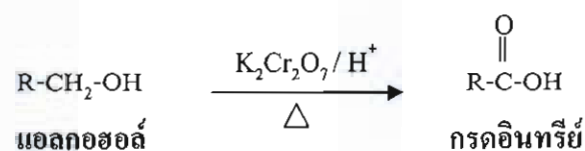
3. tricarboxylic acid มี -COOH 3 หมู่ เช่น



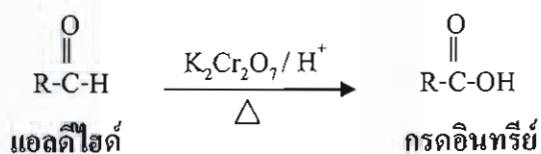
### การเตรียมกรดคาร์บอกซิลิก

เตรียมจากปฏิกิริยาออกซิเดชัน

1. แอลกอฮอล์

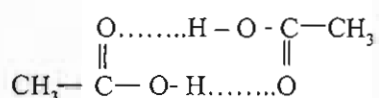


2. แอลดีไฮด์

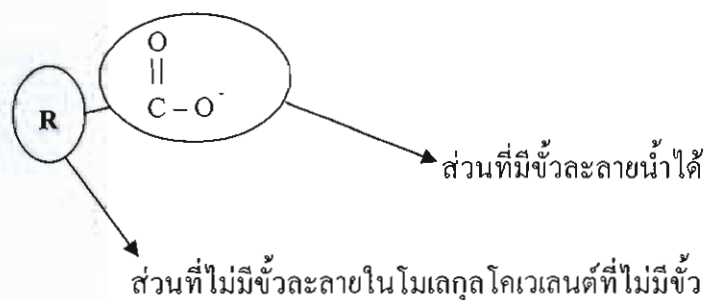


### สมบัติของกรดคาร์บอกซิลิก

1. สถานะ กรดคาร์บอกซิลิกที่มี  $C_1-C_9$  เป็นของเหลว เพราะจุดหลอมเหลวต่ำกว่าอุณหภูมิห้อง ( $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) แต่มีจุดเดือดสูงกว่าอุณหภูมิห้อง และกรดอินทรีย์ที่มี  $C_{10}$  ขึ้นไปมีสถานะกึ่งแข็ง-กึ่งเหลว เพราะมีจุดหลอมเหลวและจุดเดือดสูงกว่าอุณหภูมิห้อง
2. สีและกลิ่น เป็นของเหลวไม่มีสี กลิ่นฉุนเฉพาะตัว เช่น กรดเอทานอิก มีกลิ่นฉุน-น้ำส้มสายชู และกรดบิวทาโนอิกมีกลิ่นเหม็นหืน
3. ความแรงของกรด เป็นกรดอ่อน เพราะมีค่า  $K_a$  ต่ำ ในบรรดากรด monocarboxylic acid มีความเป็นกรดมากที่สุด คือ กรดเมทาโนอิก  $K_a = 1.77 \times 10^{-4}$
4. แรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุล เกิดพันธะไฮโดรเจน เช่น กรดเอทานอิก เกิดพันธะไฮโดรเจน ระหว่างโมเลกุลดังรูป Dimer ดังนี้

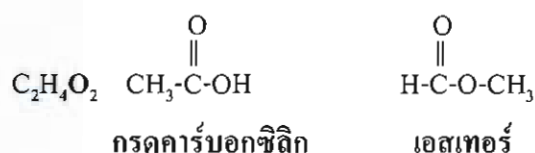


5. การละลายน้ำ กรดคาร์บอกซิลิกที่มีคาร์บอน 1-4 อะตอม ละลายน้ำได้ดี เพราะส่วนที่ไม่มีขั้ว มีขนาดเล็ก ถ้ามีคาร์บอน 5 อะตอมขึ้นไป ละลายน้ำได้น้อย จนกระทั่งไม่ละลายน้ำเพราะส่วนที่ไม่มีขั้ว ของมันมีขนาดใหญ่มีอิทธิพลมาก เป็นผลทำให้ไม่ละลายน้ำแต่ละลายในตัวทำละลายที่เป็นโมเลกุลโคเวเลนต์ไม่มีขั้ว เช่น เบนซีน คาร์บอนเตตระคลอไรด์ และอีเทอร์



6. จุดเดือดจุดหลอมเหลว เมื่อจำนวนอะตอมคาร์บอนเพิ่มขึ้น Bp., Mp. จะสูงขึ้น กรดอินทรีย์มี Bp., Mp. สูงกว่าแอลเคนที่มีมวลโมเลกุลใกล้เคียงกัน เพราะแรงยึดเหนี่ยวระหว่างกันเป็นแรงลอนดอนกับพันธะไฮโดรเจน สำหรับแอลเคนไม่สามารถสร้างพันธะไฮโดรเจน มีแต่แรงลอนดอนอย่างเดียว กรดอินทรีย์มีจุดเดือดสูงกว่าแอลกอฮอล์เพราะ จำนวนพันธะไฮโดรเจนระหว่างโมเลกุลของกรดอินทรีย์ เกิดมากกว่าแอลกอฮอล์

7. การเกิดไอโซเมอร์ แอลกอฮอล์ที่มีคาร์บอน 3 อะตอมขึ้นไปจะเกิดไอโซเมอร์ เช่น กรดคาร์บอกซิลิกเป็นไอโซเมอร์กับเอสเทอร์ที่มีสูตร โมเลกุลเหมือนกัน เช่น



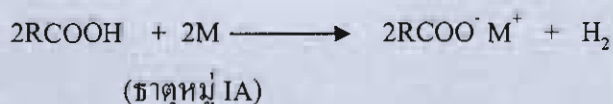
กรดคาร์บอกซิลิกที่มี C ตั้งแต่ 4 อะตอมขึ้นไป จะเกิดไอโซเมอร์ที่เป็นกรดอินทรีย์ด้วยกันได้ เช่น  $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2$  มี 2 ไอโซเมอร์  $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{COOH}$  และ  $\text{CH}_3-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-\text{COOH}$

### การเกิดปฏิกิริยา

1. กรดคาร์บอกซิลิกทำปฏิกิริยากับเบส ได้เกลือกับน้ำ ดังนี้



2. กรดคาร์บอกซิลิกทำปฏิกิริยากับโลหะ ยกเว้น โลหะมีตระกูล เกิดก๊าซ  $\text{H}_2$  ดังนี้

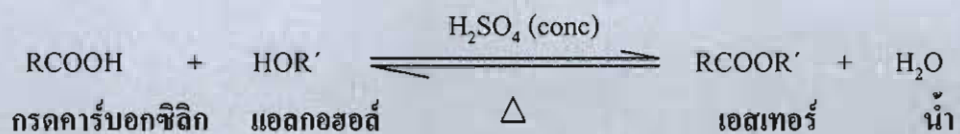




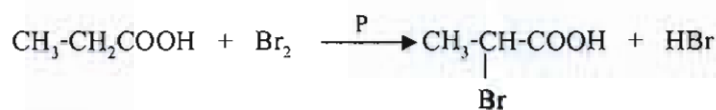
3. กรดคาร์บอกซิลิกทำปฏิกิริยากับเกลือคาร์บอเนตหรือเกลือไฮโดรเจนคาร์บอเนตได้ก๊าซ  $\text{CO}_2$



4. ปฏิกิริยาเอสเทอร์ฟิเคชัน (Esterification reaction) กรดคาร์บอกซิลิกจะทำปฏิกิริยากับแอลกอฮอล์โดยมีกรดซัลฟิวริกเข้มข้นเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา จะได้ผลิตภัณฑ์เป็น เอสเทอร์ กับน้ำเกิดขึ้น ดังนี้



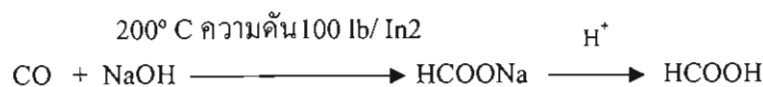
5. กรดคาร์บอกซิลิกทำปฏิกิริยากับธาตุหมู่ที่ VII A (ยกเว้น  $\text{I}_2$  เกิดช้ามาก) โดยใช้ฟอสฟอรัส (P) เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา เกิดปฏิกิริยาการแทนที่ เช่น



