

การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิชาเคมี  
เรื่อง เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์และผลิตภัณฑ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6  
ด้วยการจัดการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม

ประภัสสร สารธนะ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต

สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

กรกฎาคม 2559

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์และคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณา  
วิทยานิพนธ์ของ ประภัสสร สาระชนะ ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตาม  
หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยบูรพาได้

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

.....*ภัทรภร ชัยประเสริฐ*..... อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก  
(ดร.ภัทรภร ชัยประเสริฐ)

.....*สพล*..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สพลภัทร์ ศรีแสนยงค์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....*อรณ*..... ประธาน  
(รองศาสตราจารย์ ดร.อรณณ์ เพชรชื่น)

.....*ภัทรภร ชัยประเสริฐ*..... กรรมการ  
(ดร.ภัทรภร ชัยประเสริฐ)

.....*สพล*..... กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สพลภัทร์ ศรีแสนยงค์)

.....*สมพงษ์*..... กรรมการ  
(ดร.สมพงษ์ ปั้นหุ่น)

คณะศึกษาศาสตร์อนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา  
ตามหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยบูรพา

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

วันที่...*14*...เดือน...*กรกฎาคม*.....พ.ศ. 2559

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีด้วยการให้คำปรึกษา และคำแนะนำในการดำเนินงาน เพื่อตรวจทาน แก้ไขข้อบกพร่องในการดำเนินงานจากที่ปรึกษาหลัก ดร. ภัทรกร ชัยประเสริฐ และที่ปรึกษาร่วม ผศ.ดร. สพลณภัทร์ ศรีแสนยงค์ ทำให้ผู้วิจัยได้รับแนวทางการดำเนินงาน ศึกษาหาความรู้และประสบการณ์ต่าง ๆ อย่างกว้างขวางในการทำวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งเป็นอย่างยิ่ง จึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอขอบพระคุณ ประธานสอบวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร.อารมณี เพชรชื่น กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ดร.สมพงษ์ บั้นหนู่น ดร.สมศิริ สิงห์ลพ อาจารย์พูนศักดิ์ พิมพา อาจารย์สุภาพ แแปนดี และอาจารย์พรจันทร์ สังการ ที่กรุณาได้รับผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย พร้อมทั้งให้คำแนะนำแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ส่งผลให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ถูกต้องและสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณผู้อำนวยการสถานศึกษา คณะครู และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี ที่ได้ให้ความร่วมมืออย่างดียิ่งในการเก็บรวบรวมข้อมูลและทดลองใช้เครื่องมือ

ขอขอบคุณนักศึกษาปริญญาโท สาขาการสอนวิทยาศาสตร์ทุกท่าน ที่คอยให้กำลังใจ ให้ความช่วยเหลือแก่ผู้วิจัยเสมอมา

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณคุณพ่อ คุณแม่ และญาติ ๆ ทุกคนที่ได้ให้ความช่วยเหลือ ส่งเสริมและสนับสนุน เป็นกำลังใจที่ดีในการศึกษาครั้งนี้เป็นอย่างยิ่ง

ประภัสสร สารธนะ

57910034: สาขาวิชา: การสอนวิทยาศาสตร์; กศ.ม. (การสอนวิทยาศาสตร์)

คำสำคัญ: การสอนตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม/ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน/ มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์/ เจตคติต่อวิชาเคมี

ประกาศสร สารระชนะ: การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิชาเคมี เรื่อง เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์และผลิตภัณฑ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ด้วยการจัดการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม (THE STUDY OF LEARNING ACHIEVEMENT, SCIENCE CONCEPTS AND ATTITUDE TOWARD CHEMISTRY ON FOSSIL FUEL AND PRODUCTS OF GRADE 12 STUDENTS USING CONSTRUCTIVISM.) คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์: ภัทรภร ชัยประเสริฐ, วท.ด., สพลณภัทร์ ศรีแสนยงค์, ศษ.ด. 210 หน้า. พ.ศ. 2559.

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิชาเคมี โดยการสอนตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 ที่ได้จากการสุ่มแบบกลุ่ม 1 ห้องเรียน จำนวน 34 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้โดยการจัดการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม เรื่อง เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์และผลิตภัณฑ์ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ และแบบวัดเจตคติต่อวิชาเคมี ซึ่งวิเคราะห์ข้อมูลโดยเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ กับเกณฑ์เกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้การทดสอบค่าทีแบบกลุ่มตัวอย่างเดียว (*t-test One sample*) และเจตคติต่อวิชาเคมีก่อนและหลังเรียน โดยใช้การทดสอบค่าทีแบบสองกลุ่มสัมพันธ์กัน (*Paired t-test*)

ผลการวิจัย พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยการจัดการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดคือร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเจตคติต่อวิชาเคมีหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

57910034: MAJOR: SCIENCE TEACHING; M.Ed. (SCIENCE TEACHING)

KEYWORD: CONSTRUCTIVISM/ ACHIEVEMENT/ SCIENCE CONCEPTS/ ATTITUDE  
TOWARD CHEMISTRY

PRAPATSORN SARATHANA: THE STUDY OF LEARNING ACHIEVEMENT,  
SCIENCE CONCEPTS AND ATTITUDE TOWARD CHEMISTRY ON FOSSIL FUEL AND  
PRODUCTS OF GRADE 12 STUDENTS USING CONSTRUCTIVISM. ADVISORY  
COMMITTEE: PATTARAPORN CHAIPRASERT, Ph.D., SAPONNAPAT SRISANYONG,  
Ph.D. 210 P. 2016.

The purposes of this research were to study science learning achievement, science concepts and attitude toward chemistry using Constructivism Instruction. The sample for this research consisted of 34 grade twelve students from Piboonbumpen Demonstration School, Burapha University, Chonburi Province in the second semester of academic year 2015. The Cluster Random Sampling method was used to select the sample. The research instruments were the lesson plans on the topic of fossil fuel and products, science achievement test, science concepts test and attitude towards chemistry subject. The data were analyzed by comparing the scores of the learning achievement and science concepts with the set criterion of 70 percent using one sample *t-test* and comparing the attitude towards chemistry scores between pretest and posttest using paired *t-test*.

The research findings were that the posttest score of science learning achievement and science concept of grade twelve students were better than a set criterion at 70 percent with the statistical significant level at .05. The attitude towards chemistry of the students was higher than the pretest scores at the statistical significantly level at .05

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
สารบัญ.....	ฉ
สารบัญตาราง.....	ซ
สารบัญรูปภาพ.....	ฎ
บทที่	
1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	5
สมมติฐานของการวิจัย.....	5
ประโยชน์ที่ได้รับจากงานวิจัย.....	5
ขอบเขตของการวิจัย.....	6
กรอบแนวคิดการวิจัย.....	7
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	8
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	11
หลักสูตรสถานศึกษา โรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา.....	11
แนวคิดและทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม.....	21
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	33
มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์.....	45
เจตคติต่อวิชาเคมี.....	56
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง .....	64
3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	67
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	67
แบบแผนการวิจัย.....	68
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	68
การสร้างและการหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	68

## สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
วิธีดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล.....	93
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	94
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	95
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	100
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	100
การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	100
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	101
5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	105
สรุปผลการวิจัย.....	106
อภิปรายผลการวิจัย.....	106
ข้อเสนอแนะ.....	113
บรรณานุกรม.....	114
ภาคผนวก.....	124
ภาคผนวก ก.....	125
ภาคผนวก ข.....	132
ภาคผนวก ค.....	153
ประวัติย่อของผู้วิจัย .....	210

## สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2-1	แสดงหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์และผลิตภัณฑ์.....	18
2-2	แสดงเจตคติและพฤติกรรมการแสดงออก.....	57
3-1	แบบแผนการวิจัยแบบ Static group design.....	68
3-2	การวิเคราะห์ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้ สาระที่ 3 เรื่อง เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์และผลิตภัณฑ์.....	69
3-3	การกำหนดแบบทดสอบที่ต้องการให้สอดคล้องระหว่างสาระการเรียนรู้กับ จุดประสงค์การเรียนรู้ และพฤติกรรมที่ต้องการวัด.....	75
3-4	การกำหนดจำนวนแบบทดสอบที่ต้องการให้สอดคล้องระหว่างสาระการเรียนรู้กับ จุดประสงค์การเรียนรู้.....	81
3-5	วิเคราะห์เนื้อหาองค์ประกอบของเจตคติและน้ำหนักรูปแบบวัด เจตคติต่อวิชาเคมี.....	91
4-1	การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียน โดยจัดการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎี คอนสตรัคติวิซึ่มกับเกณฑ์ที่กำหนด คือ ร้อยละ 70 (21 คะแนนจากคะแนนเต็ม 30 คะแนน) .....	101
4-2	การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียน โดยจัดการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎี คอนสตรัคติวิซึ่มกับเกณฑ์ที่กำหนด คือ ร้อยละ 70 (42 คะแนนจากคะแนนเต็ม 60 คะแนน) .....	102
4-3	การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนเจตคติต่อวิชาเคมีก่อนและหลังเรียนของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียน โดยจัดการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎี คอนสตรัคติวิซึ่ม.....	103
4-4	การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนเจตคติต่อวิชาเคมีก่อนและหลังเรียน ในแต่ละด้าน.....	103
ข-1	ค่าความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึ่ม เรื่อง เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์และผลิตภัณฑ์.....	133



## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า	
ข-2	ค่าดัชนีความสอดคล้อง ( <i>IOC</i> ) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แต่ละข้อกับจุดประสงค์การเรียนรู้.....	136
ข-3	ผลการวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนก ( <i>D</i> ) และค่าความยากง่าย ( <i>P</i> ) และค่าความเชื่อมั่น ทั้งฉบับของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องเชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ และผลิตภัณฑ์.....	138
ข-4	แสดงค่า <i>p</i> , <i>q</i> และ <i>pq</i> ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ข้อสอบปรนัย) จำนวน 30 ข้อ.....	139
ข-5	ค่าดัชนีความสอดคล้อง ( <i>IOC</i> ) ของแบบทดสอบวัดคณិតศาสตร์ แต่ละข้อกับจุดประสงค์การเรียนรู้.....	141
ข-6	ผลการวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนก ( <i>D</i> ) และค่าความยากง่าย ( <i>P</i> ) และค่าความเชื่อมั่น ทั้งฉบับของแบบทดสอบวัดคณិតศาสตร์ เรื่อง เชื้อเพลิง ซากดึกดำบรรพ์และผลิตภัณฑ์.....	142
ข-7	ค่าดัชนีความสอดคล้อง ( <i>IOC</i> ) ของแบบทดสอบวัดเจตคติต่อวิชาเคมี.....	144
ข-8	ผลการวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนก ( <i>D</i> ) และค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับของแบบทดสอบ วัดเจตคติต่อวิชาเคมี.....	145
ข-9	คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ได้จากการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียน(คะแนนเต็ม 30 คะแนน) .....	147
ข-10	คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ได้จากการทดสอบวัดคณិតศาสตร์ หลังเรียน (คะแนนเต็ม 60 คะแนน) .....	148
ข-11	คะแนนเจตคติต่อวิชาเคมีที่ได้จากการทำแบบวัดเจตคติต่อวิชาเคมีก่อนเรียนและ หลังเรียน (คะแนนเต็ม 5 คะแนน) .....	149
ข-12	แสดงการคำนวณหาค่า <i>t-test</i> ของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 กับเกณฑ์ที่กำหนด คือ ร้อยละ 70 (21คะแนนจากคะแนนเต็ม 30 คะแนน) โดยใช้โปรแกรม SPSS for Windows.....	151
ข-13	แสดงการคำนวณหาค่า <i>t-test</i> ของแบบวัดคณិតศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 กับเกณฑ์ที่กำหนด คือ ร้อยละ 70 (42 คะแนนจากคะแนนเต็ม 60 คะแนน) โดยใช้โปรแกรม SPSS for Windows.....	151

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
ข-14 แสดงการคำนวณหาค่า <i>t-test</i> ของแบบวัดเจตคติต่อวิชาเคมีของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้โปรแกรม SPSS for Windows.....	152

# สารบัญรูปภาพ

ภาพที่	หน้า
1 กรอบแนวคิดการวิจัย.....	7

# บทที่ 1

## บทนำ

### ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับทุกคนทั้งในชีวิตประจำวันและการทำงานอาชีพต่าง ๆ ตลอดจนเทคโนโลยี เครื่องมือ เครื่องใช้ และผลผลิตต่าง ๆ ที่มนุษย์ได้ใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตและการทำงาน (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, หน้า 94) ปัจจุบันความสามารถของนักเรียนในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่เรียนมาให้เกิดประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตในสภาพจริงมีน้อยมาก เพราะนักเรียนมุ่งเรียนเพื่อทำข้อสอบมากกว่าเพื่อให้เกิดความเข้าใจ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2542) ทำให้นักเรียนเกิดความเบื่อหน่ายและมีเจตคติที่ไม่ดีต่อวิชาวิทยาศาสตร์

การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จึงถือว่าเป็นปัจจัยที่สำคัญอย่างมากในการปรับปรุงคุณภาพการเรียนการสอน (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2542) การจัดกระบวนการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เป็นกระบวนการที่ผู้เรียนต้องจัดกระทำ ไม่ใช่เพียงรับเข้ามา การเรียนการสอนจำเป็นต้องเปลี่ยนแนวความคิดจาก ครูดำเนินการเรียนการสอนไปเป็นผู้เรียนสร้างความรู้ (Construction) เป็นแนวคิดที่นิยมมาก เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้วิทยาศาสตร์ คือ มีความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ (Concept) หลักการพื้นฐาน และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีจิตวิทยาศาสตร์ สามารถนำมาใช้ประโยชน์ในการดำรงชีวิต และใช้สื่อสารกับผู้อื่นได้ (วิไลวรรณ แสนพาน, 2553)

รายวิชาเคมี เป็นวิทยาศาสตร์แขนงหนึ่งที่มีความสำคัญ เกี่ยวข้องกับสิ่งมีชีวิตคือมนุษย์และสัตว์ ซึ่งล้วนจำเป็นต่อการดำรงชีวิตทั้งสิ้น เป็นวิชาที่มีความซับซ้อนมาก นักเรียนจึงไม่สามารถเรียนรู้มโนทัศน์ (Concept) หรือรวบรวมมโนทัศน์ได้อย่างถูกต้อง ซึ่งมโนทัศน์เป็นเนื้อหาความรู้ที่มีประโยชน์มาก หากผู้เรียนสามารถสร้างมโนทัศน์ของเรื่องใดได้ก็จะสามารถเอามโนทัศน์เหล่านั้นไปประยุกต์ใช้ (สุวิทย์ มูลคำ, 2547) และปรับใช้ให้เกิดประโยชน์ ดังนั้นการเรียนการสอนที่ช่วยให้ผู้เรียนได้ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มากที่สุด คือ การสอนให้ผู้เรียนเกิดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เพราะมโนทัศน์จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาการเรียนรู้ในระดับสูง และสามารถเรียนรู้ในสิ่งที่เกี่ยวข้องได้เร็วยิ่งขึ้น (กาญจนา คังคะประดิษฐ์, 2547) มีนักการศึกษาวิทยาศาสตร์ในยุโรปและอเมริกา ยึดถือว่าเป็นปรัชญาหรือแนวคิดสำคัญที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ โดยเน้นให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติ เพื่อให้มีความเข้าใจในมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

จัดให้นักเรียนได้เห็นของจริง หรือการสาธิต จะช่วยให้นักเรียนจำได้ ต่างจากการสอนแบบบรรยาย จะทำให้เด็กลืมง่าย (วิไลวรรณ แสนพาน, 2553)

ในสภาพการณ์ปัจจุบัน พบว่า มีปัญหาที่เกิดขึ้นกับการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ เนื่องจากผลการทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (O-NET) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยภาพรวมปรากฏว่าต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานและมีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่อง ซึ่งผู้เรียนต้องอาศัยกระบวนการจำและทำความเข้าใจในระดับสูง (วิชัย ลิขิตพรักษ์, 2556) การทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติปีการศึกษา 2557 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ในสาระการเรียนรู้ สารและสมบัติของสาร พบว่าในระดับประเทศมีคะแนนเฉลี่ย 29.94 ซึ่งคะแนนของนักเรียน โรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา มีคะแนนเฉลี่ย 39.04 (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2557) มีคะแนนเฉลี่ยต่ำกว่า 50% แสดงให้เห็นถึงปัญหาที่เกิดขึ้นกับการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ในสาระการเรียนรู้ สารและสมบัติของสาร รวมถึงข้อมูลจากการศึกษาชั้นเรียนของนักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา จังหวัดชลบุรี จำนวน 35 คน ในช่วงเวลาเรียน เรื่อง เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์และผลิตภัณฑ์ การสัมภาษณ์นักเรียนจำนวน 10 คน และการสัมภาษณ์ครูผู้สอน ทำให้ทราบว่า ผู้เรียนเน้นการท่องจำข้อความหรือคำจำกัดความจากทฤษฎีในหนังสือ เนื่องจากผู้เรียนไม่สามารถสร้างมโนทัศน์ตามความเข้าใจของตนเองได้จากงานวิจัยของ จันทรจิรา ภมรศิลป์ธรรม (2551) พบว่า เรื่อง เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์และผลิตภัณฑ์ ในหัวข้อเรื่องปิโตรเลียมและพอลิเมอร์ เป็นเนื้อหาที่ประกอบด้วยมโนทัศน์ที่หลากหลายและเป็นนามธรรม ต้องใช้พื้นฐานจากมโนทัศน์ ตั้งแต่เรื่องสาร พันธะเคมี การแยกสาร สมบัติของสาร มาเป็นพื้นฐานในการเรียน ทำให้มโนทัศน์เรื่องปิโตรเลียมและพอลิเมอร์ เป็นมโนทัศน์ที่ยากสำหรับผู้เรียน มีคำศัพท์ที่ผู้เรียนไม่คุ้นเคย จึงส่งผลกระทบต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีที่ไม่ดี จากการสัมภาษณ์อาจารย์ประจำวิชา พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีเจตคติต่อวิชาเคมีไม่ดี ไม่ชอบเรียนวิชาเคมี ทำให้มีการแสดงออกของพฤติกรรมทางการเรียน คือ ไม่แสดงพฤติกรรมการโต้ตอบซักถามและไม่สามารถตอบคำถามของครูผู้สอนได้