### กรดคาร์บอกซิลิกที่ควรรู้จัก

1. กรดเมทาโนอิก (methanoic acid)  $\text{HCOOH}$  หรือกรดฟอร์มิก เป็นกรดคาร์บอกซิลิกตัวแรกที่มีโมเลกุลเล็กที่สุด เป็นกรดแก่ที่สุดในบรรดากรดอินทรีย์ทั้งหลาย เป็นของเหลวที่อุณหภูมิห้อง ไม่มีสี มีกลิ่นฉุน ละลายน้ำได้ดี ฟอกสีต่างทาบทิมได้ ใช้เป็นสารตั้งต้นในการเตรียมสารต่างๆ ได้

#### การเตรียมกรดเมทาโนอิก



2. กรดเอทานอิก (ethanoic acid)  $\text{CH}_3\text{COOH}$  กรดน้ำส้ม หรือกรดแอซิก มีชื่อสามัญว่า กรดน้ำส้มสายชู เป็นของเหลว กลิ่นฉุน กรดแอซิกทำปฏิกิริยากับตะกั่วได้กรดแอซิเตต เป็นยาสมานแผล ใช้กรดแอซิกเตรียมสารอินทรีย์ เช่น เซลลูโลสแอซิเตต สำหรับทำไหมเทียม ทำฟิล์มถ่ายรูป นอกจากนั้นยังใช้เตรียมสีย้อมผ้า ทำพลาสติก ทำน้ำส้มสายชู (มีกรดแอซิกเข้มข้น 4-5%) สำหรับกรดแอซิกบริสุทธิ์ เรียกว่า **glacial acetic acid** ตัดไฟได้

**ใบงาน**  
**เรื่อง...กรดคาร์บอกซิลิก**

**คำสั่ง** จงเติมคำ หรือประโยคในช่องว่างให้ถูกต้อง

1. สูตรทั่วไปของกรดอินทรีย์ คือ .....
2. หมู่ที่แสดงสมบัติเฉพาะของกรดอินทรีย์คือ ..... เรียกหมู่นี้ว่า .....
3. กรดอินทรีย์เป็นไอโซเมอร์กับสารอินทรีย์ประเภทใด.....
4. สารที่มีสูตรโมเลกุล  $C_4H_8O_2$  สามารถเขียนไอโซเมอร์ได้ทั้งหมดกี่แบบอะไรบ้าง  
เขียนได้ทั้งหมด .....แบบ คือ

5. จงยกตัวอย่างกรดอินทรีย์ที่มีหมู่  $-COOH$  ดังนี้

5.1 มี  $-COOH$  1 หมู่ เช่น .....

5.2 มี  $-COOH$  2 หมู่ เช่น.....

5.3 มี  $-COOH$  3 หมู่ เช่น.....

6. จงเขียนชื่อสามัญและชื่อตามระบบ IUPAC ของสารต่อไปนี้



	ชื่อสามัญ	ชื่อระบบ IUPAC
6.1 $CH_3-COOH$	.....	.....
6.2 $CH_3-CH_2-COOH$	.....	.....
6.3 $CH_3-CH_2-\underset{\substack{  \\ OH}}{CH}-CH_2-COOH$	.....	.....

7. จงเขียนสูตร โครงสร้างแบบย่อของสารต่อไปนี้

7.1 methanoic acid ..... 7.4 salicylic acid .....

7.2 hexanoic acid ..... 7.5 o-toluic acid .....

7.3 2-butenic acid ..... 7.6 m-bromo benzoic acid .....

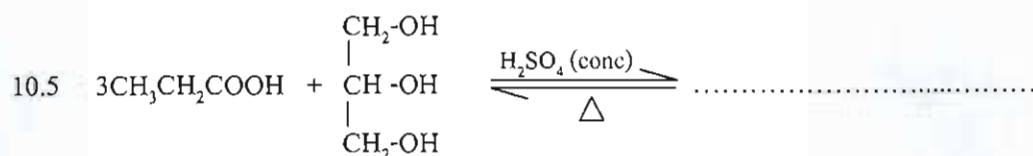
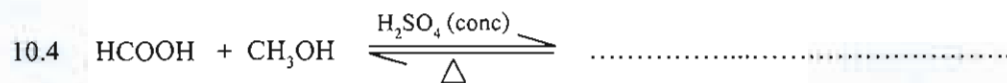
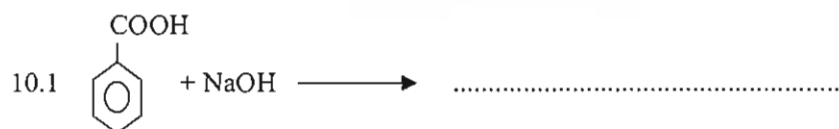
8. เหตุใดกรดอินทรีย์จึงมีสมบัติเป็นกรดมากกว่าแอลกอฮอล์

.....

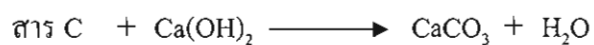
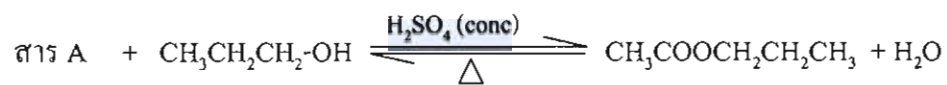
9. จงเรียงลำดับจุดเดือดของ  $\text{CH}_3\text{-COOH}$ ,  $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-OH}$ ,  $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$   
จากมากไปน้อย

.....

10. ให้นักเรียนเติมสมการ การเกิดปฏิกิริยาของสารต่อไปนี้ให้สมบูรณ์



11. ใช้ข้อมูลต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 11.1-11.3



11.1 สาร A คือ .....

11.2 สาร B คือ .....

11.3 สาร C คือ .....



(เฉลย) ใบงาน  
เรื่อง...กรดคาร์บอกซิลิก

**คำสั่ง** จงเติมคำ หรือประโยคในช่องว่างให้ถูกต้อง

1. สูตรทั่วไปของกรดอินทรีย์ คือ ..R-COOH..
2. หมู่ที่แสดงสมบัติเฉพาะของกรดอินทรีย์คือ .....-COOH... เรียกหมู่นี้ว่า ...Carboxyl group...
3. กรดอินทรีย์เป็นไอโซเมอร์กับสารอินทรีย์ประเภทใด.....ester.....
4. สารที่มีสูตรโมเลกุล  $C_4H_8O_2$  สามารถเขียนไอโซเมอร์ได้ทั้งหมดกี่แบบอะไรบ้าง  
เขียนได้ทั้งหมด .....6.....แบบ คือ

**กรดอินทรีย์**

1.  $CH_3-CH_2-CH_2-COOH$
2.  $CH_3-CH(CH_3)-COOH$

**เอสเทอร์**

3.  $CH_3-CH_2-COO-CH_3$
4.  $H-COO-CH_2-CH_2-CH_3$
5.  $H-COO-CH_2-CH(CH_3)-CH_3$
6.  $CH_3-COO-CH_2-CH_3$

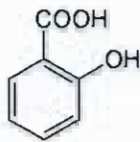
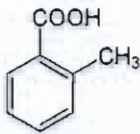
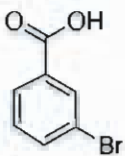
5. จงยกตัวอย่างกรดอินทรีย์ที่มีหมู่ -COOH ดังนี้

- 5.1 มี -COOH 1 หมู่ เช่น .....HCOOH.....
- 5.2 มี -COOH 2 หมู่ เช่น.....HOOC-CH<sub>2</sub>-COOH.....
- 5.3 มี -COOH 3 หมู่ เช่น.....HO-C(CH<sub>2</sub>-COOH)<sub>2</sub>-COOH.....

6. จงเขียนชื่อสามัญและชื่อตามระบบ IUPAC ของสารต่อไปนี้

	ชื่อสามัญ	ชื่อระบบ IUPAC
6.1 $\text{CH}_3\text{-COOH}$	.....acetic acid.....	.....ethanoic acid.....
6.2 $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-COOH}$	.....propionic acid.....	.....propanoic acid.....
6.3 $\begin{array}{c} \text{OH} \\   \\ \text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH-CH}_2\text{-COOH} \end{array}$	$\beta$ -hydroxy pentanoic acid	...3-hydroxy pentanoic acid...