เนื้อหา เรื่อง เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์และผลิตภัณฑ์ ถือเป็นเนื้อหาเรื่องที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับสภาพปัญหาในปัจจุบัน คือ ปัญหาภาวะโลกร้อน พบว่า ภาวะโลกร้อนได้ส่งผลให้ทุกภาคส่วนตื่นตัวในการแก้ไขปัญหาดังกล่าวเป็นอย่างมาก มีหลักฐานข้อมูลสนับสนุนที่ชัดเจนว่าภาวะโลกร้อนเกิดจากการกระทำของมนุษย์ ตามพระราชดำรัสของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว ทรงห่วงปัญหาโลกร้อน “เพราะว่าสิ่งแวดล้อมเปลี่ยนแปลง เขาบอกว่าเพราะมีสารคาร์บอนขึ้นไปในอากาศมาก จะทำให้เหมือนตู้กระจกครอบ แล้วโลกนี้ก็จะร้อนขึ้น มีหวังว่าน้ำแข็งจะละลาย

ลงทะเล สิ่งที่ทำให้คาร์บอน (ในรูปของคาร์บอนไดออกไซด์) ในอากาศเพิ่มมากขึ้น มาจากการเผาเชื้อเพลิงซึ่งอยู่ในดินและจากการเผาไหม้” ประเทศไทยจัดเป็นผู้ปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกสู่บรรยากาศโลกเป็นลำดับที่ 24 จำนวน 218.59 ล้านตัน (พุทธชาติ ทองแถม, 2551) ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนในเนื้อหาดังกล่าว ควรส่งเสริมให้ผู้เรียนมีเจตคติต่อเนื้อหาเรื่องที่เรียนเพิ่มมากขึ้น เพื่อให้ผู้เรียนตระหนักต่อการช่วยลดภาวะโลกร้อน รู้จักใช้เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์และผลิตภัณฑ์อย่างคุ้มค่า เพราะพลังงานเหล่านี้เป็นพลังงานที่ใช้แล้วหมดไป เกิดขึ้นจากการทับถมกันของซากพืชและสัตว์เป็นระยะเวลาหลายล้านปี ถ้าใช้อย่างไม่รู้คุณค่าแล้วไม่สามารถสร้างขึ้นมาทดแทนใหม่ได้ ซึ่งพลังงานเหล่านี้ปัจจุบันได้มีการนำมาใช้อย่างมหาศาลจนใกล้จะหมดลงและที่สำคัญเมื่อนำพลังงานเหล่านี้ไปใช้แล้วยังเกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมตามมาอย่างมากมาย จึงควรส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้จักห่วงใยโลก โดยการลดการใช้พลังงานให้น้อยลงและส่งเสริมการใช้พลังงานทดแทนอื่น ๆ ที่มีอยู่ในประเทศมาเป็นเชื้อเพลิง จะช่วยยืดอายุปริมาณการใช้เชื้อเพลิงออกไปและช่วยลดมลพิษอีกด้วย เมื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนมีเจตคติต่อเนื้อหาวิชาเคมีเพิ่มมากขึ้นแล้ว จะส่งผลให้ผู้เรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาเคมีเพิ่มขึ้นด้วย ดังนั้น ในการจัดการเรียนการสอนนอกจากจะสอนให้ผู้เรียนเกิดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดีแล้วยังต้องการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อให้ผู้เรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาเคมีควบคู่กันไปด้วย

จากสภาพการณ์ข้างต้น ผู้วิจัยคิดว่าการปรับเปลี่ยนการจัดการชั้นเรียนเป็นสิ่งสำคัญที่สุดซึ่งสอดคล้องกับแนวทางพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 และ (ฉบับที่ 3) พ.ศ. 2553 ที่มีหัวใจสำคัญคือ การยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง นักเรียนสำคัญที่สุด ที่มีเป้าหมายเพื่อการพัฒนาทุก ๆ ด้านของนักเรียน (ทองจันทร์ หงส์คารมณ, 2547, หน้า 16) โดยส่วนใหญ่โรงเรียนยังจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยไม่ยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ทำให้นักเรียนไม่ได้ฝึกคิด เป็นวิธีการสอนที่นักเรียนมีบทบาทน้อยทำให้ผู้เรียนขาดความสนใจ (ทิสนา แจมณี, 2547, หน้า 329) เนื่องจากข้อจำกัดของการสอนแบบบรรยาย (ภพ เลหาไพบุลย์, 2537, หน้า 145) ไม่สามารถดึงความสนใจของเด็กได้ตลอดเวลา ทำให้ขาดความสนใจ นักเรียนส่วนใหญ่จะไม่สามารถติดตามสิ่งที่ครูบรรยาย ทำความเข้าใจในเนื้อหาวิชาอย่างลึกซึ้งได้ตลอด เป็นการสอนที่ไม่คำนึงถึงความแตกต่างของบุคคล ทำให้ผู้เรียนมีเจตคติที่ไม่ดีต่อวิชาวิทยาศาสตร์ ทำให้นักเรียนไม่สนใจ และไม่เห็นความสำคัญของวิชาวิทยาศาสตร์เท่าที่ควร ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนแบบบรรยายตามทฤษฎีจึงไม่เหมาะสมสำหรับการเรียนการสอนวิชาเคมี เรื่อง เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์และผลิตภัณฑ์

ในวงการการศึกษาทฤษฎีการสร้างความรู้ (Constructivism) มีมุมมองเกี่ยวกับการเรียนรู้ที่ต่างไปจากเดิม ปัจจุบันทฤษฎีและผลการวิจัยได้ชี้ให้เห็นว่ากระบวนการทางปัญญาของบุคคล

ในการกระทำความเข้าใจในประสบการณ์และสิ่งแวดล้อมรอบ ๆ ตัวว่ามีความหมาย (ทิสนา แจมณี, 2547, หน้า 8) เป็นการสอนที่มุ่งจัดกิจกรรมที่สอดคล้องกับชีวิตประจำวัน เหมาะสมกับความสามารถ และความสนใจของผู้เรียน โดยให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมให้ได้มากที่สุดและลงมือปฏิบัติจริงจนเกิดการเรียนรู้ และความรู้จะพัฒนาขึ้นก็ต่อเมื่อนักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อน ผู้สอน และสภาพแวดล้อม ในการจัดการเรียนการสอนจะต้องให้ผู้เรียนเกิดการรับรู้ บอกได้ อธิบายได้ และเข้าใจได้ว่าสิ่งที่เรียนคืออะไร หมายถึงสิ่งใด (สุคนธ์ สิ้นชพานนท์ และคณะ, 2554, หน้า 123) ดังนั้น การจัดการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึมจึงเป็นวิธีที่น่าสนใจ มีความเหมาะสมกับกระบวนการสร้างมโนทัศน์ ให้ผู้เรียนจัดกระทำ ศึกษา วิเคราะห์ ลองผิดลองถูกกับข้อมูลจนเกิดเป็นความรู้ความเข้าใจ มีปฏิสัมพันธ์ทางสังคม เกิดการแลกเปลี่ยนความรู้ จะทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่กว้าง และหลากหลายขึ้น (วิไลวรรณ แสนพาน, 2553, หน้า 56) สอดคล้องกับงานวิจัยของ กาญจนา คังคะประดิษฐ์ (2547) พบว่า การจัดกระบวนการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม เป็นการพัฒนาให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์ในวิชาเคมี และมีมโนทัศน์ที่ถูกต้อง มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 60 และมีเจตคติต่อวิชาเคมีดีขึ้นกว่าเดิม

จากสภาพปัญหาที่กล่าวมา คือ ผลการทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ รายวิชาวิทยาศาสตร์ (สารและสมบัติของสาร) มีคะแนนเฉลี่ยต่ำกว่า 50% แสดงให้เห็นว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีต่ำ เนื้อหา เรื่อง เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์และผลิตภัณฑ์ ยังประกอบด้วยมโนทัศน์ที่หลากหลาย เป็นนามธรรม และมีคำศัพท์ที่ผู้เรียนไม่คุ้นเคยจึงไม่สามารถรวบรวมมโนทัศน์ตามความเข้าใจของตนเองได้ ส่งผลให้ผู้เรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ไม่เข้าใจมโนทัศน์ เรื่องดังกล่าว อีกทั้งเนื้อหาเกี่ยวข้องกับสภาพปัญหาในปัจจุบัน คือ ปัญหาภาวะโลกร้อน แสดงว่าผู้เรียนส่วนใหญ่ยังมีเจตคติที่ไม่ดีต่อเรื่องดังกล่าว คือ ไม่ตระหนักถึงความสำคัญของการใช้พลังงานเชื้อเพลิงที่มีอยู่อย่างจำกัด สำหรับงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยจึงสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม มุ่งสร้างองค์ความรู้ที่มีอยู่ในทฤษฎี ที่นักเรียนยังไม่รู้หรือยังไม่เกิดความรู้ให้เกิดการสร้างองค์ความรู้ขึ้นหรือขยายองค์ความรู้เดิมที่มีอยู่แล้ว โดยการจัดสถานการณ์ รูปแบบกิจกรรมที่หลากหลายตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม ให้นักเรียนคิดเพื่อแก้ปัญหา ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีเจตคติต่อเนื้อหาเรื่องที่เรียน เพื่อให้ผู้เรียนตระหนักต่อการช่วยลดภาวะโลกร้อน รู้จักใช้เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์และผลิตภัณฑ์อย่างคุ้มค่า เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ และมีเจตคติที่ดีต่อวิชาเคมี เรื่อง เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์และผลิตภัณฑ์

ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา และสามารถนำ  
มโนทัศน์ที่สร้างขึ้นด้วยตนเองไปเชื่อมโยงในการเรียนรู้ในเนื้อหาเรื่องอื่นต่อไป

### วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์และผลิตภัณฑ์  
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม  
ในรายวิชาเคมีกับเกณฑ์ร้อยละ 70
2. เพื่อเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์และ  
ผลิตภัณฑ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎี  
คอนสตรัคติวิซึมในรายวิชาเคมีกับเกณฑ์ร้อยละ 70
3. เพื่อเปรียบเทียบเจตคติต่อวิชาเคมี เรื่อง เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์และผลิตภัณฑ์  
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึมในรายวิชาเคมี  
ก่อนและหลังเรียน

### สมมติฐานการวิจัย

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์และผลิตภัณฑ์ ของนักเรียนชั้น  
มัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึมในรายวิชาเคมีสูงกว่า  
เกณฑ์ร้อยละ 70
2. มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์และผลิตภัณฑ์ ของนักเรียน  
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึมในรายวิชาเคมีสูงกว่า  
เกณฑ์ร้อยละ 70
3. เจตคติต่อวิชาเคมี เรื่อง เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์และผลิตภัณฑ์ ของนักเรียนชั้น  
มัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึมในรายวิชาเคมีสูงกว่า  
ก่อนเรียน

### ประโยชน์ที่ได้รับจากงานวิจัย

1. ได้แผนการจัดการเรียนรู้จากการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม  
ในวิชาเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์และผลิตภัณฑ์ สำหรับผู้สอน  
เพื่อช่วยพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ให้ผู้เรียนเกิดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง  
และมีเจตคติที่ดีต่อวิชาเคมี



2. ได้ข้อมูลเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิชาเคมี เพื่อให้ผู้เรียนนำไปดำเนินการพัฒนาตนเอง และเพื่อให้ครู ผู้ปกครอง และผู้บริหาร นำไปดำเนินการเพื่อพัฒนาผู้เรียนต่อไป

## ขอบเขตการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตการวิจัยไว้ดังนี้

### 1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนแผนการเรียนที่เน้นวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 4 ห้องเรียน จำนวน 145 คน

1.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 1 ห้องเรียน โดยการสุ่มห้องเรียนด้วยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) จำนวน 34 คน

### 2. ตัวแปรที่ศึกษา

2.1 ตัวแปรอิสระ คือ การจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม ตามแนวคิดนี้ มุ่งสร้างองค์ความรู้ที่มีอยู่ในทฤษฎี ที่นักเรียนยังไม่รู้หรือยังไม่เกิดความรู้ ให้เกิดการสร้างองค์ความรู้ขึ้นหรือขยายองค์ความรู้เดิมที่มีอยู่แล้ว

2.2 ตัวแปรตาม คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิชาเคมี

3. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ เรื่อง เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์และผลิตภัณฑ์ ในรายวิชาเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

3.1 ถ่านหิน

3.2 หินน้ำมัน

3.3 ปิโตรเลียม

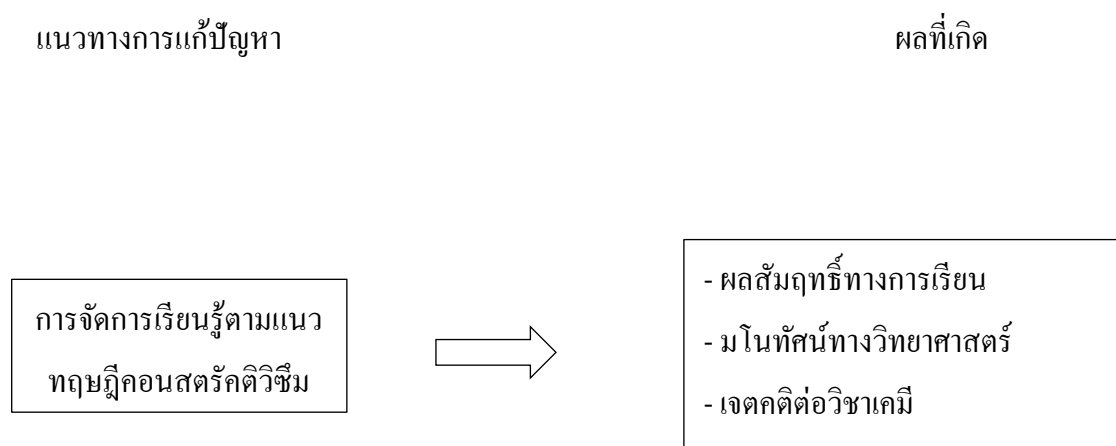
3.4 พอลิเมอร์

### 4. ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ดำเนินการในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 ใช้เวลาในการทดลอง 12 ชั่วโมง ยึดตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการจัดการเรียนรู้และเก็บรวบรวมข้อมูล

## กรอบแนวคิดการวิจัย

จากผลการทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติแสดงให้เห็นว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีต่ำ เรื่อง เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์และผลิตภัณฑ์ ยังประกอบด้วยมโนทัศน์ที่หลากหลายเป็นนามธรรม และมีคำศัพท์ที่ผู้เรียนไม่คุ้นเคยจึงไม่สามารถรวบรวมมโนทัศน์ตามความเข้าใจของตนเองได้ ส่งผลให้ผู้เรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน เนื้อหาดังกล่าวยังเกี่ยวข้องโดยตรงกับสภาพปัญหาภาวะโลกร้อน แสดงว่าผู้เรียนส่วนใหญ่ยังมีเจตคติที่ไม่ดี คือ ไม่ตระหนักถึงความสำคัญของการใช้พลังงานเชื้อเพลิงที่มีอยู่อย่างจำกัด สำหรับงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยจึงสร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบกิจกรรมที่หลากหลายตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม มุ่งสร้างองค์ความรู้ที่มีอยู่ในทฤษฎีที่นักเรียนยังไม่รู้หรือยังไม่เกิดความรู้ ให้เกิดการสร้างองค์ความรู้ขึ้นหรือขยายองค์ความรู้เดิมที่มีอยู่แล้ว โดยการจัดสถานการณ์ ให้นักเรียนคิดเพื่อแก้ปัญหา ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีเจตคติต่อเนื้อหาเรื่องที่เรียน เพื่อให้ผู้เรียนตระหนักต่อการช่วยลดภาวะโลกร้อน รู้จักใช้เชื้อเพลิงอย่างคุ้มค่า เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ และมีเจตคติที่ดีต่อวิชาเคมี ผู้วิจัยจึงกำหนดกรอบแนวคิดการวิจัย ดังแผนภาพที่ 1



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

## นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิซึม หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนสร้างความรู้ด้วยตนเอง จากการให้นักเรียนคิดเพื่อแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่กำหนดขึ้น โดยการสร้างความรู้จากพื้นฐานความรู้เดิม และเชื่อมโยงกับการเรียนรู้ในเนื้อหา กับชีวิตจริง การมีปฏิสัมพันธ์กับบุคคลอื่น มุ่งสร้างความรู้ที่มีอยู่ในทฤษฎี (ความรู้ที่มีผู้ค้นพบไว้แล้ว) ที่นักเรียนยังไม่รู้ หรือยังไม่เกิดความรู้ ให้เกิดการสร้างองค์ความรู้ขึ้น หรือขยายความรู้เดิมที่มีอยู่แล้ว โดยผู้สอนมีบทบาทเป็นเพียงผู้สนับสนุนและอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ ยึดตามทฤษฎีของเพียเจต์ และวิกทอร์สกี แนวคิดของออลชูเบล, ไดรเวอร์ และเบลล์ (Driver and Bell, 1986) ผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยของ ครุณี วิศิษฏ์วงศ์ (2550) โดยดัดแปลงขั้นตอนการสอนระบุไว้ดังนี้

1.1 ขั้นเกิดความขัดแย้งทางปัญญา เป็นขั้นที่นักเรียนเกิดความขัดแย้งทางความคิดที่เป็นผลจากความรู้เดิมกับความรู้ที่รับเข้ามาใหม่ที่อาจจะสอดคล้องกันหรือไม่สอดคล้องกันก็ได้ โดยครูเสนอเหตุการณ์ที่ชวนสงสัยเป็นการกระตุ้น หรือท้าทายให้นักเรียนคิดแก้ปัญหา เพื่อให้ นักเรียนสังเกต ตีความ เชื่อมโยงข้อมูลแล้วนำมาเปรียบเทียบกับความรู้เดิมเพื่อสร้างความรู้ใหม่ หรือขยายความรู้เดิม เป็นคำถามที่นำไปสู่การสืบสอบ