7. จงเขียนสูตร โครงสร้างแบบย่อของสารต่อไปนี้

7.1 methanoic acid	...HCOOH.....	7.4 salicylic acid	
7.2 hexanoic acid	..... $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{COOH}$ .....	7.5 o- toluic acid	
7.3 2- butenoic acid	... $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CHCOOH}$ .....	7.6 m- bromo benzoic acid	

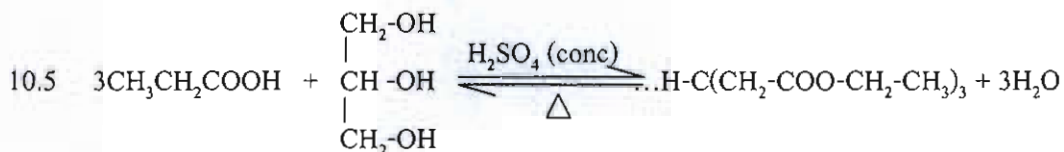
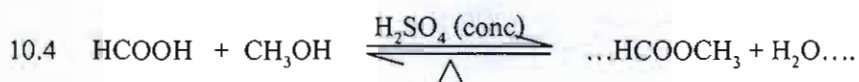
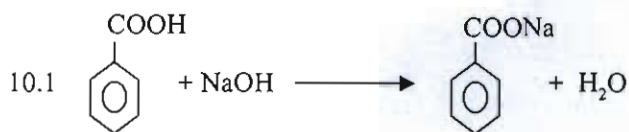
8. เหตุใดกรดอินทรีย์จึงมีสมบัติเป็นกรดมากกว่าแอลกอฮอล์

...เพราะคาร์บอกซิเลตไอออนของกรดมีความเสถียรมากกว่าแอลกอฮอล์ ทำให้  $\text{H}^+$  หลุดออกได้ง่าย...

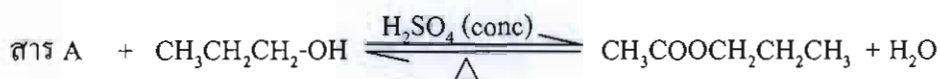
9. จงเรียงลำดับจุดเดือดของ  $\text{CH}_3\text{-COOH}$ ,  $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-OH}$ ,  $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$  จากมากไปน้อย

....  $\text{CH}_3\text{-COOH} > \text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-OH} > \text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$ .....

10. ให้นักเรียนเติมสมการ การเกิดปฏิกิริยาของสารต่อไปนี้ให้สมบูรณ์



11. ใช้ข้อมูลต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 11.1-11.3



11.1 สาร A คือ  $\dots\text{CH}_3\text{COOH}\dots$

11.2 สาร B คือ  $\dots\text{CH}_3\text{COONa}\dots$

11.3 สาร C คือ  $\dots\text{CO}_2\dots$



**ภาคผนวก จ**

**เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย**

**แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี**

**แบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมี**

**แบบทดสอบวัดเจตคติต่อวิชาเคมี**

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี  
เรื่อง อนุพันธ์ของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน

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

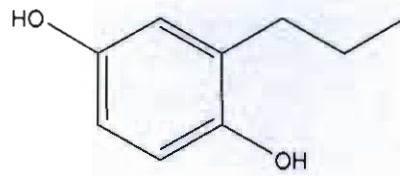
วิชา เคมี 4 (รหัส ว 30223)

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

**คำชี้แจง:**

1. ข้อสอบเป็นแบบปรนัย จำนวน 30 ข้อ
2. เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว โดยเขียนเครื่องหมาย X ลงในกระดาษคำตอบ
3. ห้ามนำข้อสอบและกระดาษคำตอบออกจากห้องสอบ
4. ใช้เวลาในการทำข้อสอบ 40 นาที

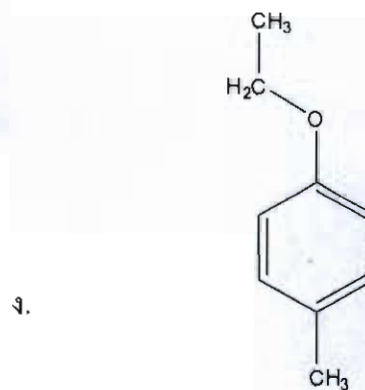
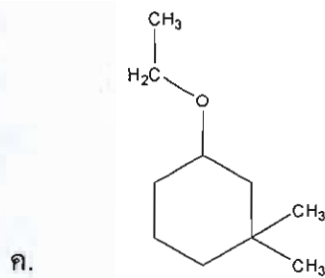
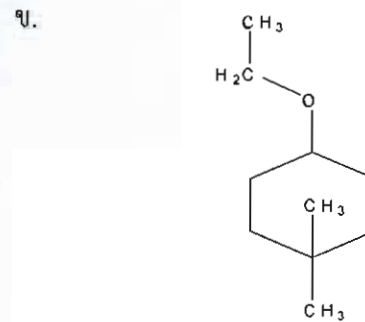
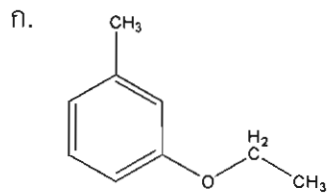
1.



ข้อใดเรียกชื่อสารประกอบดังกล่าวนี้ได้ถูกต้องที่สุด ตามหลักของการเรียกชื่อ IUPAC

- ก. 2,5-dihydroxy-propylbenzene
- ข. 1,4-dihydroxy-2-propylbenzene
- ค. 1,4-dihydroxy-5-propylbenzene
- ง. 3,6-dihydroxy-propylbenzene

2. ข้อใดต่อไปนี้เป็นโครงสร้างของ 3-ethoxy-1,1-dimethylcyclohexane



3. ข้อความต่อไปนี้ ท่านคิดว่าข้อใดไม่น่าเชื่อถือ

- ก.  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$  และ  $\text{KOH}$  มีหมู่  $-\text{OH}$  เหมือนกันจึงเกิดการสะเทินกับกรดเมทาโนอิกได้ทั้งคู่
- ข.  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$  มีจุดเดือดต่ำกว่า  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$
- ค. ปฏิกริยากับสารละลาย  $\text{NaHCO}_3$  สามารถใช้บอกความแตกต่างระหว่างกรดบิวทาโนอิก และบิวทานอลได้
- ง. แอลกอฮอล์จะละลายน้ำได้ดีขึ้น ถ้าจำนวนคาร์บอนอะตอมลดลง

4. จากสมบัติการละลายน้ำของสารประกอบแอลกอฮอล์มีความสัมพันธ์กับข้อใด

- ก. 1-hexanol > 1-butanol > ethanol
- ข. ethanol > 1-hexanol > 1-butanol
- ค. 1-butanol > 1-hexanol > ethanol
- ง. ethanol > 1-butanol > 1-hexanol

5. ถ้าต้องการทดสอบว่าสารใดเป็นแอลคีนหรือแอลกอฮอล์ จะต้องทำการทดสอบใดจึงจะเหมาะสมที่สุด

- ก. การละลายน้ำ แอลคีนทุกตัวไม่ละลายน้ำ แอลกอฮอล์ทุกตัวละลายได้ดี
- ข. การทำปฏิกิริยากับโลหะโซเดียม แอลคีนทุกตัวไม่ทำปฏิกิริยา แอลกอฮอล์ทุกตัวให้ฟองแก๊ส
- ค. การเผา แอลคีนติดไฟให้เขม่า แอลกอฮอล์ไม่ติดไฟ
- ง. การทำปฏิกิริยากับสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนต แอลคีนให้แก๊สที่ละลายน้ำแล้วเป็นกรด แอลกอฮอล์ไม่เกิดปฏิกิริยา

6. ข้อใดต่อไปนี้ กล่าวถูกต้องที่สุด

- ก. ฟีนอลมีสูตรทั่วไป  $\text{Ar}-\text{OH}$  ละลายน้ำได้แล้วไม่เปลี่ยนสีของกระดาษลิตมัส
- ข. ฟีนอลจะมีจุดเดือด จุดหลอมเหลวที่สูงกว่าแอลกอฮอล์ที่มีมวลโมเลกุลเท่ากัน
- ค. ฟีนอลสามารถละลายน้ำได้ดีกว่าโมเลกุลของแอลกอฮอล์
- ง. ฟีนอลสามารถนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับยานพาหนะ

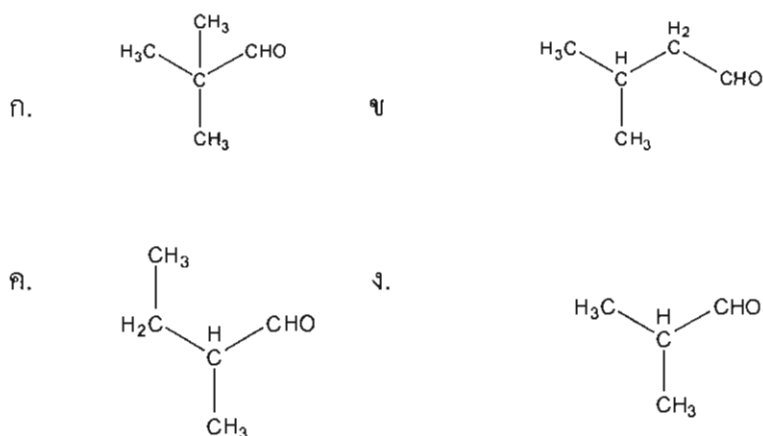
## 7. พิจารณาข้อความต่อไปนี้

1. สาร A ไม่มีสี ระเหยง่าย ติดไฟง่าย
2. สาร A ไม่ทำปฏิกิริยากับโลหะโซเดียมและโซเดียมไฮดรอกไซด์คาร์บอเนต
3. สาร A มักนำไปใช้เป็นยาสลบทางการแพทย์

สาร A คือสารอะไร

- ก. R-OH
- ข. R-CO-R
- ค. R-CHO
- ง. R-O-R

## 8. ข้อใดต่อไปนี้เป็นสูตรโครงสร้างของ 2-methylbutanal



## 9. ข้อใดอธิบายได้ถูกต้องที่สุดเกี่ยวกับประโยชน์ของแอลดีไฮด์และคีโตน

- ก. แอลดีไฮด์และคีโตนนำไปใช้เป็นตัวทำละลายในอุตสาหกรรม
- ข. แอลดีไฮด์ที่มีโมเลกุลเล็กจะมีกลิ่นหอมใช้เป็นสารแต่งกลิ่น ส่วนคีโตนมีกลิ่นฉุนใช้เป็นน้ำยาล้างเล็บ
- ค. คีโตนเป็นของเหลวมีสีขาว กลิ่นฉุน แอลดีไฮด์มีกลิ่นหอมเมื่อโมเลกุลใหญ่ขึ้น
- ง. สูตรแอลดีไฮด์ใช้ในการดองสัตว์เพื่อให้มีกลิ่นหอม ส่วนคีโตนเป็นของเหลวใส กลิ่นหอม ใช้เป็นน้ำยาล้างเล็บ



13. จงพิจารณาสารประกอบเหล่านี้ว่าสารประกอบในข้อใดมีสูตรโมเลกุลที่เหมือนกัน แต่เขียนสูตรโครงสร้างที่แตกต่างกัน

- |              |                |             |
|--------------|----------------|-------------|
| 1. แอลกอฮอล์ | 2. กรดอินทรีย์ | 3. เอสเทอร์ |
| 4. เอมีน     | 5. เอไมด์      |             |

- |            |            |
|------------|------------|
| ก. 1 กับ 2 | ข. 4 กับ 5 |
| ค. 2 กับ 3 | ง. 2 กับ 4 |

14. ข้อใดบอกประโยชน์ของกรดคาร์บอกซิลิกได้ถูกต้องที่สุด

- ก. พบตามธรรมชาติในผลไม้ที่มีรสเปรี้ยวทุกชนิด
- ข. กรดคาร์บอกซิลิกที่โมเลกุลเล็กสุดจะพบในผึ้งและมด คือ กรดแอซติก
- ค. กรดแอซติกจะนำมาใช้ในการผลิตพลาสติกและปรุงอาหาร
- ง. กรดเมทาโนอิกจะพบในธรรมชาติในส้ม มะนาว และมะขาม

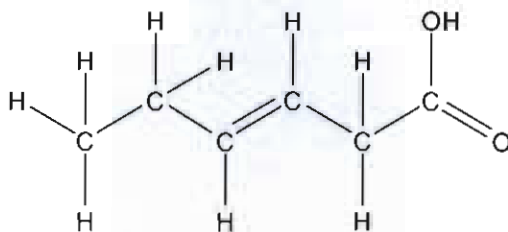
15. รีเอเจนต์ชนิดใดที่ทดสอบกับกรดอินทรีย์แล้วทำให้น้ำปูนใสขุ่น

- ก. ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์
- ข. โซเดียมไฮดรอกไซด์
- ค. โซเดียมคลอไรด์
- ง. โลหะโซเดียม

16. ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับสมบัติของกรดอินทรีย์

- ก. กรดอินทรีย์ทุกชนิดละลายน้ำได้ เพราะพันธะ H-O ในหมู่คาร์บอกซิลมีขั้ว จึงเกิดพันธะไฮโดรเจนกับน้ำได้
- ข. กรดอินทรีย์เป็นไอโซเมอร์กับเอสเทอร์ได้ต้องมีคาร์บอนในโมเลกุลตั้งแต่ 2 อะตอมขึ้นไป
- ค. กรดอินทรีย์จะมีจุดเดือดต่ำกว่าแอลกอฮอล์ที่มีมวลโมเลกุลใกล้เคียงกัน เพราะกรดอินทรีย์เกิดพันธะไฮโดรเจนได้ดีไม่เท่าแอลกอฮอล์
- ง. กรดอินทรีย์ที่มีจำนวนคาร์บอนอะตอมมากกว่าจะมีจุดเดือดสูงกว่า เพราะมีพันธะไฮโดรเจนที่แข็งแรงกว่า

17. ท่านคิดว่าสารประกอบที่มีสูตร โครงสร้างต่อไปนี้ จะมีสมบัติเป็นอย่างไร



- 1 ฟอกสีสารละลายโบรมีน
- 2 ฟอกสีสารละลาย  $\text{KMnO}_4$
- 3 ทำปฏิกิริยากับสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนต
- 4 ทำปฏิกิริยากับโลหะโซเดียมได้

ก. 1 และ 2 เท่านั้น

ข. 1, 2 และ 3 เท่านั้น

ค. 3 และ 4 เท่านั้น

ง. ถูกทุกข้อ

18. สารอินทรีย์ตัวอย่างหนึ่งของเหลว ละลายน้ำได้ดี สารละลายที่ได้เปลี่ยนสีกระดาษลิตมัส จากสีน้ำเงินเป็นสีแดง สารนี้ให้ฟองแก๊สกับโลหะโซเดียมและสารละลายของ โซเดียมไบคาร์บอเนต สารตัวอย่างดังกล่าวคือสารใด

ก.  $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$

ข.  $\text{CH}_3\text{CHO}$

ค.  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$

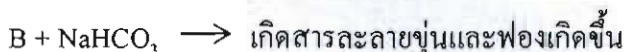
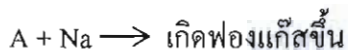
ง.  $\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{OHCH}_2\text{OH}$

19. ข้อใดถูกต้อง

สูตร โครงสร้าง	การเรียกชื่อ
ก. $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-COO-CH}_2\text{-CH}_3$	ethyl ethanoate
ข. $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-OOC-CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$	butyl propanoate
ค. $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-COO-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$	propyl butanoate
ง. $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-OOC-CH}_2\text{-CH}_3$	butyl ethanoate



20. พิจารณาข้อมูลต่อไปนี้



จากข้อมูลดังกล่าวท่านคิดว่า สาร A ไม่เกิดการเปลี่ยนสีของกระดาษลิตมัส และสาร B เกิดการเปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากน้ำเงินเป็นแดง ใช่หรือไม่เพราะเหตุใด

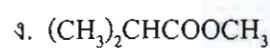
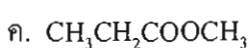
- ก. ใช่ เพราะ จากการเกิดปฏิกิริยา A ควรจะมีหมู่ของไฮดรอกซี และ B มีหมู่คาร์บอกซิล  
 ข. ใช่ เพราะ คนก่อนหน้านี้ได้เคยทำมาแล้ว จึงสรุปได้ดังนี้  
 ค. ไม่ใช่ เพราะ สารทั้ง 2 นี้จะเป็นสารตัวเดียวกัน แต่อาจเป็นสารไอโซเมอร์กันและกัน  
 ง. ไม่ใช่ เพราะ สาร A มีสมบัติเป็นเบสจึงไม่เกิดปฏิกิริยากับ  $NaHCO_3$