1.2 ขั้นแสวงหาคำตอบ เป็นขั้นที่นักเรียนดำเนินการค้นหาคำตอบ เพื่อลดความขัดแย้งทางปัญญาที่เกิดขึ้นหรือขยายความรู้เดิมให้กว้างขึ้น โดยนักเรียนจัดกลุ่มเพื่อทำการวิเคราะห์งานและตีความ ความสมดุลจะเกิดขึ้นเมื่อ นักเรียนสามารถผสมผสานความคิดใหม่นั้นให้กลมกลืนกับความรู้เดิม

1.3 ขั้นตรวจสอบความเข้าใจ เป็นขั้นที่นักเรียนสื่อความหมายข้อมูล และความคิดเห็น การสร้างคำอธิบายใหม่ และการวิจารณ์คำตอบของปัญหา สามารถสรุปคำตอบที่เป็นข้อตกลงทางสังคมของนักเรียน ในระหว่างนี้นักเรียนแต่ละคนมีโอกาสได้คิดวิเคราะห์ เชื่อมโยงผลการค้นคว้าและกระบวนการเรียนรู้ของกลุ่มต่าง ๆ กับความเข้าใจของตนเอง ใช้เหตุผลในการประนีประนอมความขัดแย้งทางปัญญาของตนเอง จนสามารถสร้างความรู้และกระบวนการเรียนรู้ของตนเองขึ้นมา

1.4 ขั้นใช้ความรู้ที่เรียนมา เป็นขั้นที่นักเรียนนำความรู้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ได้เรียนรู้ไปแล้วมาใช้ในการอธิบาย ตัดสิน แก้ปัญหาต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่เรียนหรือการดำเนินชีวิตของตนเองในบริบทอื่น ๆ ได้อย่างเหมาะสม

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คะแนนความรู้ ความสามารถ และทักษะของผู้เรียน เป็นผลมาจากการเรียนรู้ในวิชาเคมี เรื่อง เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์และผลิตภัณฑ์ ที่บุคคลสามารถ พัฒนาให้ดีขึ้นได้ และเป็นตัวชี้วัดความสำเร็จในการจัดการศึกษา ตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้ โดยวัดตามพฤติกรรมด้านสติปัญญาตามแนวคิดของบลูมใน 6 ระดับ คือ ความรู้-ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ การประเมินค่า สามารถวัดได้จาก แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คือ เครื่องมือที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อวัดความรู้ และ ความสามารถทางวิชาการ ที่ผู้เรียน ได้เรียนรู้มาแล้วว่าสำเร็จตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้เพียงใด สำหรับงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ในวิชาเคมี เรื่อง เชื้อเพลิง ซากดึกดำบรรพ์และผลิตภัณฑ์ จำนวน 30 ข้อ เป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก (Multiple choice test) ซึ่งประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ตอนนำหรือคำถาม (Stem) กับตอนเลือก (Choice) ในตอนเลือกนี้จะประกอบด้วย ตัวเลือกที่เป็นคำตอบถูกและตัวเลือกที่เป็นตัวลวง

3. มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความคิดรวบยอด ความเข้าใจแก่นของวิชา โดย สรุปรูปของบุคคลเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ที่ได้จากการสังเกตหรือประสบการณ์เกี่ยวกับสิ่งนั้น อาจเป็น ชนิด ประเภท คุณสมบัติ คุณลักษณะร่วมกันมาประมวลเข้าด้วยกันเป็นข้อสรุป หรือคำจำกัดความ ของสิ่งนั้น ๆ ทำการวัดโดยใช้แบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ตามจุดประสงค์การเรียนรู้ ในวิชาเคมี พื้นฐาน เรื่อง เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์และผลิตภัณฑ์ สามารถวัดได้จากแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ ทางวิทยาศาสตร์ เป็นเครื่องมือที่มีข้อคำถามที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 20 ข้อ ซึ่งประกอบด้วย 2 ส่วน คือส่วนที่ 1 จะเกี่ยวกับมโนทัศน์ในวิชาเคมี และส่วนที่ 2 การบอกเหตุผลในการเลือกตอบข้อนั้น แล้วนำมาวิเคราะห์หามโนทัศน์และให้คะแนนเป็นรายชื่อ ตามการจัดลำดับมโนทัศน์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สถาบัน ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2532 อ้างถึงใน นัฐกานต์ นามนิมิตรานนท์, 2557, หน้า 69) โดยได้กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนไว้ดังนี้

3.1 มโนทัศน์สมบูรณ์ หมายถึง คำตอบถูกและให้เหตุผลครบองค์ประกอบที่สำคัญ ของแต่ละมโนทัศน์ ให้ 3 คะแนน

3.2 มโนทัศน์ที่ไม่สมบูรณ์ หมายถึง คำตอบถูกและให้เหตุผลถูกต้องแต่ขาด องค์ประกอบบางส่วนที่สำคัญของแต่ละมโนทัศน์ ให้ 2 คะแนน

3.3 มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน หมายถึง คำตอบถูกต้อง แต่การให้เหตุผลมีบางส่วน ถูกต้องและบางส่วนไม่ถูกต้อง ให้ 1 คะแนน

3.4 ความเข้าใจผิด หมายถึง คำตอบถูกหรือผิด แต่การให้เหตุผลไม่ถูกต้อง หรือ ไม่ตอบคำถามให้ 0 คะแนน

4. เจตคติต่อวิชาเคมี (Attitude toward chemistry) หมายถึง ความรู้สึกของผู้เรียนต่อวิชาเคมี เมื่อได้รับประสบการณ์ต่าง ๆ ทั้งนามธรรมและรูปธรรม ทำให้เกิดความรู้สึกชอบหรือไม่ชอบเรียนวิชาเคมี ซึ่งมีผลต่อระดับคะแนนหรือผลการเรียนของนักเรียนแต่ละคน ที่จะแสดงออกมาเป็นความคิดเห็นหรือพฤติกรรมต่าง ๆ สามารถวัดได้จากแบบวัดเจตคติที่ประกอบด้วยคำถามที่มีลักษณะการตอบแบบประมาณค่า (Rating scale) 5 ระดับ ซึ่งแบ่งเป็น 5 ด้าน ดังนี้

4.1 ความคิดเห็นทั่วไปต่อวิชาเคมี หมายถึง ความคิดและทัศนคติทั่วไปต่อวิชาเคมี

4.2 การเห็นความสำคัญของวิชาเคมี หมายถึง การเห็นความสำคัญและประโยชน์ของวิชาเคมี

4.3 ความสนใจในวิชาเคมี หมายถึง ความรู้สึกสนใจและมีความกระตือรือร้นในการเรียนวิชาเคมี

4.4 ความนิยมชมชอบในวิชาเคมี หมายถึง การรู้ชื่นชอบและชื่นชมต่อวิชาเคมี

4.5 การแสดงออกหรือมีส่วนร่วมกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับวิชาเคมี หมายถึง

การแสดงออกและการแสดงการมีส่วนร่วมในกิจกรรมต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับวิชาเคมี สามารถวัดได้จากแบบวัดเจตคติต่อวิชาเคมี เป็นเครื่องมือที่ใช้สอบถามความคิดเห็นหรือความรู้สึกของนักเรียนที่มีต่อวิชาเคมี ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ตามวิธีการของลิเกิร์ต (Likert) ซึ่งเป็นข้อคำถามที่มีลักษณะการตอบแบบมาตราส่วนประเมินค่า (Rating scale) 5 ระดับความคิดเห็น คือ เห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วยไม่แน่ใจ ไม่เห็นด้วย ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง ประกอบด้วยข้อคำถามเชิงนิมิต (Positive) จำนวน 15 ข้อ และข้อคำถามเชิงนิเสธ (Negative) จำนวน 15 ข้อ รวมทั้งหมด 30 ข้อ

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยมุ่งศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิชาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างการจัดการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้

1. หลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา
2. แนวคิดและทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
4. มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์
5. เจตคติต่อวิชาเคมี
6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### หลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา

โรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา ชลบุรี มีเป้าหมายสำคัญในการจัดการศึกษา คือ มุ่งพัฒนานักเรียนให้มีความรู้ ทักษะและคุณลักษณะตามที่กำหนดไว้ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (คู่มือนักเรียนและผู้ปกครอง, 2557, หน้า 40) และเน้นส่งเสริมให้นักเรียนให้มีความรู้ตามความถนัดและมีคุณธรรมและค่านิยมที่ถูกต้อง สามารถปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ ตามความถนัดได้ อย่างมีประสิทธิภาพและมีระเบียบวินัยในการดำเนินชีวิต ซึ่งนอกจากการจัดการเรียนการสอนตามสาระการเรียนรู้แล้ว ยังมีการจัดกิจกรรมเพื่อพัฒนาผู้เรียนทั้งด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สมรรถนะและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

#### ภารกิจสำคัญในการจัดการศึกษาของโรงเรียน

1. พัฒนานักเรียนให้มีความรู้ ทักษะและคุณลักษณะตามที่กำหนดไว้ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551
2. ส่งเสริมให้นักเรียนให้มีความรู้ความถนัดของแต่ละบุคคล
3. ปลูกฝังนักเรียนให้มีคุณธรรมและค่านิยมที่ถูกต้อง

4. สนับสนุนให้นักเรียนสามารถปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ ตามความถนัดได้อย่างมีประสิทธิภาพ

5. เสริมสร้างนักเรียนให้มีระเบียบวินัยในการดำเนินชีวิต

#### จุดหมาย

โรงเรียนได้กำหนดจุดหมายเพื่อให้เกิดกับนักเรียน เมื่อจบการศึกษาขั้นพื้นฐาน ดังนี้

1. มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมอันพึงประสงค์ เห็นคุณค่าของตนเอง มีวินัย และปฏิบัติตนตามหลักธรรมของพุทธศาสนา หรือศาสนาที่ตนนับถือ ยึดหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

2. มีความรู้ ความสามารถในการสื่อสาร การคิด การแก้ปัญหา การใช้เทคโนโลยีและมีทักษะชีวิต

3. มีสุขภาพกายและสุขภาพจิตที่ดี มีสุขนิสัย และรักการออกกำลังกาย

4. มีความรักชาติ มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยและพลเมืองโลก ยึดมั่นในวิถีชีวิต และการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข

5. มีจิตสำนึกในการอนุรักษ์วัฒนธรรมและภูมิปัญญาไทย การอนุรักษ์และพัฒนาสิ่งแวดล้อม มีจิตสาธารณะที่มุ่งทำประโยชน์และสร้างสิ่งที่ดีงามในสังคม และอยู่ร่วมกันในสังคมอย่างมีความสุข

#### เอกลักษณ์ของโรงเรียน

“โรงเรียนแห่งการเรียนรู้ โดยใช้กิจกรรมเป็นฐาน”

#### คุณลักษณะอันพึงประสงค์

หลักสูตรสถานศึกษา โรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา พ.ศ. 2557

มุ่งพัฒนานักเรียนให้มีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ดังนี้

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

#### สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

1. ความสามารถในการสื่อสาร
2. ความสามารถในการคิด
3. ความสามารถในการแก้ปัญหา
4. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต
5. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี

#### **การศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย (ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6)**

เป็นการจัดการศึกษาที่เน้นให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง เป็นการจัดการเรียนที่เพิ่มพูนความรู้ และทักษะเฉพาะด้าน ตอบสนองความถนัดและความสนใจของนักเรียน ส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะการใช้วิทยาการและเทคโนโลยีทักษะกระบวนการคิดขั้นสูง สามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ในการศึกษาต่อ

#### **หลักสูตรและโปรแกรม**

หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย เป็นหลักสูตรสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ถึงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีเกณฑ์การจบเป็นไปตามหลักสูตรแกนกลาง การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 มุ่งเน้นกระบวนการเรียนรู้ การสืบค้น และการสืบเสาะ แสวงหาความรู้ด้วยตนเอง มีการวัดและประเมินผลเป็นรายภาคเรียน

โปรแกรมวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ เป็นแผนการเรียนที่กำหนดรายวิชาเพิ่มเติมที่เน้นวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์

#### **สาระและมาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (8 สาระ 13 มาตรฐาน)**

สาระที่ 3 สสารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับ โครงสร้าง และแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ นำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยา มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

#### **คุณภาพผู้เรียนระดับมัธยมศึกษา**

##### **จบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6**

- เข้าใจโครงสร้างและการทำงานของระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิต และความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตที่หลากหลายในสิ่งแวดล้อมที่แตกต่างกัน



- เข้าใจสมบัติและการจำแนกกลุ่มของวัสดุ สถานะของสาร สมบัติของสารและการทำให้สารเกิดการเปลี่ยนแปลง สารในชีวิตประจำวัน การแยกสารอย่างง่าย
- เข้าใจผลที่เกิดจากการออกแรงกระทำกับวัตถุ ความดัน หลักการเบื้องต้นของแรงลอยตัว สมบัติและปรากฏการณ์เบื้องต้นของแสง เสียง และวงจรไฟฟ้า
- เข้าใจลักษณะ องค์ประกอบ สมบัติของผิวโลก และบรรยากาศ ความสัมพันธ์ของดวงอาทิตย์ โลก และดวงจันทร์ที่มีผลต่อการเกิดปรากฏการณ์ธรรมชาติ
- ตั้งคำถามเกี่ยวกับสิ่งที่จะเรียนรู้ คาดคะเนคำตอบหลายแนวทาง วางแผนและสำรวจตรวจสอบโดยใช้เครื่องมือ อุปกรณ์ วิเคราะห์ข้อมูล และสื่อสารความรู้จากผลการสำรวจตรวจสอบ
- ใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการดำรงชีวิต และการศึกษาความรู้เพิ่มเติม ทำโครงการหรือชิ้นงานตามที่กำหนดให้หรือตามความสนใจ
- แสดงถึงความสนใจ มุ่งมั่น รับผิดชอบ รอบคอบและซื่อสัตย์ในการสืบเสาะหาความรู้
- ตระหนักในคุณค่าของความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี แสดงความชื่นชม ยกย่องและเคารพสิทธิในผลงานของผู้คิดค้น
- แสดงถึงความซาบซึ้ง ห่วงใย แสดงพฤติกรรมเกี่ยวกับการใช้การดูแลรักษาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างรู้คุณค่า
- ทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ แสดงความคิดเห็นของตนเองและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น
- เข้าใจการรักษาคุณภาพของเซลล์และกลไกการรักษาคุณภาพของสิ่งมีชีวิต
- เข้าใจกระบวนการถ่ายทอดสารพันธุกรรม การแปรผัน มิวเทชัน วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตและปัจจัยที่มีผลต่อการอยู่รอดของสิ่งมีชีวิตในสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ
- เข้าใจกระบวนการ ความสำคัญและผลของเทคโนโลยีชีวภาพต่อมนุษย์ สิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม
- เข้าใจชนิดของอนุภาคสำคัญที่เป็นส่วนประกอบในโครงสร้างอะตอม การจัดเรียงธาตุในตารางธาตุ การเกิดปฏิกิริยาเคมีและเขียนสมการเคมี ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
- เข้าใจชนิดของแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคและสมบัติต่าง ๆ ของสารที่มีความสัมพันธ์กับแรงยึดเหนี่ยว
- เข้าใจการเกิดปิโตรเลียม การแยกแก๊สธรรมชาติและการกลั่นลำดับส่วนน้ำมันดิบ การนำผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียมไปใช้ประโยชน์และผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม
- เข้าใจชนิด สมบัติ ปฏิกิริยาที่สำคัญของพอลิเมอร์และสารชีวโมเลกุล

- เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณที่เกี่ยวกับการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ สมบัติของคลื่นกล คุณภาพของเสียงและการได้ยิน สมบัติ ประโยชน์และโทษของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า กัมมันตภาพรังสีและพลังงานนิวเคลียร์

- เข้าใจกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลกและปรากฏการณ์ทางธรณีที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

- เข้าใจการเกิดและวิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซี เอกภพและความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศ

- เข้าใจความสัมพันธ์ของความรู้วิทยาศาสตร์ที่มีผลต่อการพัฒนาเทคโนโลยีประเภทต่าง ๆ และการพัฒนาเทคโนโลยีที่ส่งผลให้มีการคิดค้นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ก้าวหน้า ผลของเทคโนโลยีต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

- ระบุปัญหา ตั้งคำถามที่จะสำรวจตรวจสอบ โดยมีการกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ สืบค้นข้อมูลจากหลายแหล่ง ตั้งสมมติฐานที่เป็นไปได้หลายแนวทาง ตัดสินใจเลือกตรวจสอบสมมติฐานที่เป็นไปได้

- วางแผนการสำรวจตรวจสอบเพื่อแก้ปัญหาหรือตอบคำถาม วิเคราะห์ เชื่อมโยงความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ โดยใช้สมการทางคณิตศาสตร์หรือสร้างแบบจำลองจากผลหรือความรู้ที่ได้รับจากการสำรวจตรวจสอบ

- สื่อสารความคิด ความรู้จากผลการสำรวจตรวจสอบโดยการพูด เขียน จัดแสดง หรือใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ

- อธิบายความรู้และใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการดำรงชีวิต การศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม ทำโครงการหรือสร้างชิ้นงานตามความสนใจ

- แสดงถึงความสนใจ มุ่งมั่น รับผิดชอบ รอบคอบและซื่อสัตย์ในการสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้เครื่องมือและวิธีการที่ได้ผลถูกต้องเชื่อถือได้

- ตระหนักในคุณค่าของความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ใช้ในชีวิตประจำวัน การประกอบอาชีพ แสดงถึงความชื่นชม ภูมิใจ ยกย่อง อ้างอิงผลงาน ชิ้นงานที่เป็นผลจากภูมิปัญญาท้องถิ่นและการพัฒนาเทคโนโลยีที่ทันสมัย