คำชี้แจง ในห้องปฏิบัติการอินทรีย์เคมีแห่งหนึ่ง มีขวดสารเคมี 4 ขวด ที่ป้ายบอกชื่อสารหลุดหายไป เมื่อนำสารทั้ง 4 ชนิด มาทดสอบสมบัติได้ข้อมูล ดังนี้

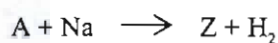
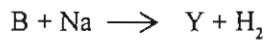
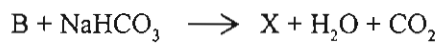
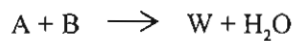
สมบัติ	การ	ปฏิกิริยา	การเผาไหม้	ปฏิกิริยากับ	ปฏิกิริยากับ
สาร	ละลายน้ำ	กับสาร $Br_2$		โลหะ	สารละลาย
				โซเดียม	$NaHCO_3$
A	ไม่ละลาย	ฟอกสี	มีเขม่าเล็กน้อย	ไม่ทำปฏิกิริยา	ไม่ทำปฏิกิริยา
B	ละลาย	ไม่ฟอกสี	ไม่มีเขม่า	ให้ฟองแก๊ส	ไม่ทำปฏิกิริยา
C	ละลาย	ไม่ฟอกสี	ไม่มีเขม่า	ให้ฟองแก๊ส	ให้ฟองแก๊ส
D	ไม่ละลาย	ไม่ฟอกสี	มีเขม่ามาก	ไม่ทำปฏิกิริยา	ไม่ทำปฏิกิริยา

ใช้ข้อมูลจากตารางตอบคำถามข้อ 21

21. สาร C เป็นไอโซเมอร์ของกรดบิวทาโนอิก เมื่อนำสาร B ไปต้มกับสาร C จะได้ผลิตภัณฑ์ที่มีกลิ่นหอมเกิดขึ้น อยากทราบว่าผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นคือสารชนิดใด



22. สาร A และสาร B เป็นสารอินทรีย์ที่มีจำนวนคาร์บอนเพียง 2 อะตอม แต่เป็นสารประกอบต่างชนิดกันมีปฏิกิริยาดังนี้



โดยสรุปรวมแล้วข้อใดเหมาะสมหรือเป็นไปได้มากที่สุดและเชื่อหรือไม่

- เชื่อว่าสาร W, Y และ X เป็นสารชนิดเดียวกัน
- เชื่อว่า สาร W เป็นเอสเทอร์ชื่อ เอทิลแอซิเตต
- ไม่เชื่อว่า สาร Y และ Z เป็นเกลือต่างชนิดกัน
- ไม่เชื่อว่า สาร A และ B มีสูตรเป็น  $CH_3OH$  และ  $CH_3CH_2COOH$  ตามลำดับ

23. ท่านสามารถนำเอสเทอร์ไปใช้ประโยชน์ใดได้บ้าง

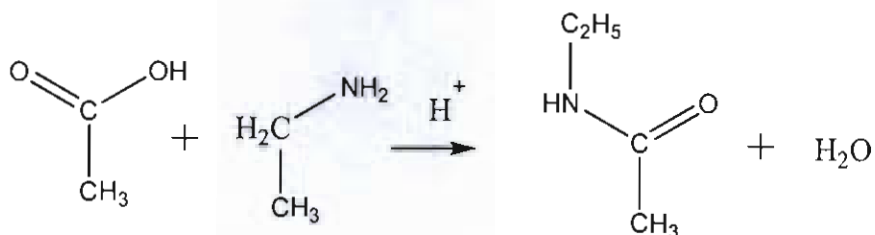
- นำไปใช้ในการสังเคราะห์สบู่
- เป็นตัวทำละลายในอุตสาหกรรม
- ใช้เป็นน้ำหอม
- ถูกทุกข้อ

24. สารในข้อใดที่เป็นสารประกอบเอมีนที่ทำให้เกิดโทษ

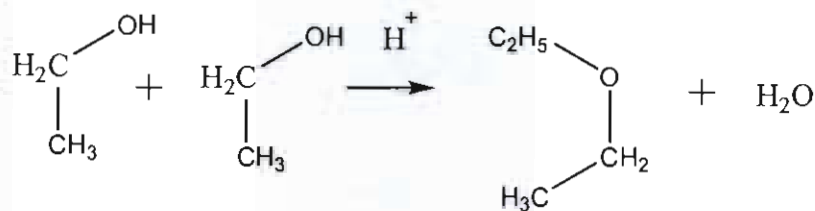
- |            |                |
|------------|----------------|
| ก. มอร์ฟีน | ข. นิโคติน     |
| ค. ก และ ข | ง. ไม่มีข้อถูก |

25. ปฏิกิริยาต่อไปนี้ ปฏิกิริยาใดที่จัดว่าเป็นเอสเทอร์ฟิเคชัน

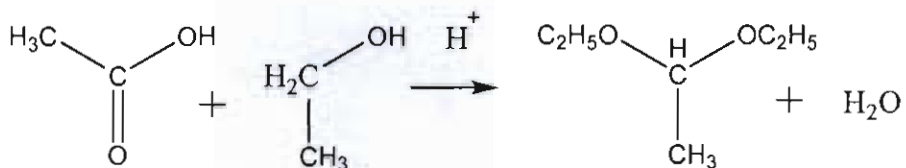
ก.



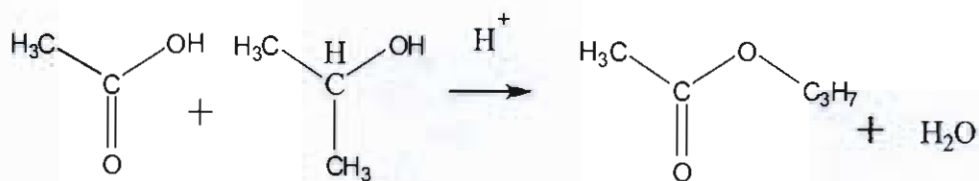
ข.



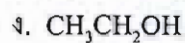
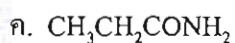
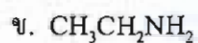
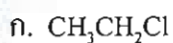
ค.



ง.



26. สูตรโครงสร้างของสารประกอบอินทรีย์ชนิดใดที่บ่งบอกถึงความสามารถในการละลายน้ำแล้วทดสอบกับกระดาษลิตมัสเกิดการเปลี่ยนสีจากแดงเป็นน้ำเงิน



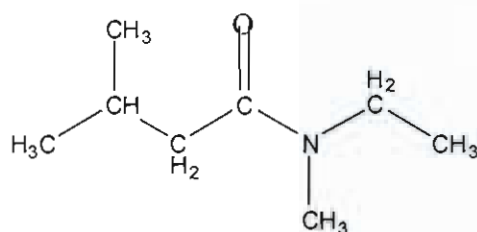
27. จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้

1. เอมีนที่เรียกว่าแอลคาลอยด์พบในพืช เช่น มอร์ฟีน โคคาอีน และนิโคติน
2. เอมีนเกิดการไฮโดรไลซิสในน้ำเกิดปฏิกิริยาได้สารละลายที่มีสมบัติเป็นกลาง
3. เอมีนทำปฏิกิริยากับกรดได้เกลือ แสดงว่าทำหน้าที่เป็นเบส
4. เอมีนจะละลายน้ำจะมีจุดเดือดเพิ่มขึ้นเมื่อมีมวลโมเลกุลเพิ่มขึ้น

ข้อความใดต่อไปนี้ไม่ถูกต้อง

- ก. ข้อ 1 กับ 2      ข. ข้อ 3 กับ 4      ค. ข้อ 2 กับ 4      ง. ไม่มีข้อใดถูก

28. จงอ่านชื่อสารดังต่อไปนี้ให้ถูกต้อง



- ก. N,N-ethyl methyl-3-methyl butanamide  
 ข. 3-methyl-N,N-ethyl methyl butanamide  
 ค. N-ethyl-N-methyl-3 methyl butanamide  
 ง. N-ethyl-N,3-dimethyl butanamide

29. จงเปรียบเทียบจุดเดือดของสารประกอบอินทรีย์ของเอไมด์ข้อใดถูกต้อง

- ก. Pentanamide>Ethanamide>Butanamide  
 ข. Butanamide>Methanamide>Pentanamide  
 ค. Pentanamide>Propanamide>Ethanamide  
 ง. Ethanamide>Propanamide>Butanamide

30. ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับประโยชน์ของเอไมด์

- ก. ยูเรียจัดเป็นสารประเภทเอไมด์ ที่พบในปัสสาวะของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม และผลิตขึ้นมาในอุตสาหกรรมเพื่อใช้เป็นปุ๋ย
- ข. ไขมันจัดเป็นสารประกอบเอไมด์ ที่ให้ความหวานที่มีคุณค่าทางโภชนาการ
- ค. แซกคารินหรือพาราเซตามอล ใช้ผสมในยาบรรเทาอาการปวดและลดไข้
- ง. ไม่มีข้อใดถูก

เฉลยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6  
เรื่อง อนุพันธ์ของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน จำนวน 30 ข้อ

\*\*\*\*\*

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

## แบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557

---

**คำชี้แจง:**

1. ให้นักเรียนอ่านข้อความที่กำหนดให้และเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว แล้วทำเครื่องหมาย X ลงในกระดาษคำตอบ
  2. ห้ามนำข้อสอบและกระดาษคำตอบออกจากห้องสอบ
  3. ใช้เวลาในการทำข้อสอบ 40 นาที
-

เอสเทอร์เป็นสารอินทรีย์ชนิดหนึ่งที่เกิดจากการทำปฏิกิริยาของสาร 2 ชนิด ซึ่งสารชนิดหนึ่งจะทำปฏิกิริยากับ  $\text{NaHCO}_3$  แล้วให้สารละลายขุ่น ส่วนอีกสารชนิดหนึ่งจะไม่เกิดปฏิกิริยาและสารเอสเทอร์จะพบมากตามธรรมชาติ ในผลิตภัณฑ์จากพืชและสัตว์ เช่น ผลไม้ ดอกไม้ น้ำหอม น้ำมันพืช สารที่ทำให้เกิดกลิ่นในแมงคานา เป็นต้น จะเห็นได้ว่ากลิ่นหอมหรือกลิ่นเฉพาะตัวของพืชและสัตว์ส่วนใหญ่เป็นกลิ่นของเอสเทอร์ นอกจากนั้นเอสเทอร์ยังสามารถทำการสังเคราะห์ขึ้นมาได้โดยวิธีต่าง ๆ กันมักจะเรียกสารประเภทนี้ด้วยการลงท้ายว่า -ate

1. กลุ่มของเอสเทอร์มีโครงสร้างที่เหมือนกับกลุ่มของสารชนิดใดมากที่สุดต่อไปนี้
  - ก. กลุ่มของแอลดีไฮด์
  - ข. กลุ่มของคีโตน
  - ค. กลุ่มของคาร์บอกซิลิก
  - ง. กลุ่มของอีเทอร์
  
2. ข้อใดไม่สามารถจัดเป็นสารประเภทเดียวกันกับสารเอสเทอร์
  - ก. กรดบิวทานอิกกับเอทานอล
  - ข. กรดแอซิติกกับเอทานาล
  - ค. กรดซาลิซิลิกกับเอทานอล
  - ง. กรดคาร์บอกซิริกกับแอลกอฮอล์
  
3. ข้อใดไม่ใช่ประโยชน์ของสารเอสเทอร์
  - ก. นำไปใช้เป็นสารที่ทำให้เกิดกลิ่นหอมเท่านั้น
  - ข. เอสเทอร์จัดเป็นกรดไขมัน
  - ค. เอทิลแอซีเตต เป็นสารเอสเทอร์ที่เป็นส่วนหนึ่งในน้ำยาล้างเล็บ
  - ง. ใช้ในอุตสาหกรรมผลิตเส้นใยสังเคราะห์บางชนิด



นักเคมีท่านหนึ่งได้รับมอบหมายจากหัวหน้าให้ทำการทดสอบสารเคมี 2 ชนิด ซึ่งไม่ทราบว่าเป็นสารชนิดใด เมื่อนักเคมีท่านนั้นได้ทำการทดสอบสมบัติทางกายภาพและสมบัติทางเคมี ก็พบว่า สาร A เมื่อทดสอบความเป็นกรดเบส พบว่าไม่เกิดการเปลี่ยนสี และเมื่อนำมาทำการทดสอบกับโซเดียมไบคาร์บอเนต พบว่า ไม่เกิดปฏิกิริยาขึ้น ซึ่งส่วนสาร B จะให้ผลการทดลองเหมือนกัน และตรงกันข้ามกันบางประการกับสาร A

4. จากเหตุการณ์ในข้อใดที่เกี่ยวข้องกับสาร B ในข้อความดังกล่าว

- ก. นายแดงนำสาร C มาทำปฏิกิริยากับโลหะโซเดียมพบว่าค่อย ๆ เกิดปฏิกิริยาอย่างช้า ๆ และเมื่อนำมาทำปฏิกิริยากับโซเดียมไบคาร์บอเนตแล้วทำให้น้ำปูนใสขุ่น ทำให้นายแดงสรุปว่าเป็นสาร B
- ข. นายเขียวนำสาร D มาทำการทดสอบความเป็นกรดเบส พบว่าเกิดการเปลี่ยนสี จากสีแดงกลายเป็นสีน้ำเงิน ทำให้นายแดงสรุปว่าเป็นสาร B
- ค. นายเหลืองนำสาร E มาทำปฏิกิริยากับโลหะโซเดียมแล้วเกิดก๊าซไฮโดรเจน ที่มีประกายไฟขึ้น และเมื่อนำมาทำปฏิกิริยาต่อกับโซเดียมไบคาร์บอเนต ปรากฏว่าทำให้น้ำปูนใสขุ่น ทำให้นายเหลืองสรุปว่าเป็นสาร B
- ง. นายฟ้านำสาร F มาทำการทดสอบความเป็นกรดเบส พบว่า ไม่เกิดการเปลี่ยนสี แต่เมื่อนำมาทำปฏิกิริยาต่อกับโซเดียมไบคาร์บอเนต ปรากฏว่าทำให้น้ำปูนใสขุ่น ทำให้นายฟ้าสรุปว่าเป็นสาร B

5. จากข้อความดังกล่าว สิ่งใดที่เป็นตัวสำคัญในการแยกสาร A และ B ออกจากกันได้อย่างสิ้นเชิง

- ก. การทดสอบความเป็นกรดเบส
- ข. การละลาย
- ค. การทำปฏิกิริยากับโซเดียมไบคาร์บอเนต
- ง. การทำปฏิกิริยากับโลหะโซเดียม

ฟอร์มาลินในทางการแพทย์เป็นสารอันตรายที่นำมาใช้ในการฉีดศพไม่ให้เน่าเปื่อย แต่เดี๋ยวนี้พ่อค้าแม่ค้าหัวใสที่หวังรวยอย่างเดียว นำมาใช้เพื่อทำให้อาหารประเภทเนื้อสัตว์หรืออาหารทะเลประเภทต่าง ๆ รวมถึงผักคะน้า ผักกาดขาว กะหล่ำปลี ถั่วฝักยาว หรือแม้กระทั่งถั่วงอกให้คงความสดน่ารับประทานในระยะเวลายาวนานมากขึ้น โดยปกติฟอร์มาลินเป็นของเหลวใส ไม่มีสี เมื่อละลายน้ำแล้วนำอาหารดังกล่าวมาแช่หรือซุบ อาหารนั้นจะดูสดกรอบน่ารับประทาน

6. ใครน่าจะเป็นผู้ที่ได้รับสารพิษสัมพันธ์กับข้อความดังกล่าว

- ก. นกไปซื้อผักที่ตลาด โดยเลือกผักที่มีสีเขียวสดน่ารับประทาน ซึ่งไม่เข้าตู้เย็น ทำให้ผักเหี่ยว
- ข. ไก่ไปซื้อผักที่ตลาด โดยเลือกผักที่มีสีเขียวปนขาวสดกรอบมีรอยกัดของแมลงน่ารับประทาน
- ค. กบไปซื้อผักที่ตลาด โดยเลือกผักที่มีสีเขียวสดกรอบน่ารับประทานนำมาทำสลัด กัดแล้วยังดูกรอบมากและอร่อย
- ง. ปลาไปซื้อผักที่ตลาด โดยเลือกผักที่มีสีเขียวสดกรอบน่ารับประทาน ตั้งทิ้งไว้ ก็ยังสดกรอบ