- แสดงความซาบซึ้ง ห่วงใย มีพฤติกรรมเกี่ยวกับการใช้และรักษาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างรู้คุณค่า เสนอตัวเองร่วมมือปฏิบัติกับชุมชนในการป้องกัน ดูแลทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมของท้องถิ่น

- แสดงถึงความพอใจ และเห็นคุณค่าในการค้นพบความรู้ พบคำตอบ หรือแก้ปัญหาได้
- ทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ แสดงความคิดเห็น โดยมีข้อมูลอ้างอิงและเหตุผลประกอบ เกี่ยวกับผลของการพัฒนาและการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างมีคุณธรรมต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม และยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

### สาระที่ 3: สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว 3.1: เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ว.3.1 ม.4-6/1 สืบค้นข้อมูลและอธิบายโครงสร้างอะตอม และ สัญลักษณ์นิวเคลียร์ของธาตุ

ว.3.1 ม.4-6/2 วิเคราะห์และอธิบายการจัดเรียงอิเล็กตรอนในอะตอม ความสัมพันธ์ระหว่างอิเล็กตรอนในระดับพลังงานนอกสุดกับสมบัติของธาตุและการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ว.3.1 ม.4-6/3 อธิบายการจัดเรียงและทำนายแนวโน้มสมบัติของธาตุในตารางธาตุ

ว.3.1 ม.4-6/4 วิเคราะห์และอธิบายการเกิดพันธะเคมีใน โครงผลึกและใน โมเลกุลของสาร

ว.3.1 ม.4-6/5 สืบค้นข้อมูลและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างจุดเดือด จุดหลอมเหลว และสถานะของสารกับแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคของสาร

มาตรฐาน ว 3.2 : เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยาเคมี มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ว.3.2 ม.4-6/1 ทดลอง อธิบายและเขียนสมการของปฏิกิริยาเคมีทั่วไปที่พบในชีวิตประจำวัน รวมทั้งอธิบายผลของสารเคมีที่มีต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

ว.3.2 ม.4-6/2 ทดลองและอธิบายอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ว.3.2 ม.4-6/3 สืบค้นข้อมูลและอธิบายการเกิดปิโตรเลียม กระบวนการแยกแก๊สธรรมชาติ และการกลั่นลำดับส่วน น้ำมันดิบ

ว.3.2 ม.4-6/4 สืบค้นข้อมูลและอภิปรายการนำผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการแยกแก๊สธรรมชาติ และการกลั่นลำดับส่วนน้ำมันดิบไปใช้ประโยชน์ รวมทั้งผลของผลิตภัณฑ์ต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

ว.3.2 ม.4-6/5 ทดลองและอธิบายการเกิดพอลิเมอร์ สมบัติของพอลิเมอร์

ว.3.2 ม.4-6/6 อภิปรายการนำพอลิเมอร์ไปใช้ประโยชน์ รวมทั้งผลที่เกิดจากการผลิตและใช้พอลิเมอร์ต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

ว.3.2 ม.4-6/7 7. ทดลองและอธิบายของค์ประกอบ ประโยชน์ และปฏิกิริยาบางชนิดของคาร์โบไฮเดรต

ว.3.2 ม.4-6/8 ทดลองและอธิบายของค์ประกอบ ประโยชน์และปฏิกิริยาบางชนิดของไขมันและน้ำมัน

ว.3.2 ม.4-6/9 ทดลองและอธิบายของค์ประกอบ ประโยชน์และปฏิกิริยาบางชนิดของโปรตีน และกรดนิวคลีอิก

การจัดการเรียนการสอนที่ทำให้ผู้เรียนมีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น ต้องคำนึงถึงหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และหลักสูตรของสถานศึกษา โดยคำอธิบายรายวิชาเคมีเพิ่มเติม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา ประจำปีการศึกษา 2558 สรุปได้ดังนี้

**คำอธิบายรายวิชาเคมีเพิ่มเติม โรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา**

ศึกษาเกี่ยวกับการเกิดและการใช้ประโยชน์ถ่านหินและหินน้ำมัน การเกิดและการสำรวจปิโตรเลียม การกลั่นน้ำมันดิบและการแยกแก๊สธรรมชาติ ปิโตรเคมีภัณฑ์ ศึกษาปฏิกิริยาพอลิเมอร์ไรเซชัน โครงสร้างและสมบัติของพอลิเมอร์ ผลิตภัณฑ์จากพอลิเมอร์ได้แก่ พลาสติก เส้นใยและยาง ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีของผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์สังเคราะห์และศึกษาภาวะมลพิษที่เกิดจากการผลิตและการใช้ผลิตภัณฑ์จากเชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ ศึกษาค้นคว้าข้อมูลการผลิตการนำไปใช้ประโยชน์ ผลกระทบเกี่ยวกับธาตุและสารประกอบในอุตสาหกรรม เช่น อุตสาหกรรมแร่ อุตสาหกรรมเซรามิกส์ อุตสาหกรรมเกี่ยวกับโซเดียมคลอไรด์ อุตสาหกรรมปุ๋ย โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์สืบเสาะหาความรู้ การสืบค้นข้อมูล การอภิปราย เพื่อให้เกิดความรู้ ความเข้าใจ สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ได้

**ผลการเรียนรู้**

1. อธิบายการเกิดถ่านหิน หินน้ำมัน และปิโตรเลียม กระบวนการแยกแก๊สธรรมชาติและการกลั่นลำดับส่วนน้ำมันดิบได้

2. สืบค้นข้อมูลและอภิปรายการนำผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการแยกแก๊สธรรมชาติและการกลั่นลำดับส่วนน้ำมันดิบ ไปใช้ประโยชน์ รวมทั้งผลของผลิตภัณฑ์ต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมได้

3. อธิบายการเกิด และสมบัติของพอลิเมอร์ได้

4. อธิบายความหมายของพอลิเมอร์ มอนอเมอร์ และปฏิกิริยาพอลิเมอไรเซชันแบบเติม และแบบควบแน่นได้

5. บอกการนำพอลิเมอร์ไปใช้ประโยชน์ รวมทั้งผลที่เกิดจากการผลิตและการใช้พอลิเมอร์ต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมได้

6. อธิบายแหล่งแร่ กระบวนการผลิตทองแดง สังกะสี ดีบุก ทั้งสแตน พลวง แคลเมียม แทนทาลัมและไนโอเบียม และเซอร์โคเนียม

7. อธิบายการนำแร่ต่าง ๆ ไปใช้ประโยชน์ และผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมได้

8. อธิบายวัตถุดิบ และกระบวนการผลิต ของเซรามิก แก้ว และปูนซีเมนต์ได้

9. อธิบายแหล่งผลิตและกระบวนการผลิต การใช้ประโยชน์ และการป้องกันผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของโซเดียมคลอไรด์ โซดาไฟ ผงฟอกขาว โซดาแอชได้

10. อธิบายความหมาย กระบวนการผลิต ประเภทของปุ๋ย ประโยชน์ และผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของปุ๋ยแต่ละประเภทได้

#### เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์และผลิตภัณฑ์

สำหรับงานวิจัยนี้ ได้ทำการศึกษา เนื้อหาวิชา หน่วยการเรียนรู้ในเรื่อง เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์และผลิตภัณฑ์ สรุปรูปเนื้อหาสาระที่สำคัญ ดังนี้

ตารางที่ 2-1 แสดงหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์และผลิตภัณฑ์

ผลการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้
1. อธิบายการเกิดถ่านหิน หินน้ำมัน และปิโตรเลียม กระบวนการแยกแก๊สธรรมชาติ และการกลั่นลำดับส่วนน้ำมันดิบได้	1. นักเรียนสามารถอธิบายการเกิดและการจำแนกชนิดของถ่านหินตามอายุการเกิดได้ 2. นักเรียนสามารถอธิบายการเกิดหินน้ำมันได้
2. สืบค้นข้อมูลและอภิปรายการนำผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการแยกแก๊สธรรมชาติและการกลั่นลำดับส่วนน้ำมันดิบไปใช้ประโยชน์ รวมทั้งผลของผลิตภัณฑ์ต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมได้	3. นักเรียนสามารถอธิบายการเกิดปิโตรเลียมวิธีการสำรวจ และขุดเจาะปิโตรเลียมได้ 4. นักเรียนสามารถอธิบายวิธีการแยกแก๊สธรรมชาติและการกลั่นลำดับส่วนน้ำมันดิบได้
3. อธิบายความหมายของพอลิเมอร์ มอนอเมอร์ และปฏิกิริยาพอลิเมอไรเซชัน	5. นักเรียนสามารถอภิปรายการนำผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการแยกแก๊สธรรมชาติและการกลั่นลำดับส่วนน้ำมันดิบไปใช้ประโยชน์

ตารางที่ 2-1 (ต่อ)

ผลการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้
แบบเต็มและแบบควบแน่นได้	รวมทั้งผลของผลิตภัณฑ์ต่อสิ่งมีชีวิตและ
4. อธิบายการเกิด และสมบัติของพอลิเมอร์ได้	สิ่งแวดล้อมได้
5. บอกการนำพอลิเมอร์ไปใช้ประโยชน์	6. นักเรียนสามารถอธิบายความหมายของ
รวมทั้งผลที่เกิดจากการผลิตและการใช้	มอนอเมอร์และพอลิเมอร์ได้
พอลิเมอร์ต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมได้	7. นักเรียนสามารถอธิบายการเกิด
	พอลิเมอร์เซชันแบบเต็มและแบบควบแน่น
	ได้
	8. นักเรียนสามารถยกตัวอย่างพอลิเมอร์
	ธรรมชาติและพอลิเมอร์สังเคราะห์ได้
	9. นักเรียนสามารถอธิบายความสัมพันธ์
	ระหว่างโครงสร้างกับสมบัติของพอลิเมอร์ได้
	10. นักเรียนสามารถเปรียบเทียบสมบัติของ
	เทอร์โมพลาสติกและเทอร์โมเซตได้
	11. นักเรียนสามารถเลือกใช้ประโยชน์ของ
	เทอร์โมพลาสติกและเทอร์โมเซตได้
	12. นักเรียนสามารถบอกความหมายและ
	การใช้ประโยชน์ของพลาสติกได้
	13. นักเรียนสามารถบอกลักษณะโครงสร้าง
	สมบัติ และประโยชน์ของยางธรรมชาติและ
	ยางสังเคราะห์ได้
	14. นักเรียนสามารถบอกสมบัติ และประโยชน์
	ของเส้นใยธรรมชาติและเส้นใยสังเคราะห์ได้

### สรุปสาระสำคัญดังนี้

ถ่านหินเกิดจากการทับถมและสลายตัวของซากพืช มีธาตุคาร์บอนเป็นองค์ประกอบหลัก สามารถจำแนกอายุการเกิดและปริมาณคาร์บอนที่เป็นองค์ประกอบได้เป็น พีต ลิกไนต์ ซับซิทูมินัส บีทูมินัส และแอนทราไซต์

หินน้ำมันเกิดจากการสะสมและทับถมของซากพืชพวกสาหร่ายและสัตว์เล็กอื่น ๆ ภายใต้อุณหภูมิและภาวะที่เหมาะสมเป็นเวลานานนับล้านปี เกิดสารอินทรีย์ คือ เคอโรเจน

สารผสมของสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่เกิดจากการทับถมและสลายตัวของซากพืช และสัตว์บริเวณใต้ทะเลเป็นเวลานานภายใต้อุณหภูมิและความดันสูงจนเปลี่ยนสภาพเป็น น้ำมันดิบและแก๊สธรรมชาติรวมเรียกว่า ปิโตรเลียม

มอนอเมอร์ หมายถึง โมเลกุลเดี่ยวหรือหน่วยย่อยที่เป็นองค์ประกอบของพอลิเมอร์

พอลิเมอร์ คือสารประกอบที่มีโมเลกุลขนาดใหญ่ ที่ประกอบด้วยโมเลกุลเดี่ยวจำนวนมากที่เหมือนหรือแตกต่างกัน เชื่อมต่อกันด้วยพันธะโควาเลนต์

เทอร์มอพลาสติก เป็นพอลิเมอร์ที่มีโครงสร้างโมเลกุลเป็นแบบเส้นหรือแบบกิ่ง จะอ่อนตัวเมื่อได้รับความร้อน และเมื่ออุณหภูมิลดลงจะแข็งตัว

เทอร์โมเซต เป็นพอลิเมอร์ที่มีโครงสร้างโมเลกุลเชื่อมต่อกันเป็นร่างแห เมื่อได้รับความร้อนจะไม่หลอมและไม่สามารถเปลี่ยนรูปร่างได้

พลาสติก คือ สารสังเคราะห์ประเภทพอลิเมอร์ที่นักวิทยาศาสตร์สังเคราะห์ขึ้น

ประโยชน์ของพลาสติกบางชนิด เช่น พอลิเอทิลีนใช้ทำถุงพลาสติก, พอลิโพรพิลีนใช้ทำถุงร้อนใส่อาหาร, พอลิสไตรีนใช้ทำโฟม, พอลิไวนิลคลอไรด์ทำกระเบื้องยาง ท่อน้ำ

สัญลักษณ์ของพลาสติกกรีไซเคิล ได้แก่ PETE มีความใส มองทะลุได้ มีความแข็งแรง ทนทานและเหนียว เช่น ขวดน้ำดื่ม, HDPE มีความนุ่ม เหนียว ไม่แตกง่าย มีความหนาแน่นสูง เช่น ขวดนม, V มีทั้งแข็งตัวและนิ่ม เช่น ท่อ PVC

ยาง เป็นพอลิเมอร์ที่มีสมบัติพิเศษ คือ มีความยืดหยุ่น

เส้นใย เป็นพอลิเมอร์ชนิดหนึ่งประกอบด้วยมอนอเมอร์จำนวนมาก มีโครงสร้างเหมาะสมกับการรีด ปั่นเป็นด้าย

ดังนั้น ในการวิจัยครั้งนี้จึงทำการศึกษามาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (เคมี) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 หลักสูตรของสถานศึกษา และคำอธิบายรายวิชาเคมีเพิ่มเติม เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์อย่างครบถ้วนในเนื้อหาที่ได้จากมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ และเพื่อให้ผู้เรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาเคมีควบคู่กันไปด้วย ยังต้องศึกษาแนวคิดและทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม

เพื่อนำไปใช้ในการออกแบบแผนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึ่มเพิ่มเติมอีกด้วย

## แนวคิดและทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึ่ม

### ทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึ่ม (Constructivism)

ทศนา แคมมณี (2552, หน้า 90) นำเสนอความคิดของวิกทอทสกี (Vygotsky) เป็นนักจิตวิทยาชาวรัสเซียที่ได้ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับพัฒนาการทางเชาวน์ปัญญาในสมัยเดียวกันกับเพียเจต์ (Piaget) ผลงานของเขาเป็นที่ยอมรับกันในประเทศรัสเซียและเริ่มเผยแพร่สู่ประเทศสหรัฐอเมริกาและประเทศต่าง ๆ ในยุโรปเมื่อได้รับการแปลเป็นภาษาอังกฤษในปี ค.ศ. 1962 ต่อมาในปี ค.ศ. 1986 โคซูลิน (Kozulin) ได้แปลและปรับปรุงหนังสือของวิกทอทสกีอีกครั้งหนึ่ง เป็นผู้ทำให้มีผู้นิยมนำมาประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอนอย่างแพร่หลาย

ทฤษฎีพัฒนาการทางเชาวน์ปัญญาของเพียเจต์และของวิกทอทสกีเป็นรากฐานที่สำคัญของทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) เพียเจต์อธิบายว่า พัฒนาการทางเชาวน์ปัญญาของบุคคลมีการปรับตัวผ่านทางกระบวนการซึมซาบหรือดูดซึม (Assimilation) และกระบวนการปรับโครงสร้างทางปัญญา (Accommodation) พัฒนาการเกิดขึ้นเมื่อบุคคลรับและซึมซาบข้อมูลหรือประสบการณ์ใหม่เข้าไปสัมพันธ์กับความรู้หรือโครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่เดิม หากไม่สามารถสัมพันธ์กันได้ จะเกิดภาวะไม่สมดุล (Disequilibrium) บุคคลจะพยายามปรับสภาวะให้อยู่ในสภาวะสมดุล (Equilibrium) โดยใช้กระบวนการปรับโครงสร้างทางปัญญา (Accommodation) เพียเจต์เชื่อว่า คนทุกคนจะมีการพัฒนาเชาวน์ปัญญาไปตามลำดับขั้น จากการมีปฏิสัมพันธ์และประสบการณ์กับสิ่งแวดล้อมตามธรรมชาติ และประสบการณ์ที่เกี่ยวกับการคิดเชิงตรรกะและคณิตศาสตร์ (Logico-mathematical experience) รวมทั้งการถ่ายทอดความรู้ทางสังคม (Social transmission) วุฒิภาวะ (Maturity) และกระบวนการพัฒนาความสมดุล (Equilibrium) ของบุคคลนั้น ส่วนวิกทอทสกี ให้ความสำคัญกับวัฒนธรรมและสังคมมาก เขาอธิบายว่า มนุษย์ได้รับอิทธิพลจากสิ่งแวดล้อมตั้งแต่แรกเกิด ซึ่งนอกจากสิ่งแวดล้อมจากธรรมชาติแล้วก็มีสิ่งแวดล้อมทางสังคมซึ่งก็คือวัฒนธรรมที่แต่ละสังคมสร้างขึ้น ดังนั้นสถาบันสังคมต่าง ๆ เริ่มตั้งแต่สถาบันครอบครัวจะมีอิทธิพลต่อพัฒนาการทางเชาวน์ปัญญาของแต่ละบุคคล นอกจากนั้น ภาษายังเป็นเครื่องมือสำคัญของการคิดและการพัฒนาเชาวน์ปัญญาขั้นสูง พัฒนาการทางภาษาและทางความคิดของเด็กเริ่มด้วยการพัฒนาที่แยกจากกัน แต่เมื่ออายุมากขึ้น พัฒนาการทั้ง 2 ด้านจะเป็นไปพร้อมกัน