7. ข้อใดที่บ่งบอกถึงลักษณะของฟอร์มาลินได้ถูกต้องที่สุด

- ก. เป็นของเหลวไม่มีสี มีกลิ่นอ่อน ๆ และระเหยง่าย
- ข. เป็นสารอินทรีย์ที่มีหมู่คาร์บอกซาลดีไฮด์ ซึ่งจะละลายน้ำได้ดีเมื่อโมเลกุลเล็ก
- ค. มีสถานะแก๊สที่อุณหภูมิห้อง กลิ่นเหม็นคล้ายของเน่า และละลายน้ำได้ดี
- ง. เป็นสารที่อันตรายต่อมนุษย์ แต่ก็นำมาใช้ประโยชน์บางด้าน

มีสารเคมีชนิดหนึ่งเป็นสารอินทรีย์ (X) ถูกนำมาใช้เป็นสารกันบูดในขนมปังเพื่อกันขนมปังขึ้นรา สารนี้สามารถละลายน้ำได้ แต่เมื่อนำมาทำปฏิกิริยากับสารละลาย NaOH ไม่เกิดการเปลี่ยนแปลง เมื่อนำสารละลายของ (X) มาเติมกรด  $H_2SO_4$  ให้มากพอ แล้วนำไปต้มกับเอทานอล จะได้สารประกอบที่มีกลิ่นหอมชวนดม

8. ข้อใดสรุปไม่ถูกต้องเกี่ยวกับสารอินทรีย์ (X)

- ก. เป็นสารที่สามารถเกิดปฏิกิริยาสะปอนนิฟิเคชันได้แล้วเกิดผลิตภัณฑ์ที่เป็นเอทานอลเกิดขึ้น
- ข. เป็นสารตั้งต้นในการทำปฏิกิริยากับแอลกอฮอล์แล้วเกิดสารใหม่ที่มีลักษณะมีกลิ่นหอม
- ค. เป็นสารที่สามารถเกิดปฏิกิริยาเอสเทอร์ฟิเคชันแล้วทำให้เกิดผลิตภัณฑ์ที่มีกลิ่นหอมเกิดขึ้น
- ง. ข้อความดังกล่าวข้างต้นที่กล่าวมาถูกทุกข้อ

9. จากข้อความที่กล่าวว่า “เมื่อนำสารละลายของ (X) มาเติมกรด  $H_2SO_4$  ให้มากพอ แล้วนำไปต้มกับเอทานอลจะได้สารประกอบที่มีกลิ่นหอมชวนดม” จะมีผลทำให้เกิดอะไรขึ้น

- ก. เกิดสารที่มีลักษณะที่มีหมู่ของออกซิคาร์บอนิล
- ข. เกิดสารที่ทำให้เกิดกลิ่นหอม จากการเกิดปฏิกิริยาสะปอนนิฟิเคชัน
- ค. เกิดสารที่มีกลิ่นหอมจากการนำสารตั้งต้น X ที่มีสมบัติเป็นกรดมาทำปฏิกิริยาเอสเทอร์ฟิเคชัน
- ง. ถูกทุกข้อที่กล่าวมา

การทดลองที่	การละลายน้ำ	ปฏิกิริยากับ โซเดียม	ต้มกับสารละลาย กรดซัลฟิวริก
1	ไม่ละลายน้ำ	ไม่ให้ฟองแก๊ส	ได้กลิ่นฉุน
2	ละลาย	ให้ฟองแก๊ส	ได้กลิ่นฉุน
3	ละลาย	ให้ฟองแก๊ส	ไม่ได้กลิ่นฉุน

10. จากผลการทดลองข้างต้นการทดลองที่ 1 จัดเป็นสารประเภทใด

- ก. เอสเทอร์
- ข. คาร์บอกซิลิก
- ค. แอลดีไฮด์
- ง. แอลกอฮอล์

11. จากผลการทดลองข้างต้นการทดลองที่ 2 สอดคล้องกับสารใดต่อไปนี้

- ก. เอสเทอร์
- ข. คาร์บอกซิลิก
- ค. แอลดีไฮด์
- ง. เอมีน

12. จากผลการทดลองข้างต้นการทดลองที่ 3 ตามสมบัติน่าจะเป็นสารประเภทใด และมีประโยชน์อย่างไร

- ก. เป็นสารประกอบแอลกอฮอล์ ส่วนใหญ่จะนำไปใช้ในการผลิตเหล้าและน้ำยาเช็ดแผล
- ข. เป็นสารประกอบคาร์บอกซิลิก ส่วนใหญ่จะใช้เป็นตัวทำละลาย
- ค. เป็นสารประกอบแอลดีไฮด์ ส่วนใหญ่จะนำไปใช้ทางการแพทย์
- ง. เป็นสารประกอบคีโตน ส่วนใหญ่จะนำไปใช้เป็นส่วนผสมของน้ำยาทาเล็บ

13. จากผลการทดลองดังกล่าวข้างต้นสามารถบ่งบอกได้ว่าอย่างไร

- ก. เมื่อนำการทดลองที่ 1 กับ 2 มาทำปฏิกิริยากันจะเกิดสารใหม่ที่มีกลิ่นฉุน ละมุน
- ข. เมื่อนำการทดลองที่ 1 กับ 3 มาทำปฏิกิริยากันจะเกิดสารใหม่ที่ไม่มีกลิ่นฉุน
- ค. เมื่อนำการทดลองที่ 2 กับ 3 มาทำปฏิกิริยากันจะเกิดสารใหม่ที่มีกลิ่นฉุน ละมุน
- ง. เมื่อนำการทดลองที่ 1, 2 และ 3 มาทำปฏิกิริยากัน ไม่เกิดการเปลี่ยนแปลง

พิวเทรสซิน เป็นสารที่พบในปลาซึ่งทำให้ปลามีกลิ่นคาว เป็นสารที่มีเอกลักษณ์ของสารประกอบชนิดหนึ่งที่มีกลิ่นคล้ายคาวปลา ในการรับประทานปลาดิบจะนิยมบีบน้ำมะนาว ซึ่งจะทำให้เกิดปฏิกิริยาระหว่าง พิวเทรสซิน กับกรดที่อยู่ในน้ำมะนาวซึ่งเป็นกรดอินทรีย์ (organic acid) กรดอ่อน (weak acid) ที่มีสูตร โมเลกุล  $C_6H_{10}O_8$  พบตามธรรมชาติในอาหารหลายชนิด ได้แก่ พืชตระกูลส้ม (citrus) เช่น ส้ม มะนาว และผลไม้หลายชนิด

14. สารชนิดใดต่อไปนี้น่าจะเป็นสารเช่นเดียวกับสารพิวเทรสซิน

- ก. เมทานาล
- ข. ฟีนอล
- ค. เมทานาไมด์
- ง. เมทานามีน

15. สารพิวเทรสซิน ท่านคิดว่าเมื่อนำมาละลายน้ำจะให้สมบัติทางกายภาพอย่างไร

- ก. เมื่อทำการละลายน้ำแล้วสารชนิดนี้จะแสดงสมบัติความเป็นกลาง โดยไม่เปลี่ยนสีกระดาษลิตมัส
- ข. เมื่อทำการละลายน้ำแล้วสารชนิดนี้จะมีความเป็นเบส
- ค. เมื่อทำการละลายน้ำแล้วสารชนิดนี้จะแสดงสมบัติความเป็นกรด โดยเปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากสีน้ำเงินเป็นสีแดง
- ง. เมื่อทำการละลายน้ำแล้ว สารชนิดนี้ไม่เกิดการละลายน้ำ

16. จากการกระทำที่ว่า บีบน้ำมะนาวลงไป จะส่งผลอย่างไร

- ก. ทำให้เนื้อปลาคูมนำรับประทานมากยิ่งขึ้น
- ข. ทำให้ไปลดกลิ่นคาวปลา
- ค. ทำให้เนื้อปลาดูใส และมีกลิ่นของมะนาวนำรับประทานมากขึ้น
- ง. ทำให้เนื้อมีความสดอยู่ตลอดเวลา

17. สารที่อยู่ในมะนาวจัดเป็นสารชนิดใด

- ก. กรดอะมิโน
- ข. กรดเอทานอิก
- ค. กรดซिटริก
- ง. กรดอะซิติค

18. จากข้อความดังกล่าว ข้อความใดต่อไปนี้สรุปไม่ถูกต้อง

- ก. การเกิดปฏิกิริยาระหว่างสารฟิวเทรสซิน กับกรดที่อยู่ในน้ำมะนาว เป็นการเกิดไฮโดรไลซิส
- ข. สารตั้งต้นทั้งสองน่าจะมีสมบัติที่แตกต่างกัน และเกิดผลิตภัณฑ์น้ำเกิดขึ้น
- ค. สารฟิวเทรสซินมีกลิ่นคล้ายคาวปลาที่มีสมบัติเป็นกรด เมื่อทำปฏิกิริยากับกรดแล้ว จึงไม่เกิดกลิ่นคาวปลา
- ง. ไม่มีข้อใดกล่าวถูก

นายแดงมีสารอยู่ 2 ชนิดคือ สาร A และ สาร B เมื่อนำสารทั้งสองชนิดมาทำการทดสอบสมบัติทางเคมีและทางกายภาพ พบว่า สาร A ละลายน้ำได้ดี เมื่อทำปฏิกิริยากับ โซเดียมไฮดรอกไซด์เกิดฟองแก๊สชนิดหนึ่งขึ้น ในขณะที่สาร B ไม่ทำปฏิกิริยากับ โซเดียมไฮดรอกไซด์ แต่ทำปฏิกิริยากับ โลหะ โซเดียมเกิดฟองแก๊สขึ้น เมื่อนำสาร A ทำปฏิกิริยากับ B เกิดผลิตภัณฑ์ใหม่ขึ้น คือ สาร C พร้อมเกิดการสูญเสียน้ำ 1 โมเลกุล

19. จากข้อความดังกล่าว สาร A B และ C ควรเป็นสารที่มีลักษณะดังข้อใด

- ก. ชนิดของสาร A B และ C ที่เป็นไปได้ น่าจะมี หมู่ไฮดรอกซิลแอลกอฮอล์คาร์บอนิล และคาร์บอกซิล ตามลำดับ
- ข. ชนิดของสาร A B และ C ที่เป็นไปได้ น่าจะมี สารประกอบของคาร์บอกซิลิก แอลกอฮอล์ และเอสเทอร์ ตามลำดับ
- ค. ชนิดของสาร A B และ C ที่เป็นไปได้ น่าจะมี คาร์บอกซิลิก ออกซีคาร์บอนิลและ แอลกอฮอล์เป็นองค์ประกอบ ตามลำดับ
- ง. ถูกทุกข้อที่กล่าวมา

20. ข้อความดังกล่าว ข้อใดต่อไปนี้สรุปความได้ไม่ถูกต้อง

- ก. สูตรทั่วไปของสาร A และ B ที่เป็นไปได้ คือ  $R-COOH$  และ  $R-OH$  ตามลำดับ
- ข. ผลิตภัณฑ์ C ละลายน้ำได้ดี
- ค. C ไม่ทำปฏิกิริยาทั้งกับ โซเดียมไฮดรอกไซด์และ โลหะ โซเดียม
- ง. เมื่อ C ไปทำปฏิกิริยากับสารละลายกรดจะเกิดปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสกลับมาเป็น สาร A และ B

เฉลยแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6  
เรื่อง อนุพันธ์ของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน จำนวน 20 ข้อ

\*\*\*\*\*

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

## แบบวัดเจตคติต่อวิชาเคมี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557

### คำชี้แจง

- แบบวัดเจตคติต่อวิชาเคมี มีทั้งหมด 20 ข้อ โดยแต่ละข้อจะประกอบด้วยข้อความที่เกี่ยวข้องกับเคมี ซึ่งอยู่ทางด้านซ้ายมือ ส่วนด้านขวามือจะเป็นระดับความคิดเห็น 5 ระดับ คือ
  - หมายถึง ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง
  - หมายถึง ไม่เห็นด้วย
  - หมายถึง ไม่แน่ใจ
  - หมายถึง เห็นด้วย
  - หมายถึง เห็นด้วยอย่างยิ่ง
- ให้นักเรียนพิจารณาข้อความดังกล่าวในแต่ละข้อแล้วทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างที่ตรงกับระดับความคิดเห็นของนักเรียนมากที่สุดในการตอบแบบวัดเจตคติต่อวิชาเคมีฉบับนี้ ซึ่งจะไม่มีความเห็นใดที่ถูกหรือผิด เพราะเกิดจากความรู้สึกที่แท้จริงของนักเรียนและคำตอบของนักเรียนจะไม่มีผลต่อการเรียนของนักเรียนทั้งสิ้น

### ตัวอย่าง

ข้อที่	ข้อความ	ระดับความคิดเห็น				
		1	2	3	4	5
1	วิชาเคมีเรียนแล้วเข้าใจได้ยาก			✓		



ข้อที่	ข้อความ	ระดับความคิดเห็น				
		1	2	3	4	5
1	ความคิดเห็นทั่วไปต่อวิชาเคมี ความเจริญก้าวหน้าทางวิชาเคมีจะนำไปสู่การพัฒนา เทคโนโลยีและอุตสาหกรรม					
2	การเรียนวิชาเคมี มีความยุ่งยาก <b>ซับซ้อน ไม่น่าติดตาม</b>					
3	วิชาเคมีเป็นวิชาพื้นฐานที่ทุกคนต้องศึกษา					
4	วิชาเคมีจะช่วยให้ข้าพเจ้าเข้าใจใน <b>ธรรมชาติและ</b> สิ่งแวดล้อมที่ดีขึ้น					
5	<b>การเห็นความสำคัญต่อวิชาเคมี</b> การเรียนวิชาเคมีช่วยให้ข้าพเจ้าเกิดกระบวนการคิด อย่างมีเหตุผล					
6	การเรียนวิชาเคมีจะช่วยให้ข้าพเจ้าได้ใช้กระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์					
7	การเรียนวิชาเคมีจะช่วยให้ข้าพเจ้ารู้ว่าสารใดเป็นสาร ที่อันตรายหรือไม่อันตราย					
8	การเรียนวิชาเคมีไม่ได้ช่วยให้เกิดการพัฒนาคุณภาพชีวิต ที่ดีขึ้น					
9	<b>ความสนใจในวิชาเคมี</b> เมื่อถึงชั่วโมงเรียนวิชาเคมีข้าพเจ้ารู้สึกกังวลใจ เบื่อหน่าย และไม่อยากเข้าเรียน					
10	เมื่อครูให้ทำการทดลองวิชาเคมีทุกครั้ง <b>ข้าพเจ้ารู้สึกชอบ</b> ทำการทดลองและจะทำการทดลองให้เสร็จ					
11	เมื่อเรียนวิชาเคมีเสร็จทุกครั้งหลังเลิกเรียน ข้าพเจ้าจะทำ การบ้านและอ่านหนังสือเคมีเพื่อเพิ่มพูนความรู้					
12	ข้าพเจ้าติดตามและให้ความสนใจกับข่าวความก้าวหน้า ทางเคมี					
13	<b>การนิยมชมชอบต่อวิชาเคมี</b> ข้าพเจ้าจะเลือกศึกษาต่อทางด้านเคมีในอนาคต					
14	ข้าพเจ้ารู้สึกอึดอัดและท้อแท้เมื่อถึงชั่วโมงวิชาเคมี					

ข้อที่	ข้อความ	ระดับความคิดเห็น				
		1	2	3	4	5
15	ข้าพเจ้าชอบไปเที่ยวชมนิทรรศการที่เกี่ยวกับวิชาเคมี					
16	ข้าพเจ้าจะชอบรายการโทรทัศน์ที่มีความรู้ทางด้านเคมี ร่วมด้วย					
17	การแสดงออกหรือการมีส่วนร่วมในกิจกรรมเกี่ยวกับ วิชาเคมี การจัดกิจกรรมในวิชาเคมีข้าพเจ้าคิดว่าเป็นกิจกรรม ที่น่าเบื่อ					
18	ข้าพเจ้ารู้สึกชอบเมื่อครูได้เปิดโอกาสให้ แสดงความคิดเห็นในชั่วโมงเรียนในวิชาเคมี					
19	ข้าพเจ้าให้ความร่วมมือกับเพื่อนในกลุ่มทุกครั้ง ที่มีการทดลองเกี่ยวกับทางเคมี					
20	ข้าพเจ้าจะเข้าร่วมกิจกรรมทัศนศึกษาเกี่ยวกับวิชาเคมี ด้วยความเต็มใจ					