ทั้งเพียเจต์และวิกทอทสกี นับว่าเป็นนักทฤษฎีการเรียนรู้ในกลุ่มพุทธินิยม (Cognitivism) ซึ่งเป็นกลุ่มที่ให้ความสนใจศึกษาเกี่ยวกับ “Cognition” หรือกระบวนการรู้คิด หรือกระบวนการ



การทางปัญญา นักคิดคนสำคัญในกลุ่มนี้ คือ อุลริค ไนซ์เซอร์ (Ulrich neisser) ได้ให้คำนิยามของคำนี้ไว้ว่า “เป็นกระบวนการรู้คิดของสมองในการปรับ เปลี่ยน ลด ตัดทอน ขยาย จัดเก็บ และใช้ข้อมูลต่าง ๆ ที่รับเข้ามาทางประสาทสัมผัส ซึ่งอาจจะเกิดหรือไม่เกิดจากการกระตุ้นของสิ่งเร้าภายนอกก็ได้ ดังนั้น การรู้สึก การรับรู้ จินตนาการ การระลึกได้ การจำ การคงอยู่ การแก้ปัญหา การคิดและอื่น ๆ อีกมาก จึงถือได้ว่าเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการรู้คิดนี้”

เพื่อให้เข้าใจแนวคิดของทฤษฎีการสร้างความรู้ได้ง่ายขึ้น ผู้เขียนจึงขอเปรียบเทียบแนวคิดนี้กับแนวคิดของทฤษฎีกลุ่มปรนัยนิยม (Objectivism) ซึ่งมีความเห็นว่า โลกนี้มีความรู้ความจริง ซึ่งเป็นแก่นแท้แน่นอนไม่เปลี่ยนแปลง การศึกษาคือการให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ความรู้ความจริงเหล่านี้ ดังนั้น ครูจึงต้องพยายามถ่ายทอดความรู้ความจริงนี้ให้ผู้เรียน และผู้เรียนจะสามารถรับสิ่งที่ครูถ่ายทอดได้อย่างเข้าใจตามที่ครูต้องการแต่นักทฤษฎีกลุ่มการสร้างความรู้มีความเห็นว่า แม้โลกนี้จะมียุ่อยู่จริงและสิ่งต่าง ๆ ที่อยู่ในโลกจริง แต่ความหมายของสิ่งเหล่านี้มิได้มีอยู่ในตัวของมัน สิ่งต่าง ๆ มีความหมายขึ้นจากการคิดของคนที่ได้รับรู้สิ่งนั้นและแต่ละคนจะให้ความหมายแก่สิ่งเดียวกัน แตกต่างไปอย่างหลากหลาย ดังนั้น สิ่งต่าง ๆ ในโลกนี้จึงไม่มีความหมายที่ถูกต้องหรือเป็นจริงที่สุด แต่ขึ้นกับความหมายของคนในโลก คนแต่ละคนเกิดความคิดจากประสบการณ์ ดังนั้น สิ่งแวดล้อมที่อยู่ในประสบการณ์นั้น ก็ย่อมเป็นส่วนหนึ่งของความคิดนั้นหรือเป็นความหมายส่วนหนึ่งของความคิดนั้น ด้วยเหตุนี้วิถีสอนที่เน้นความสำคัญของความแตกต่างระหว่างบุคคลและการให้ความช่วยเหลือผู้เรียนให้ก้าวหน้าจากระดับที่พัฒนาการที่เป็นอยู่ไปถึงระดับพัฒนาการที่เด็กมีศักยภาพจะไปถึงได้

Jonassen (1992, p. 137) กล่าวว่า ทฤษฎีการสร้างความรู้จะให้ความสำคัญกับกระบวนการและวิธีการของบุคคลในการสร้างความรู้ความเข้าใจจากประสบการณ์ รวมทั้งโครงสร้างทางปัญญาและความเชื่อที่ใช้ในการแปลความหมายเหตุการณ์และสิ่งต่าง ๆ เขาเชื่อว่าคนทุกคนมีโลกของตัวเอง ซึ่งเป็นโลกที่สร้างขึ้นด้วยความคิดของตนเองและคงไม่มีใครกล่าวได้ว่าโลกไหนจะเป็นจริงไปกว่านั้นเพราะโลกของใครก็คงเป็นจริงสำหรับคนนั้น ดังนั้น โลกนี้จึงไม่มีความจริงเดียวที่จริงที่สุด ทฤษฎีการเรียนรู้กลุ่มนี้ถือว่า สมองเป็นเครื่องมือที่สำคัญที่สุดที่เราสามารถใช้ในการแปลความหมายของปรากฏการณ์ เหตุการณ์ และสิ่งต่าง ๆ ในโลกนี้ ซึ่งการแปลความหมายดังกล่าวเป็นเรื่องที่เป็นส่วนตัว (Personal) และเป็นเรื่องเฉพาะตัว (Individualistic) เพราะการแปลความหมายของแต่ละบุคคลขึ้นกับการรับรู้ ประสบการณ์ ความเชื่อ ความต้องการ ความสนใจและภูมิหลังของแต่ละบุคคลซึ่งมีความแตกต่างกัน สรุปได้ว่า การเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้เป็นกระบวนการในการในการ “Acting on” ไม่ใช่ “Taking in” กล่าวคือ เป็นกระบวนการที่ผู้เรียนจะต้องจัดกระทำกับข้อมูล ไม่ใช่เพียงรับข้อมูลเข้ามา และนอกจาก

กระบวนการเรียนรู้จะเป็นกระบวนการปฏิสัมพันธ์ภายในสมอง (Internal mental interaction) แล้ว ยังเป็นกระบวนการทางสังคมอีกด้วย การสร้างความรู้จึงเป็นกระบวนการทั้งทางด้านสติปัญญาและสังคมควบคู่กันไป

### ความหมายของทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม

คอนสตรัคติวิซึมเป็นทฤษฎีความรู้ ที่อธิบายถึงที่มาของความรู้ว่าเกิดขึ้นได้อย่างไร (Lorsbach and Tobin, 2003) มีรากฐานมาจากวิชาปรัชญา ได้นำมาประยุกต์ใช้ในสาขาสังคมวิทยา มานุษยวิทยา รวมถึงจิตวิทยาความรู้ ความคิด และการศึกษา (Yager, 1991 อ้างถึงใน บุปผชาติ ทัพพิกรณ์, 2545, หน้า 68)

ทิสนา แคมมณี (2554, หน้า 90) กล่าวว่า แนวคิด Constructivism เกี่ยวข้องกับธรรมชาติของความรู้ของมนุษย์ มีความหมายทั้งในเชิงจิตวิทยาและเชิงสังคมวิทยา ทฤษฎีด้านจิตวิทยา เริ่มต้นจาก Jean Piaget ซึ่งเสนอว่า การเรียนรู้ของเด็กเป็นกระบวนการส่วนบุคคล มีความเป็นอัตนัย Vygotsky ได้ขยายขอบเขตการเรียนรู้ของแต่ละบุคคลว่า เกิดจากการสื่อสารทางภาษากับบุคคลอื่น สำหรับด้านสังคมวิทยา Emile Durkheim และคณะ เชื่อว่าสภาพแวดล้อมทางสังคมมีผลต่อการเสริมสร้างความรู้ใหม่

ทฤษฎีการเรียนรู้ตามแนว Constructivism จัดเป็นทฤษฎีการเรียนรู้กลุ่มปัญญานิยม (Cognitive psychology) มีรากฐานมาจากผลงานของ Ausubel และ Piaget

ประเด็นสำคัญประการแรกของทฤษฎีการเรียนรู้ตาม Constructivism คือ ผู้เรียนเป็นผู้สร้าง (Construct) ความรู้จากความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่พบเห็นกับความรู้ความเข้าใจที่มีอยู่เดิม โดยใช้กระบวนการทางปัญญา (Cognitive apparatus) ของตน

ประเด็นสำคัญประการที่สองของทฤษฎี คือ การเรียนรู้ตามแนว Constructivism คือ โครงสร้างทางปัญญา เป็นผลของความพยายามทางความคิด ผู้เรียนสร้างเสริมความรู้ผ่านกระบวนการทางจิตวิทยาด้วยตนเอง ผู้สอนไม่สามารถปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญาของผู้เรียนได้ แต่ผู้สอนสามารถช่วยผู้เรียนปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญาได้โดยจัดสภาพการณ์ที่ทำให้เกิดภาวะไม่สมดุลขึ้น

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2545, หน้า 148) ได้กล่าวว่า คอนสตรัคติวิซึมเป็นทฤษฎีที่เชื่อว่านักเรียนทุกคนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับบางสิ่งบางอย่างมา บ้างแล้ว ความรู้และประสบการณ์เดิมของนักเรียนเป็นปัจจัยสำคัญในการเรียนรู้ กระบวนการเรียนรู้ ไม่ได้มาจากการบอกเล่า แต่เป็นกระบวนการที่ผู้เรียนต้องสืบค้น แสวงหา ตำรวจตรวจสอบ และค้นคว้าต่าง ๆ ด้วยวิธีการของตนจนทำให้เกิดความเข้าใจและเกิดการรับรู้ที่มีความหมาย จึงสามารถสร้างเป็นองค์ความรู้ และเก็บข้อมูลไว้ในสมองได้ยาวนาน

Von Glasersfeld (1991 อ้างถึงใน วรรณทิพา, 2541, หน้า 44) ได้กล่าวว่า  
 คอนสตรัคติวิซึมเป็นทฤษฎีที่อ้างถึงหลักการ 2 ข้อ คือ (1) ความรู้ไม่ได้เกิดจากการรับรู้เพียงอย่าง  
 เดียวแต่เป็นการสร้างขึ้น โดยบุคคลที่มีความรู้ความเข้าใจและมีส่วนร่วมในการรับรู้ (2) หน้าที่ของ  
 การรับรู้ คือ การปรับตัวและการประมวลประสบการณ์ทั้งหมด แต่ไม่ใช่เพื่อการค้นพบสิ่งที่เป็นจริง  
 ประมวล สิริพันธ์แก้ว (2541, หน้า 8) ได้กล่าวว่า คอนสตรัคติวิซึมเป็นทฤษฎีที่เชื่อว่า  
 นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับบางสิ่งบางอย่างมาแล้ว เมื่อได้สัมผัสกับสถานการณ์ใหม่  
 โดยผ่านกระบวนการและกิจกรรมที่ได้ลงมือปฏิบัติ และสืบค้นด้วยตนเองหรือมีการแลกเปลี่ยน  
 ความรู้จากเพื่อน ความเข้าใจมีผลต่อการเรียนรู้ การเรียนรู้จะเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพถ้าความรู้  
 ที่มีอยู่ไม่ขัดต่อความรู้ความเข้าใจเดิม

Fosnot (1996 อ้างถึงใน วรรณทิพา, 2541, หน้า 44) กล่าวว่า คอนสตรัคติวิซึม เป็นทฤษฎี  
 เกี่ยวกับความรู้และการเรียนรู้ และเป็นการบรรยายโดยอาศัยพื้นฐานทางจิตวิทยา ปรัชญา และ  
 มนุษยวิทยา ว่าความรู้คืออะไร และได้ความรู้มาอย่างไร ทฤษฎีนี้จึงอธิบายความรู้ว่าเป็นสิ่งชั่วคราว  
 มีการพัฒนาไม่แน่นอนและถูกสร้างขึ้นภายในตัวคน โดยอาศัยสื่อกลางทางสังคมและวัฒนธรรม  
 ส่วนการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีนี้ถูกมองว่าเป็นกระบวนการที่สามารถควบคุมได้ด้วยตนเอง

จากที่กล่าวมาจึงสามารถสรุปได้ว่า ทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม (Constructivism) คือ ทฤษฎี  
 ที่ว่าด้วยการสร้างองค์ความรู้ หรือทฤษฎีการเรียนรู้ที่ผู้เรียนเป็นผู้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งมี  
 แนวคิดหลักว่า บุคคลเรียนรู้จากการมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมด้วยวิธีต่าง ๆ โดยอาศัย  
 ประสบการณ์เดิมกับโครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่ และแรงจูงใจของตนเองเป็นจุดเริ่มต้น เมื่อได้  
 สัมผัสกับสถานการณ์ใหม่โดยผ่านกระบวนการและกิจกรรมที่ได้ลงมือปฏิบัติ และสืบค้นด้วย  
 ตนเองหรือมีการแลกเปลี่ยนความรู้จะส่งผลให้การเรียนรู้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

#### **ลักษณะการพัฒนารูปแบบการสอน ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม**

การเรียนรู้เกิดขึ้นได้เนื่องจากนักเรียนสร้างมโนทัศน์จากประสบการณ์ที่มีอยู่ นักเรียน  
 เป็นผู้สร้างความรู้ด้วยตนเอง โดยอาศัยการมีปฏิสัมพันธ์กับประสบการณ์ที่ได้รับ การเรียนรู้เป็นผล  
 ที่ได้จากงานที่นักเรียนลงมือปฏิบัติ (เกษม วัฒนชัย, 2545, หน้า 19) นักการศึกษาหลายท่านได้  
 กล่าวถึงการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม ไว้ดังนี้

วรรณทิพา รอดแรงคำ (2540, หน้า 20) ได้สรุปการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎี  
 คอนสตรัคติวิซึมไว้ว่า

1. บุคคลทุกคนมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมรอบตัว และแสวงหาเพื่อจะอธิบาย  
 สิ่งแวดล้อมเหล่านั้น

2. การหาคำอธิบาย บุคคลจะสร้าง โมเดลหรือตัวแทนของวัตถุ ปรากฏการณ์ และ เหตุการณ์ที่ได้พบ

3. โมเดลที่สร้างขึ้นอาจแตกต่างจากโมเดลของผู้เชี่ยวชาญ

4. บุคคลทุกคนสร้างความหมายให้กับสิ่งที่เขารับรู้ ซึ่งอาจจะได้รับคำแนะนำจากบุคคลอื่น

5. การสร้างความหมายจะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อนักเรียนมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้

6. นักเรียนต้องมีความรับผิดชอบการเรียนรู้ด้วยตนเอง ครูเป็นเพียงผู้สนับสนุนและอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้เท่านั้น

7. นักเรียนสร้างความหมายโดยการมีปฏิสัมพันธ์กับบุคคลอื่น

นฤมล ยุตาคม (2541, หน้า 24) ได้กล่าวถึงการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึมไว้ว่า

1. การเรียนรู้เป็นกระบวนการลงมือปฏิบัติในการสร้างความรู้ โดยการสังเคราะห์ ประสบการณ์ใหม่ ๆ ให้สัมพันธ์กับประสบการณ์เดิม และการเรียนรู้เกิดจากการที่นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมกับผู้อื่น

2. การเรียนรู้เกิดจากการสร้างความรู้โดยตัวนักเรียนเอง ดังนั้นการที่ครูถ่ายทอดความรู้แก่นักเรียนไม่สามารถทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้ทั้งหมด

3. ความรู้เดิมของนักเรียนจะช่วยเสริมหรืออาจเป็นอุปสรรคในการสร้างความรู้ได้

4. การเรียนรู้เป็นกระบวนการที่นักเรียนแก้ปัญหาความขัดแย้งทางความคิดภายในของตน โดยใช้ประสบการณ์ที่เป็นรูปธรรม

Driver and Bell (1986 อ้างถึงใน กาญจนา คังคะประดิษฐ์, 2547, หน้า 22) กล่าวถึงการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึมว่าเป็นกระบวนการที่อาศัยความต่อเนื่องตลอดเวลา ซึ่งนักเรียนจะได้รับข้อมูลจากสิ่งแวดล้อม และสร้างความหมายด้วยตนเอง โดยมีพื้นฐานจากประสบการณ์และความรู้เดิม

การสอนตามแนวทฤษฎี Constructivism เน้นความสำคัญของกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียน และความสำคัญของความรู้เดิม เปิดโอกาสให้ผู้เรียนเป็นผู้แสดงความรู้ได้ด้วยตนเอง และสามารถสร้างความรู้ด้วยตนเองได้ ผู้เรียนจะเป็นผู้ออกไปสังเกตสิ่งที่ตนอยากรู้ มาร่วมกันอภิปรายสรุปผลการค้นพบ แล้วนำไปศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมจากเอกสารวิชาการ หรือแหล่งความรู้ที่หาได้ เพื่อตรวจสอบความรู้ที่ได้มา และเพิ่มเติมเป็นองค์ความรู้ที่สมบูรณ์ต่อไป การเรียนรู้ต้องให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติจริง ค้นหาคำตอบด้วยตนเอง จนค้นพบความรู้และรู้จักสิ่งที่ค้นพบ

เรียนรู้วิเคราะห์ต่อจนรู้จริงว่า ลึก ๆ แล้วสิ่งนั้นคืออะไร มีความสำคัญมากน้อยเพียงไร และศึกษาค้นคว้าให้ลึกซึ้งลงไป จนถึงรู้แจ้ง

### บทบาทของผู้สอนในการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซิม

กฤษฎาวัฒน์ ฉัตรรักษา (2548 อ้างอิงถึงใน อมรรัตน์ แก้วอุ้นเรือน, 2552, หน้า 22) ได้กล่าววาทบาทของครูตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิซิม ควรยึดหลัก 12 ประการ ดังนี้

1. ครูต้องยอมรับความแตกต่างระหว่างบุคคลของผู้เรียน และใช้คำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนใช้กระบวนการคิดแก้ปัญหาเพื่อก่อให้เกิดการเรียนรู้ ช่วยให้ผู้เรียนได้คิดและแก้ปัญหา
2. ครูต้องใช้แหล่งข้อมูลหรือวัตถุดิบที่อยู่รอบ ๆ ตัวผู้เรียนมาใช้ให้เป็นประโยชน์ เพื่อส่งเสริมและกระตุ้นให้ผู้เรียนได้เรียนรู้
3. เมื่อมอบหมายงานให้ผู้เรียนทำ ครูจะต้องใช้คำพูดให้ผู้เรียนเกิดความคิดและสติปัญญา เช่น ให้จำแนก ให้วิเคราะห์ ให้ทำนาย และให้สร้างสรรค์
4. ครูต้องอนุญาตให้ผู้เรียนได้แสดงความคิดเห็น ความรู้สึกนึกคิดที่มีต่อบทเรียน วิธีการสอนและเนื้อหาวิชา
5. ครูต้องพยายามทำความเข้าใจ โน้ตสนัของผู้เรียน ก่อนที่จะร่วมแสดงความคิดเห็นของครู
6. ครูจะต้องกระตุ้นให้ผู้เรียนให้ผู้เรียนได้มีโอกาสสนทนา เพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ทั้งกับเพื่อนผู้เรียนด้วยกันและกับครู
7. ครูจะต้องกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ โดยครูใช้คำถามที่สมเหตุสมผล ใช้คำถามปลายเปิดและส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ถามคำถามกับเพื่อนผู้เรียนด้วยกัน
8. ครูต้องพยายามช่วยให้ผู้เรียนได้แก้ไขข้อผิดพลาดด้วยตนเอง
9. ครูต้องให้ความสนใจประสบการณ์เดิมของผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนได้นำมาใช้ให้เป็นประโยชน์ในการแก้โจทย์ปัญหา เพื่อการตรวจสอบและการกระตุ้นให้ผู้เรียนได้ร่วมกันอภิปรายวิธีการแก้ปัญหา
10. ครูต้องให้เวลากับผู้เรียนเพื่อรอคำตอบหลังจากที่ป้อนคำถาม หรือ เสนอสถานการณ์ปัญหา
11. ครูต้องให้เวลากับผู้เรียนเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างความรู้เดิมและความรู้ใหม่ของผู้เรียน
12. ครูจะต้องคอยตอบสนองความอยากรู้อยากเห็นของผู้เรียนในทุกสถานการณ์

ทิสนา เขมมณี (2554, หน้า 90) ได้กล่าวว่า บทบาทของผู้สอนในการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม คือ

1. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนสังเกต สำรวจเพื่อให้เห็นปัญหา
2. มีปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียน เช่น แนะนำ ถามให้คิด หรือสร้างความรู้ได้ด้วยตนเอง
3. ช่วยให้ผู้เรียนคิดค้นต่อ ๆ ไป ให้ทำงานเป็นกลุ่ม
4. ประเมินความคิดรวบยอดของผู้เรียน ตรวจสอบความคิดและทักษะการคิดต่าง ๆ

การปฏิบัติการแก้ปัญหาและพัฒนาให้เคารพความคิดและเหตุผลของผู้อื่น

จะเห็นว่าครูมีบทบาทที่มีความสำคัญกับผู้เรียนเป็นอย่างมาก โดยครูจะต้องใช้เวลากับผู้เรียนในการหาคำตอบ เปิดโอกาสให้นักเรียนได้สังเกต และยอมรับความแตกต่างระหว่างบุคคลของผู้เรียน คอยกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้โดยใช้แหล่งเรียนรู้ที่หลากหลายในการตอบสนองความอยากรู้อยากเห็น และจัดกิจกรรมกลุ่มเพื่อเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนด้วยกันและระหว่างผู้เรียนกับครู

#### **บทบาทของผู้เรียนตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม**

ในการเรียนตามทฤษฎี Constructivism ผู้เรียนจะมีบทบาทเป็นผู้ปฏิบัติและสร้างความรู้ไปพร้อม ๆ กันด้วยตัวของเขาเอง (ทำไปและเรียนรู้ไปพร้อม ๆ กัน) บทบาทที่คาดหวังจากผู้เรียน ทิสนา เขมมณี (2554, หน้า 90) คือ

1. มีความยินดีร่วมกิจกรรมทุกครั้งด้วยความสนใจ
2. เรียนรู้ได้เอง รู้จักแสวงหาความรู้จากแหล่งความรู้ต่าง ๆ ที่มีอยู่ด้วยตนเอง
3. ตัดสินปัญหาต่าง ๆ อย่างมีเหตุผล
4. มีความรู้สึกและความคิดเป็นของตนเอง
5. วิเคราะห์พฤติกรรมของตนเองและผู้อื่นได้
6. ให้ความช่วยเหลือกันและกัน รู้จักรับผิดชอบงานที่ตนเองทำอยู่และที่ได้รับมอบหมาย
7. นำสิ่งที่เรียนรู้ไปประยุกต์ใช้ประโยชน์ในชีวิตจริงได้

#### **การจัดการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎี constructivism**

การนำแนวคิดคอนสตรัคติวิซึม มาใช้ในการจัดการเรียนการสอนนั้น ครูจะเริ่มต้นจากการเสนอปัญหา หรือ คำถาม ที่เป็นจุดเน้นของบทเรียน จากนั้นให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์ภายในระหว่างกันภายในกลุ่ม เพื่อแก้ปัญหาหรือตอบคำถามจนสำเร็จ โดยครูทำหน้าที่นำทางให้ โดยการตั้งคำถามและให้ตัวอย่าง เพื่อเสริมหรือตรวจสอบความเข้าใจของผู้เรียน

ปัจจุบันนักวิทยาศาสตร์ศึกษาได้นำเอาแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึ่มมาใช้ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ Schulte (1996 อ้างถึงใน วรรณทิพา รอดแรงคำ, 2541, หน้า 50) กล่าวว่าตามแนวคิดนี้นักเรียนจะนำเอาประสบการณ์ไม่ว่าจะเป็นความรู้ ความรู้ลึก และทักษะที่ตนเองมีอยู่เข้ามาในห้องเรียนด้วยและประสบการณ์เหล่านี้จะมีอิทธิพลต่อแนวคิดของนักเรียนในการเรียนรู้ต่อไป แนวคิดนี้เน้นว่าความรู้มีอยู่แล้วในตัวนักเรียน และความรู้นี้จะพัฒนาขึ้นขณะที่นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนร่วมงาน กับครู และกับสภาพแวดล้อม นักเรียนจะเป็นคนสร้างความรู้หรือสร้างความหมาย โดยทำความเข้าใจเกี่ยวกับประสบการณ์ต่าง ๆ ที่ตนเองมีอยู่ นักเรียนจะสร้างความคิด ความคาดหวัง และคำอธิบายเกี่ยวกับปรากฏการณ์ธรรมชาติเพื่อทำให้ตนเองเข้าใจเกี่ยวกับประสบการณ์ในชีวิตประจำวันซึ่งคำอธิบายเหล่านี้อาจแตกต่างจากแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ อันเป็นที่ยอมรับในปัจจุบัน การจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดนี้เชื่อว่าความรู้ไม่สามารถส่งผ่านจากครูไปยังนักเรียน หรือจากหนังสือเรียนไปยังตัวนักเรียนได้อย่างง่าย ๆ แต่นักเรียนควรจะเป็นคนสร้างคำอธิบายหรือสร้างความคิดขึ้นมาด้วยตัวนักเรียนเอง

นอกจากนี้ Schulte (1996 อ้างถึงใน วรรณทิพา รอดแรงคำ, 2541, หน้า 51) ยังกล่าวว่าแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึ่ม เชื่อว่า การสอนวิทยาศาสตร์ควรเน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง และครูเป็นเพียงผู้ตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนแต่ละคน และเป็นผู้พัฒนาเทคนิคการเรียนการสอนเพื่อช่วยให้นักเรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงโมทัศน์ การเรียนรู้ขึ้นอยู่กับ การแลกเปลี่ยนประสบการณ์ของ นักเรียนกับเพื่อนและกับครู การเรียนแบบร่วมมือจึงมีความสำคัญและเป็นวิธีสอนหลักที่ใช้ในห้องเรียน การแลกเปลี่ยนความคิดเห็นในระหว่างกลุ่มนักเรียนจะทำให้เด็กมีความคิดที่ชัดเจน และได้มีโอกาสพิจารณาแนวคิดของเพื่อน ๆ ด้วย การเรียนแบบร่วมมือที่สมาชิกในกลุ่มมีความหลากหลายจะทำให้เด็กได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นของกันและกันได้สะท้อนความคิดเห็นกับเพื่อน และให้เหตุผลกับแนวคิดของตนเอง นักเรียนไม่จำเป็นต้องคิดเหมือนกัน เขากำลังเรียนรู้โมทัศน์ในวิถีทางที่มีความหมายกับตัวเอง มโนทัศน์นี้นักเรียนควรเรียนรู้โดยใช้ประสาทสัมผัสและลงมือปฏิบัติจับต้องวัตถุมากกว่าเพียงแค่นั่งฟังครูพูดหรือบรรยายหรืออ่านจากหนังสือเรียน หนังสือเรียนเป็นเพียงแค่ส่วนหนึ่งของการเรียนการสอน ครูจะไม่ยึดถือหนังสือเรียนเพียงอย่างเดียว ในการสอนให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย ครูควรวางแผนการสอนและจัดกิจกรรมเพื่อให้นักเรียนได้มีปฏิสัมพันธ์ต่อกันและกันได้ตัดสินใจ ได้สะท้อนความคิดเห็น ได้ให้เหตุผลเพื่อยืนยันความคิดของตนเอง และได้แก้ปัญหาครุควรใช้แหล่งความรู้ที่หลากหลาย เช่น วัสดุทัศน คอมพิวเตอร์ ในการส่งเสริมสนับสนุนการเรียนรู้ ครูต้องไม่ประเมินความสามารถในการเรียนรู้ของนักเรียนสูงหรือต่ำเกินไป ครูต้องสังเกตปฏิกิริยาของนักเรียนและรับฟังความคิดเห็นของนักเรียน โดยไม่ต้องตัดสินหรือพยายามที่จะทำให้ความคิดของนักเรียน

ถูกต้อง ครูควรกระตุ้นให้นักเรียนได้ลองฝึกลองถูกและพัฒนาความคิดของตนเอง โดยไม่ต้องกลัวว่าจะผิด ครูควรใช้วิธีการประเมินผลการเรียนรู้ที่หลากหลายสังเกตนักเรียนให้มากขึ้น ให้นักเรียนได้สื่อความหมายการเรียนรู้ไปแล้วด้วยการเขียน และใช้เพิ่มสะสมผลงานมากกว่าการทำแบบทดสอบอย่างเดียว การสอนวิทยาศาสตร์ด้วยกระบวนการที่ให้นักเรียนสร้างความรู้ด้วยตนเองเป็นการสอนด้วยแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซิม ได้มีการพัฒนารูปแบบการสอนขึ้นหลายรูปแบบ เช่น

ไดเวอร์ และ โอลด์แฮม (Driver and Oldham, 1986 อ้างถึงใน พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์, 2544, หน้า 48) ได้ระบุลักษณะและขั้นตอนของการสอนแบบนี้ไว้ว่า ประกอบด้วย

1. ขั้นนำ (Orientation) เป็นขั้นที่ผู้เรียนจะรับรู้ถึงจุดมุ่งหมาย และมีแรงจูงใจในการเรียนบทเรียน

2. ขั้นล้างความคิด (Elicitation) เป็นขั้นที่ผู้เรียนแสดงออกถึงความรู้ความเข้าใจเดิมที่มีอยู่เกี่ยวกับเรื่องที่เรียน วิธีการให้ผู้เรียนแสดงออกอาจทำได้โดยการอภิปรายกลุ่ม การให้ผู้เรียนออกแบบโปสเตอร์ หรือการให้ผู้เรียนเขียนเพื่อแสดงความรู้ความเข้าใจที่มีอยู่

3. ขั้นปรับเปลี่ยนแนวความคิด (Turning restructuring of ideas) นับเป็นขั้นตอนที่สำคัญของบทเรียนแบบ Constructivism ขั้นนี้ประกอบด้วยขั้นตอนย่อย ดังนี้

3.1 ทำความกระจ่างและแลกเปลี่ยนความคิด (Clarification and exchange of ideas) ผู้เรียนจะเข้าใจได้ดีขึ้นเมื่อได้พิจารณาความแตกต่างและความขัดแย้งระหว่างความคิดของตนเองกับของคนอื่น

3.2 สร้างความคิดใหม่ (Construction of new ideas) จากการอภิปรายและการสาธิต ผู้เรียนจะเห็นแนวทาง รูปแบบ วิธีการที่หลากหลายในการตีความปรากฏการณ์ หรือเหตุการณ์ แล้วกำหนดความคิดใหม่

3.3 ประเมินความคิดใหม่ (Evaluation of the new ideas) โดยการทดลอง หรือการคิดอย่างลึกซึ้ง ผู้เรียนควรหาแนวทางที่ดีที่สุดในการทดสอบความคิด ในขั้นนี้ผู้เรียนอาจจะรู้สึกไม่พึงพอใจความคิดความเข้าใจที่เคยมีอยู่ เนื่องจากหลักฐานการทดลองสนับสนุนแนวคิดใหม่มากกว่า

4. ขั้นนำความคิดไปใช้ (Application of ideas) เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนมีโอกาสใช้แนวคิดหรือความรู้ความเข้าใจที่พัฒนาขึ้นมาใหม่ในสถานการณ์ต่าง ๆ ทั้งที่คุ้นเคยและไม่คุ้นเคย

5. ขั้นทบทวน (Review) เป็นขั้นตอนสุดท้าย ผู้เรียนจะได้ทบทวนว่าความคิดความเข้าใจของเขาได้เปลี่ยนไป โดยการเปรียบเทียบความคิดเมื่อเริ่มต้นบทเรียนกับความคิดของเขาเมื่อสิ้นสุดบทเรียน



สุมาลี กาญจนชาติ (2543, หน้า 40) ได้สรุปแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ การสอนตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ ไว้ดังนี้

1. ให้นักเรียนเป็นผู้กำหนด หรือมีส่วนร่วมในการกำหนดสิ่งที่จะเรียน และวิธีการเรียน ของตนเอง
2. ให้นักเรียนเป็นผู้ตัดสินใจว่าตนเองได้เรียนรู้อะไร เรียนรู้ได้อย่างไร และจะพัฒนา การเรียนรู้ของตนเองอย่างไร
3. ให้นักเรียนนำสิ่งที่เรียนรู้แล้วไปใช้ในบริบทอื่นได้อย่างเหมาะสม
4. ให้นักเรียนได้เรียนรู้ในบรรยากาศของการเรียนที่มีการช่วยเหลือซึ่งกันและกัน
5. ให้นักเรียนเรียนรู้จากการปฏิบัติ โดยมีอิสระในการคิดและทำสิ่งต่าง ๆ เกี่ยวกับเรื่องที่ เรียนด้วยตนเอง
6. ให้นักเรียนมีความรู้พื้นฐานที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้เรื่องนั้น ๆ ตามทฤษฎีของเพียเจต์ และวิกทอทสกี แนวคิดของออลชูเบล, ไดรเวอร์ และเบลล์ (Driver and Bell, 1986) งานวิจัยของ ครุณี วิศิษฎ์วงศ์ (2550) ขั้นตอนการสอนระบุไว้ดังนี้
  1. ชั้นเกิดความขัดแย้งทางปัญญา เป็นขั้นที่นักเรียนเกิดความขัดแย้งทางความคิดที่เป็น ผลจากความรู้อิวกับความรู้ที่รับเข้ามาใหม่ไม่สอดคล้องกัน โดยครูเสนอเหตุการณ์ที่ชวนสงสัย เป็นการกระตุ้น หรือท้าทายให้นักเรียนคิดแก้ปัญหา เพื่อให้นักเรียนสังเกต ตีความ เชื่อมโยงข้อมูล แล้วนำมาเปรียบเทียบกับความรู้เดิม และคำถามที่นำไปสู่การสืบสอบ
  2. ชั้นแสวงหาคำตอบ เป็นขั้นที่นักเรียนดำเนินการค้นหาคำตอบ เพื่อลดความขัดแย้งทาง ปัญญาที่เกิดขึ้น นักเรียนจัดกลุ่มเพื่อทำการวิเคราะห์งานและตีความ ความสมมูลย์จะเกิดขึ้นเมื่อ นักเรียนสามารถผสมผสานความคิดใหม่นั้นให้กลมกลืนกับความรู้เดิม
  3. ชั้นตรวจสอบความเข้าใจ เป็นขั้นที่นักเรียนสื่อความหมายข้อมูล และความคิดเห็น การสร้างคำอธิบายใหม่ และการวิจารณ์คำตอบของปัญหา สามารถสรุปคำตอบที่เป็นข้อตกลง ทางสังคมของนักเรียน ในระหว่างนี้นักเรียนแต่ละคนมีโอกาสดูคิด วิเคราะห์ เชื่อมโยงผล การค้นคว้าและกระบวนการเรียนรู้ของกลุ่มต่าง ๆ กับความเข้าใจของตนเอง ใช้เหตุผลใน การประนีประนอมความขัดแย้งทางปัญญาของตนเอง จนสามารถสร้างความรู้แลกระบวนการ เรียนรู้ของตนเองขึ้นมา
  4. ชั้นใช้ความรู้ที่เรียนมา เป็นขั้นที่นักเรียนนำความรู้ทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ที่ได้เรียนรู้ไปแล้วมาใช้ในการอธิบาย ตัดสิน แก่ปัญหาต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่ เรียนหรือการดำเนินชีวิตของตนเองในบริบทอื่น ๆ ได้อย่างเหมาะสม

### การส่งเสริมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎี constructivism

1. กระตุ้นและยอมรับความเป็นอิสระ ความคิดริเริ่มของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนได้เชื่อมโยงความคิด มโนทัศน์ ฯลฯ ด้วยตนเอง
  2. ใช้ข้อมูลดิบและแหล่งข้อมูลปฐมภูมิ ประกอบกับการใช้ประสาทสัมผัส การมีปฏิสัมพันธ์ และใช้ของจริง เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนรู้เกี่ยวกับการวิเคราะห์ สังเคราะห์ และการประเมิน
  3. ใช้คำพูดกระตุ้นให้นักเรียนคิด วิเคราะห์ จำแนก ทำนาย สร้างสรรค์ เพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหา และความเข้าใจเกี่ยวกับเรื่องที่เรียน
  4. ให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นหรือความรู้สึกต่อบทเรียน กลยุทธ์การสอน และเนื้อหา เพื่อปรับกิจกรรมการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับลักษณะและความสนใจของนักเรียน
  5. ทำความเข้าใจเกี่ยวกับมโนทัศน์ของนักเรียนก่อนที่จะร่วมแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับมโนทัศน์นั้น การที่ครูแสดงความคิดเห็นออกมาก่อนที่จะถามความเข้าใจของนักเรียน อาจจะเป็นการจำกัดหรือยุติความคิดของนักเรียน
  6. ควรกระตุ้นให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการสนทนาทั้งกับครูและผู้อื่น เพื่อให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็น และประนีประนอมความเข้าใจเกี่ยวกับเรื่องที่เรียน
  7. กระตุ้นให้นักเรียนดำเนินการสืบสอบ โดยตามคำถามที่ต้องใช้ความคิด หรือคำถามปลายเปิด เพื่อส่งเสริมความสามารถในการสืบสอบของนักเรียน
  8. ควรจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้มีปฏิสัมพันธ์หรือตอบสนอง และเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ตรวจสอบและประเมินความเข้าใจ ความคิดของตนเอง
  9. ควรจัดประสบการณ์ให้นักเรียนมีโอกาสได้โต้แย้งกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ และกระตุ้นให้มีการอภิปรายเกี่ยวกับข้อโต้แย้งนั้น เพื่อส่งเสริมการคิดระดับสูงของนักเรียน
  10. ต้องให้เวลานักเรียนคิด ภายหลังจากที่ถามคำถามไปแล้ว การที่ครูต้องการคำตอบ หรือการตอบสนองจากนักเรียนในทันทีจะเป็นการยับยั้งความคิดของนักเรียน
  11. ต้องให้เวลาแก่นักเรียนในการสร้างความสัมพันธ์หรือเปรียบเทียบมโนทัศน์ที่เรียน เพื่อให้นักเรียนได้สร้างรูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ต่าง ๆ ด้วยตนเอง
- จึงสรุปได้ว่า แนวคิดคอนสตรัคติวิซึม เป็นแนวคิดในการสร้างองค์ความรู้ ที่เน้นการศึกษาจากปัจจัยภายนอกมาเป็นปัจจัยภายใน จนเกิดกระบวนการคิด และมีส่วนช่วยในการเรียนรู้ที่มีความหมาย โดยประยุกต์ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนสร้างความรู้ด้วยตนเอง จากการให้นักเรียนคิดเพื่อแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่กำหนดขึ้น โดยการสร้างความรู้จากพื้นฐานความรู้เดิม และเชื่อมโยงกับการเรียนรู้ในเนื้อหาเกี่ยวกับชีวิตจริง

ที่เน้นการเรียนการสอนแบบร่วมมือ การมีปฏิสัมพันธ์กับบุคคลอื่น จนเกิดการสร้างองค์ความรู้ขึ้น

เนื่องจากแนวคิดคอนสตรัคติวิซึมสามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนที่หลากหลาย รูปแบบหนึ่งที่มีประสิทธิภาพมาก คือ แนวคิดในการจัดการเรียนการสอนโดยยึดตามทฤษฎีของเพียเจต์ และวิกอทสกี แนวคิดของ ออซูเบล, ไดรเวอร์ และเบลล์ (Driver and Bell, 1986) งานวิจัยของ สุมาลี กาญจนชาติ (2543) ที่ใช้กระบวนการเรียนรู้ที่ส่งเสริมคุณลักษณะของผู้เรียนในการสร้างความรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ 1. ขั้นเกิดความขัดแย้งทางปัญญา 2. ขั้นแสวงหาคำตอบ 3. ขั้นตรวจสอบความเข้าใจ 4. ขั้นใช้ความรู้ที่เรียนมา พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีพฤติกรรมที่แสดงความสามารถในการกำกับตนเอง ทักษะทางสังคม และทักษะในการสืบสอบสูงกว่าก่อนทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และงานวิจัยของ ครุณี วิศิษฐ์วงศ์ (2550) พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ รายวิชาเคมี ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิซึมสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิซึม มีขั้นตอนการดำเนินการ 4 ขั้นตอน เริ่มจากขั้นที่ 1 คือ ขั้นเกิดความขัดแย้งทางปัญญา เป็นขั้นที่นักเรียนเกิดความขัดแย้งทางความคิดที่เป็นผลมาจากความรู้เดิมกับความรู้ที่รับเข้ามาใหม่ไม่สอดคล้องกัน ครูเสนอเหตุการณ์ที่ชวนสงสัย เกิดการตั้งคำถามด้วยความอยากรู้อยากเห็น ขั้นที่ 2 คือ ขั้นแสวงหาคำตอบ เป็นขั้นที่นักเรียนค้นหาคำตอบเพื่อลดความขัดแย้งทางปัญญา ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมการระดมพลังสมอง ขั้นที่ 3 คือ ขั้นตรวจสอบความเข้าใจเป็นขั้นที่นักเรียนสร้างความรู้ของตนเองโดยบูรณาการคำตอบที่ได้กับความรู้และประสบการณ์เดิมที่มีอยู่ ในระหว่างนี้นักเรียนแต่ละคนมีโอกาสได้คิด วิเคราะห์ เชื่อมโยงผล การศึกษาค้นคว้าและกระบวนการเรียนรู้ของกลุ่มต่าง ๆ กับความเข้าใจของตนเอง ขั้นที่ 4 คือ ขั้นใช้ความรู้ที่เรียนมา เป็นขั้นที่นักเรียนนำความรู้ ทักษะ กระบวนการที่ได้ประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ การแก้ปัญหาและใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน ดังนั้นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามแนวคิดคอนสตรัคติวิซึมโดยเน้นการเรียนรู้แบบร่วมมือ การใช้รูปแบบดังกล่าวจึงเป็นวิธีการที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพ เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มโนทัศน์ และเจตคติต่อวิชาเคมี เพราะเป็นรูปแบบการสอนที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนเชื่อมโยงสิ่งที่รู้แล้วกับสิ่งที่กำลังเรียนรู้ใหม่ นำมาผ่านกระบวนการคิดวิเคราะห์ จนเกิดเป็นความรู้ความเข้าใจใหม่ที่ผู้เรียน สรรค์สร้างขึ้นเอง กระบวนการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิซึมประกอบด้วยขั้นตอนของกิจกรรมการเรียนรู้ 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นเกิดความขัดแย้งทางปัญญา
2. ขั้นแสวงหาคำตอบ

3. ชั้นตรวจสอบความเข้าใจ

4. ชั้นใช้ความรู้ที่เรียนมา

ดังนั้นผู้วิจัย จึงออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผู้วิจัยจึงศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เพื่อใช้ในการออกแบบกิจกรรมให้สอดคล้องกับการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

## ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

### ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Learning achievement) เป็นคุณลักษณะ หรือสมรรถภาพ หรือความสามารถของบุคคลในด้านต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นจากการได้รับประสบการณ์ทั้งทางตรงและทางอ้อมจากครู มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ ดังนี้

ศศิธร ศรีวิเชียร (2539, หน้า 31) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า เป็นความรู้ความสามารถหรือความสำเร็จของบุคคลอันเป็นผลที่เกิดจากการเรียนการสอนทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม การตอบสนองของผู้เรียนที่มีต่อสื่อและอุปกรณ์การสอนในแต่ละชนิดที่มีการตอบสนองที่แตกต่างกันไป

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมราช (2540, หน้า 15) ได้ให้ความหมาย ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ว่าเป็นตัวชี้ความสำเร็จในการจัดการศึกษา ตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้ โดยในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น มุ่งเน้นที่การพัฒนาผู้เรียนให้มีความรู้ ความสามารถเพิ่มขึ้นและมีทักษะพื้นฐานบางอย่าง

สุดา มากบุญ (2542, หน้า 13) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้ความสามารถที่บุคคลจะพัฒนาให้ดีขึ้น อันเกิดจากกระบวนการแสวงหาความรู้ โดยวิธีการสอนและอบรม ซึ่งประกอบด้วยความสามารถทางสมอง ความรู้ ทักษะ ความรู้ลึก ค่านิยมต่าง ๆ

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2539, หน้า 20) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า คือ ความรู้ความสามารถของผู้เรียนเป็นผลจากการเรียนรู้ วัดโดยใช้เครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ทั่วไป

สุวิทย์ หิรัญยกานต์ สิริวรรณ เมธีวิรัตน์ และ ชนินทร์ อินทราภรณ์ (2540, หน้า 5) ได้เรียบเรียงความหมายของผลสัมฤทธิ์ หรือผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ในพจนานุกรมศัพท์ทางการศึกษาว่า หมายถึง ความสำเร็จที่ได้รับจากความสามารถ ความรู้หรือทักษะ หรือ หมายถึงผลของการเรียนการสอนหรือผลงานที่เด็กได้จากการประกอบกิจกรรมส่วนนั้น ๆ

ศุภพงศ์ คล้ายคลึง (2548, หน้า 27) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า หมายถึง ผลสำเร็จที่เกิดจากพฤติกรรมกระทำกิจกรรมของแต่ละบุคคลที่ต้องอาศัยความพยายามอย่างมากทั้งองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับสติปัญญา และองค์ประกอบที่ไม่ใช่สติปัญญาซึ่งสามารถสังเกตและวัดได้ด้วยเครื่องมือทางจิตวิทยา หรือแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านต่าง ๆ

จากความหมายที่กล่าวมาสรุปได้ว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คะแนนความรู้ ความสามารถ และทักษะของผู้เรียน เป็นผลมาจากการเรียนรู้ในวิชาเคมี เรื่อง เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์และผลิตภัณฑ์ ที่บุคคลสามารถพัฒนาให้ดีขึ้นได้ และเป็นตัวชี้วัดความสำเร็จในการจัดการศึกษา ตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้ โดยวัดตามพฤติกรรมด้านสติปัญญาตามแนวคิดของบลูมใน 6 ระดับ คือ ความรู้-ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ การประเมินค่า สามารถวัดได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คือ เครื่องมือที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อวัดความรู้และความสามารถทางวิชาการ ที่ผู้เรียนได้เรียนรู้มาแล้วว่าสำเร็จตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้เพียงใดสำหรับงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ในวิชาเคมี เรื่อง เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์และผลิตภัณฑ์ จำนวน 30 ข้อ เป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก (Multiple choice test) ซึ่งประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ตอนนำหรือคำถาม (Stem) กับตอนเลือก (Choice) ในตอนเลือกนี้จะประกอบด้วย ตัวเลือกที่เป็นคำตอบถูกและตัวเลือกที่เป็นตัวลวง

#### องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เพรสคอตต์ได้ศึกษาเกี่ยวกับการเรียนของนักเรียน และสรุปผลการศึกษาว่าองค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนทั้งในและนอกห้องเรียน มีดังนี้

1. องค์ประกอบทางด้านร่างกาย ได้แก่ อัตราการเจริญเติบโตของร่างกาย สุขภาพทางด้านร่างกาย ข้อบกพร่องทางกายและบุคลิกท่าทาง
2. องค์ประกอบทางความรัก ได้แก่ ความสัมพันธ์ของบิดามารดา ความสัมพันธ์ของบิดามารดากับลูก ความสัมพันธ์ระหว่างลูก ๆ และความสัมพันธ์ระหว่างสมาชิกทั้งหมดในครอบครัว
3. องค์ประกอบทางวัฒนธรรมและสังคม ได้แก่ ขนบธรรมเนียมประเพณี ความเป็นอยู่ของครอบครัว สภาพแวดล้อมทางบ้าน การอบรมทางบ้าน และฐานะทางบ้าน
4. องค์ประกอบทางความสัมพันธ์ในเพื่อนวัยเดียวกัน ได้แก่ ความสัมพันธ์ของนักเรียนกับเพื่อนวัยเดียวกันทั้งที่บ้านและที่โรงเรียน
5. องค์ประกอบทางการพัฒนาแห่งตน ได้แก่ สติปัญญา ความสนใจ เจตคติของนักเรียนต่อการเรียน
6. องค์ประกอบทางการปรับตัว ได้แก่ ปัญหาการปรับตัว การแสดงออกทางอารมณ์

แครร์รอดได้เสนอความคิดเห็นเกี่ยวกับอิทธิพลขององค์ประกอบต่าง ๆ ที่มีอิทธิพลต่อระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยครู นักเรียน และหลักสูตรว่าเป็นองค์ประกอบที่สำคัญ โดยเชื่อว่าเวลาและคุณภาพของการสอนมีผลโดยตรงต่อปริมาณความรู้ที่นักเรียนได้รับ แมคคอกซ์ได้ทำการศึกษาว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของแต่ละบุคคลขึ้นอยู่กับองค์ประกอบทางสติปัญญาและความสามารถทางสมองร้อยละ 50-60 ขึ้นอยู่กับความพยายามและวิธีการเรียนที่มีประสิทธิภาพร้อยละ 30-40 และขึ้นอยู่กับโอกาสและสิ่งแวดล้อมร้อยละ 10-15 (ประอรพรรณ บางนกแขวก, 2554)

### พฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย

พิชิต ฤทธิ์จัญญ (2545, หน้า 31) ได้สรุปไว้ว่าพฤติกรรมทางการศึกษาที่นิยมใช้อยู่ในปัจจุบันเป็นของบลูมและคณะ ซึ่งใช้หลักการจัดจำแนกอันดับ (Taxonomy) จำแนกพฤติกรรมการศึกษาเป็น 3 ด้าน คือ พฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย (Cognitive domain) พฤติกรรมด้านจิตพิสัย (Affective domain) และพฤติกรรมด้านทักษะพิสัย (Psychomotor domain)

พฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย (Cognitive domain) หมายถึง สมรรถภาพทางด้านสมองหรือสติปัญญาของบุคคลในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ แบ่งเป็น 6 ระดับ เรียงตามลำดับขั้นตอนการเกิดพฤติกรรมจากขั้นต่ำสุดถึงขั้นสูงสุด คือ ความรู้-ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า ดังนี้

1. ความรู้-ความจำ (Knowledge) หมายถึง ความสามารถทางสมองในการทรงไว้ หรือรักษาไว้ซึ่งเรื่องราวต่าง ๆ ที่บุคคลได้รับรู้ไว้ในสมองได้อย่างถูกต้องแม่นยำ จำแนกออกเป็น 3 ลักษณะ คือ

1.1 ความรู้ในเรื่องเฉพาะ เป็นสมรรถภาพทางสมองขั้นต่ำที่สุดที่จะเป็นพื้นฐานให้เกิดสมรรถภาพสมองขั้นสูงที่ซับซ้อน และเป็นนามธรรมต่อไป จำแนกเป็น 2 ข้อ คือ

1.1.1 ความรู้เกี่ยวกับศัพท์และนิยาม เป็นความสามารถในการบอกความหมายของคำและสัญลักษณ์ต่าง ๆ

1.1.2 ความรู้เกี่ยวกับกฎและความจริงบางอย่าง เป็นความสามารถในการบอก กฎ สูตร ทฤษฎี และข้อเท็จจริงต่าง ๆ

1.2 ความรู้ในวิธีดำเนินการ เป็นความรู้ในเรื่องของวิธีการ และการจัดระเบียบ จำแนกเป็น 5 ลักษณะ

1.2.1 ความรู้เกี่ยวกับระเบียบแบบแผน เป็นความสามารถในการบอกรูปแบบการปฏิบัติ และแบบฟอร์มหรือระเบียบที่เหมาะสมในการปฏิบัติซึ่งเป็นที่ยอมรับของส่วนใหญ่

1.2.2 ความรู้เกี่ยวกับลำดับขั้นและแนวโน้มนั้น เป็นความสามารถในการบอกขั้นตอนก่อนหลัง และทิศการเปลี่ยนแปลงของสิ่งต่าง ๆ เรื่องราวหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ

1.2.3 ความรู้เกี่ยวกับการจัดประเภท เป็นความสามารถในการจำแนก จัดหมวดหมู่ ความเหมือน ความแตกต่าง ๆ ตามคุณลักษณะ คุณสมบัติ และหน้าที่ของสิ่งต่าง ๆ เรื่องราวหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ

1.2.4 ความรู้เกี่ยวกับเกณฑ์ เป็นความสามารถในการบอกเกณฑ์ หลักการในการตรวจสอบ และวินิจฉัยข้อเท็จจริงต่าง ๆ

1.2.5 ความรู้เกี่ยวกับวิธีการ เป็นความสามารถในการบอกเทคนิค กระบวนการ และวิธีการสืบเสาะหาความรู้ในอันที่จะได้มาของผลลัพธ์ที่ต้องการ

1.3 ความรู้รวบยอดในเนื้อเรื่อง เป็นความรู้เกี่ยวกับข้อสรุปลักษณะสามัญของสิ่งต่าง ๆ แบ่งเป็น 2 ลักษณะ คือ

1.3.1 ความรู้เกี่ยวกับหลักวิชาและการขยายหลักวิชา เป็นความรู้ในการสรุปใจความสำคัญของเรื่องและนำหลักหรือความรู้ที่ได้ไปอภิปรายเรื่องอื่น ๆ ที่คล้ายคลึงกันได้

1.3.2 ความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีและโครงสร้าง เป็นความสามารถในการนำหลักวิชาหลาย ๆ หลักวิชา ซึ่งอยู่ในสกุลเดียวกันมาสัมพันธ์กันจนได้เป็น โครงสร้างของเนื้อความใหม่ในเรื่องเดียวกันได้

2. ความเข้าใจ (Comprehension) หมายถึง ความสามารถในการจับใจความสำคัญของเรื่อง สามารถถ่ายทอดเรื่องราวเดิมออกมาเป็นภาษาของตนเองได้โดยที่ยังมีความหมายเหมือนเดิม พฤติกรรมที่นักเรียนแสดงออกมามีความเข้าใจมี 3 ลักษณะ คือ

2.1 การแปลความ เป็นความสามารถในการถอดความหมายจากภาษาหนึ่งหรือแบบฟอร์มหนึ่งไปสู่ภาษาหนึ่งหรืออีกแบบฟอร์มหนึ่ง

2.2 การตีความ เป็นความสามารถในการสรุปความ การแปลความ มองภาพส่วนรวมมาเป็นใจความสั้น ๆ อย่างได้ใจความ

2.3 การขยายความ เป็นความสามารถในการเสริมแต่งหรือขยายแนวความคิดให้กว้างไกลไปจากข้อมูลเดิมอย่างสมเหตุสมผลซึ่งต้องอาศัยการแปลความหมาย การตีความประกอบกันจึงสามารถขยายความหมายของเรื่องราวนั้นได้

3. การนำไปใช้ (Application) เป็นความสามารถในการนำหลักวิชาไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ ซึ่งอาจใกล้เคียงหรือคล้ายคลึงกับสถานการณ์ที่เคยพบเห็นมาก่อน

4. การวิเคราะห์ (Analysis) เป็นความสามารถในการแยกแยะเรื่องราว สิ่งต่าง ๆ ออกเป็นส่วนย่อย ๆ ได้ว่าเรื่องราวหรือสิ่งนั้น ๆ ประกอบด้วยอะไรบ้าง มีความสำคัญอย่างไร อะไรเป็นเหตุ อะไรเป็นผล และที่เป็นไปอย่างนั้นอาศัยหลักการอะไร การวิเคราะห์แบ่งเป็น 3 ลักษณะ คือ

4.1 การวิเคราะห์ความสำคัญ เป็นความสามารถในการค้นหาจุดสำคัญหรือหัวใจของเรื่อง

4.2 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ เป็นความสามารถในการค้นหาความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน และการพาดพิงกันระหว่างองค์ประกอบต่าง ๆ ว่ามีความเกี่ยวข้องกันในลักษณะใด

4.3 วิเคราะห์หลักการ เป็นความสามารถในการค้นหาว่า การที่โครงสร้างและระบบของวัตถุ สิ่งของ เรื่องราวและการกระทำต่าง ๆ ที่รวมกันอยู่ในสภาพเช่นนั้นได้ เพราะยึดหลักการหรือเกณฑ์อะไรเป็นสำคัญ

5. การสังเคราะห์ (Synthesis) เป็นความสามารถในการผสมผสานส่วนย่อยต่าง ๆ เข้าด้วยกันเพื่อเป็นสิ่งใหม่อีกรูปแบบหนึ่งมีคุณลักษณะ โครงสร้างหรือหน้าที่ใหม่ที่แปลกแตกต่างไปจากของเดิมแบ่งเป็น 3 ลักษณะ คือ

5.1 การสังเคราะห์ข้อความ เป็นความสามารถในการสังเคราะห์ข้อความโดยสื่อ หรือโดยการพูด การเขียน การวิพากษ์วิจารณ์ หาข้อยุติบางประการ

5.2 การสังเคราะห์แผนงาน เป็นความสามารถในการกำหนดแนวทางวางแผน ออกแบบ เขียนโครงการหรือโครงการต่าง ๆ ล่วงหน้าขึ้นมาใหม่ให้สอดคล้องกับข้อมูลและจุดมุ่งหมายที่วางไว้

5.3 การสังเคราะห์ความสัมพันธ์ เป็นความสามารถในการนำเอานามธรรมย่อย ๆ มาจัดระบบของข้อเท็จจริงหรือส่วนประกอบมาผสมผสานให้เป็นสิ่งสำเร็จรูปหน่วยใหม่ที่แปลกไปจากเดิม

6. การประเมินค่า (Evaluation) เป็นความสามารถในการพิจารณาตัดสินหรือลงข้อสรุปเกี่ยวกับคุณค่าของเนื้อหา และวิธีการต่าง ๆ โดยอาศัยเกณฑ์และมาตรฐานที่วางไว้ แบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ คือ

6.1 ประเมินโดยอาศัยเกณฑ์ภายใน เป็นความสามารถในการตัดสินเหตุการณ์ใด เหตุการณ์หนึ่ง โดยใช้เนื้อหาสาระในเหตุการณ์นั้นเป็นเกณฑ์ในการตัดสิน

6.2 ประเมินโดยอาศัยเกณฑ์ภายนอก เป็นความสามารถในการตัดสินเหตุการณ์ใด เหตุการณ์หนึ่ง โดยใช้เกณฑ์ที่ไม่ได้ปรากฏตามเนื้อเรื่องหรือเหตุการณ์นั้น ๆ แต่ใช้เกณฑ์ที่กำหนดขึ้นมาใหม่ซึ่งอาจเป็นเกณฑ์ตามหลักเหตุผล หรือเกณฑ์ที่สังคมหรือระเบียบประเพณีกำหนดไว้ก็ได้



### แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง แบบทดสอบที่วัดสมรรถภาพสมอง ด้านต่าง ๆ ที่นักเรียนได้รับการเรียนรู้ผ่านมาแล้ว นักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ ดังนี้

รอสส์และสแตนลีย์ (Ross and Stanley, 1967 อ้างถึงใน พิชิต ฤทธิจรรย์, 2545, หน้า 96) ได้ให้ความหมายว่า แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้วัดความสามารถทาง วิชาการ เช่น แบบทดสอบวิชาคณิต แบบทดสอบวิชาเคมี เป็นต้น

กรอนลันด์ (Gronlund, 1993 อ้างถึงใน พิชิต ฤทธิจรรย์, 2545, หน้า 96) ได้ให้ความหมาย ว่าแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์เป็นกระบวนการเชิงระบบ เพื่อการวัดพฤติกรรมหรือผลการเรียนรู้ที่ คาดว่าจะเกิดขึ้นจากกิจกรรมการเรียนรู้ โดยมีหน้าที่หลักสำหรับการปรับปรุงและพัฒนาการเรียนรู้ ของผู้เรียน

พิชิต ฤทธิจรรย์ (2545, หน้า 96) ได้ให้ความหมายว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ ทักษะและความสามารถทางวิชาการที่ผู้เรียนได้เรียนรู้มาแล้วว่า บรรลุผลสำเร็จตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้เพียงใด

สมนึก ภัททิยธนี (2549) ได้แบ่งประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ ครูสร้างขึ้น เป็น 6 แบบ ดังนี้

1. ข้อสอบแบบอัตนัยหรือความเรียง (Subjective or essay test) เป็นข้อสอบที่มี เฉพาะคำถาม แล้วให้นักเรียนเขียนคำตอบอย่างเสรี เขียนบรรยายตามความรู้และข้อคิดเห็น แต่ละคน

ข้อดีของข้อสอบแบบอัตนัย

- 1) สามารถวัดพฤติกรรมต่าง ๆ ได้ทุกด้าน โดยเฉพาะพฤติกรรมด้านการสังเคราะห์
- 2) ผู้ตอบได้มีโอกาสแสดงความคิดเห็น หรือเจตคติของตน
- 3) โอกาสในการเดาคำตอบแล้วได้คะแนนมีน้อยมาก
- 4) วัดความสามารถในการเขียนและส่งเสริมการใช้ภาษาได้เป็นอย่างดี

ข้อจำกัดของข้อสอบแบบอัตนัย

1) ออกคำถามวัดได้น้อยข้อ เนื่องจากแต่ละข้อจะต้องใช้เวลาในการตอบนาน ทำให้วัด ได้ไม่ครอบคลุมหลักสูตร หรือเนื้อหาสาระที่สำคัญ

- 2) การตรวจให้คะแนนมักจะมี ความคลาดเคลื่อนมากและไม่ยุติธรรม
- 3) ไม่เหมาะที่จะใช้สอบกับนักเรียนจำนวนมาก ๆ เพราะต้องใช้เวลาในการตรวจ
- 4) ลายมือของผู้ตอบและประสิทธิภาพในการเขียนบรรยายอาจจะมีผลต่อคะแนน

2. ข้อสอบแบบกาถูก-ผิด (True-false test) ลักษณะทั่วไปเป็นข้อสอบแบบเลือกตอบที่มี 2 ตัวเลือก แต่ตัวเลือกดังกล่าวเป็นแบบคงที่และมีความหมายตรงกันข้าม เช่น ถูก-ผิด ใช่-ไม่ใช่ จริง-ไม่จริง เหมือนกัน-ต่างกัน เป็นต้น

ข้อดีของข้อสอบแบบกาถูก-ผิด

- 1) สร้างได้ง่าย สะดวกรวดเร็ว
- 2) ถามได้จำนวนมากข้อและครอบคลุมเนื้อหา
- 3) ใช้เวลาในการสอบน้อย
- 4) ตรวจให้คะแนนได้ง่ายและยุติธรรม กล่าวคือ ตรวจให้คะแนนได้ตรงกันไม่ว่าใคร

ตรวจก็ตาม

ข้อจำกัดของข้อสอบแบบกาถูก-ผิด

- 1) ในบางวิชาเป็นการยากที่จะสร้างข้อความเป็นจริงหรือเท็จโดยสมบูรณ์
- 2) มักวัดพฤติกรรมด้านความรู้ความจำมากกว่าด้านอื่น ๆ
- 3) ไม่สามารถชี้จุดอ่อนของการเรียนได้อย่างแท้จริง
- 4) โอกาสที่ตอบโดยการเดาแล้วถูกได้คะแนนมีมากกว่าข้อสอบชนิดอื่น ๆ จึงไม่เหมาะที่จะนำไปใช้วัดโดยทั่วไป

3. ข้อสอบแบบเติมคำ (Completion test) ลักษณะทั่วไปเป็นข้อสอบที่ประกอบด้วยประโยคหรือข้อความที่ยังไม่สมบูรณ์ให้ผู้ตอบเติมคำ หรือประโยค หรือข้อความลงในช่องว่างที่เว้นไว้ นั่น เพื่อให้มีใจความสมบูรณ์และถูกต้อง

ข้อดีของข้อสอบแบบเติมคำ

- 1) สร้างได้ง่าย สะดวกรวดเร็ว
- 2) สามารถสร้างคำถามวัดในเรื่องหนึ่ง ๆ ได้หลายข้อ
- 3) โอกาสเดาโดยไม่มีความรู้แล้วได้คะแนนมีน้อยมาก

ข้อจำกัดของข้อสอบแบบเติมคำ

- 1) มักจะวัดความรู้ความจำเพียงอย่างเดียว ไม่ได้วัดสมรรถภาพสมองที่ลึกกว่านี้ เช่น การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ หรือการประเมินค่า
- 2) ถ้าส่วนที่ต้องเติมมีหลายเรื่อง หรือหลายประโยคจะไม่เหมาะสมในการสร้างข้อสอบแบบเติมคำ เพราะการเว้นที่อาจแนะนำคำตอบแก่นักเรียนได้
- 3) ถ้าเขียนข้อความหรือประโยคนำไม่ดี ผู้ตอบจะตอบไปคนละทิศคนละทาง เพราะเข้าใจไม่ตรงกัน

4. ข้อสอบแบบสอบสั้น ๆ (Short answer test) ลักษณะทั่วไปข้อสอบประเภทนี้คล้ายกับข้อสอบแบบเติมคำ แต่แตกต่างกันที่ข้อสอบแบบตอบสั้น ๆ เขียนเป็นประโยคคำถามสมบูรณ์แล้วให้ผู้ตอบเป็นคนเขียนคำตอบ คำตอบที่ต้องการจะสั้น และกะทัดรัดได้ใจความสมบูรณ์ไม่ใช่เป็นการบรรยายแบบข้อสอบอัตนัยหรือความเรียง

ข้อดีของข้อสอบแบบตอบสั้น ๆ

- 1) เค้าคำตอบได้ยากเพราะต้องเขียนตอบ
  - 2) เหมาะที่จะวัดพฤติกรรมด้านความรู้ความจำ หรือให้จำข้อความทุกประโยคทุกคำพูดหรือความรู้เกี่ยวกับกฎ นิยาม ทฤษฎี หลักการ
  - 3) สามารถวัดข้อเท็จจริงในเนื้อหาวิชาที่เสนอในรูปแบบที่ รูปภาพรูปจำลองต่าง ๆ
- ข้อจำกัดของแบบสอบสั้น ๆ

1) มีปัญหาในการตรวจให้คะแนน เพราะคำตอบที่นักเรียนเขียนนั้นอาจจะผิดพลาดเล็กน้อยด้านภาษา ทำให้ไม่ได้คะแนนหรือได้คะแนนเป็นบางส่วนทั้ง ๆ ที่นักเรียนมีความรู้ในเรื่องนั้น

2) การเขียนคำตอบให้จำเพาะเจาะจง และมีคำตอบเพียงคำตอบเดียวจริง ๆ ทำได้ยากและต้องใช้เวลาสร้างมาก

3) มักจะถามได้เฉพาะพฤติกรรมที่เกี่ยวกับความรู้ความจำ ผู้ตอบไม่สามารถแสดงความคิดได้เต็มที่

5. ข้อสอบแบบจับคู่ (Matching test) ลักษณะทั่วไปเป็นข้อสอบเลือกตอบชนิดหนึ่ง โดยมีคำหรือข้อความแยกจากกันเป็น 2 ชุด แล้วให้ผู้ตอบเลือกจับคู่ว่าแต่ละข้อความในชุดหนึ่งจะคู่กับคำหรือข้อความใดในชุดอีกชุดหนึ่ง ซึ่งมีความสัมพันธ์กันอย่างไรอย่างหนึ่งตามที่ผู้ออกข้อสอบกำหนดไว้

ข้อดีของข้อสอบแบบจับคู่

- 1) สร้างได้ง่าย สะดวกรวดเร็ว
- 2) เหมาะที่จะนำไปวัดความจำ หรือความจริงตามท้องเรื่อง
- 3) ตรวจให้คะแนนได้ง่ายและยุติธรรม กล่าวคือ ตรวจให้คะแนนได้ตรงกันไม่ว่าใครตรวจก็ตาม

ข้อจำกัดของข้อสอบแบบจับคู่

- 1) ข้อสอบมักจะไม่เป็นเอกพันธ์
- 2) ไม่สามารถวัดพฤติกรรมประเภทความคิดสร้างสรรค์
- 3) เปิดโอกาสให้ได้คะแนนโดยการเดาค่อนข้างสูง

4) ไม่เหมาะสมที่จะนำข้อสอบชนิดนี้ไปสร้างข้อสอบจำนวนมาก ๆ ข้อ หรือนำไปวัดให้ครอบคลุมทุกเนื้อหา

6. ข้อสอบแบบเลือกตอบ (Multiple choice test) ลักษณะทั่วไปข้อสอบแบบเลือกตอบจะประกอบด้วย 2 ตอน ตอนนำหรือคำถาม (Stem) กับตอนเลือก (Choice) ในตอนเลือกนี้จะประกอบด้วย ตัวเลือกที่เป็นคำตอบถูกและตัวเลือกที่เป็นตัวลวง ปกติจะมีคำถามที่กำหนดให้นักเรียนพิจารณา แล้วหาตัวเลือกที่ถูกต้องมากที่สุดเพียงตัวเลือกเดียวจากตัวเลือกอื่น ๆ และคำถามแบบเลือกตอบที่ดี นิยมใช้ตัวเลือกที่ใกล้เคียงกัน ดูเผิน ๆ จะเห็นว่าทุกตัวเลือกถูกหมดแต่ความจริงมีน้ำหนักรวมกันน้อยต่างกัน

ข้อดีของข้อสอบแบบเลือกตอบ

1) มีความเที่ยงตรงสูง เพราะสามารถเขียนคำถามวัดได้ครอบคลุมทุกเนื้อหา และทุกพฤติกรรมของด้านพุทธิพิสัย

2) ตรวจให้คะแนนได้ง่าย สะดวกรวดเร็ว และยุติธรรม

3) สามารถนำมาวิเคราะห์และปรับปรุงให้ดีขึ้นจนเป็นมาตรฐานได้

4) ตัดปัญหาเรื่องการอ่านเนื่องจากลายมือผู้ตอบอ่านยาก

5) สามารถวินิจฉัยข้อบกพร่องหรือความไม่เข้าใจในเนื้อหาได้อย่างเป็นระบบ

ข้อจำกัดของข้อสอบแบบเลือกตอบ

1) สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายสูง

2) ใช้เวลาในการสร้างมาก โดยเฉพาะการเขียนตัวลวงให้มีคุณภาพ

3) ไม่เหมาะสมที่จะวัดความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

**หลักในการสร้างข้อสอบแบบเลือกตอบ**

ข้อสอบแบบเลือกตอบจะประกอบด้วย 2 ตอน ตอนนำหรือคำถาม (Stem) กับตอนเลือก (Choice) ในตอนเลือกจะประกอบด้วย ตัวเลือกที่เป็นคำตอบถูกและตัวเลือกที่เป็นตัวลวง มีหลักในการสร้างดังนี้ (สมนึก ภัททิยธนี, 2549)

1. เขียนคำถามให้เป็นประโยคคำถามสมบูรณ์ กระชับ ได้ใจความครบถ้วน ไม่ควรสร้างคำถามให้เป็นแบบอ่านต่อความ เพราะทำให้คำถามไม่กระชับ เกิดปัญหาสองแง่หรือข้อความไม่ต่อกัน ทำให้เกิดปัญหาในการคิดหาคำตอบ

2. เนื้อเรื่องที่ต้องการถามให้ชัดเจนและตรงจุดไม่คลุมเครือ เพื่อให้ผู้อ่านเข้าใจตรงกัน สามารถมุ่งความคิดในการตอบไปถูกทิศทาง (เป็นปรนัย)

3. ควรถามในเรื่องที่มีคุณค่าต่อการวัด คำถามแบบเลือกตอบสามารถถามพฤติกรรมในสมองได้หลาย ๆ ด้าน ไม่ใช่ถามเฉพาะความจำ หรือความจริงตามตำรา หรือถามรายละเอียด

เกินความจำเป็นซึ่งไม่ใช่สาระสำคัญ แต่ต้องถามให้คิดหรือนำความรู้ที่เรียนไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ จึงจะมีคุณค่าต่อการวัด ไม่ควรเขียนตัวเลือกน้อยเกินไปเพราะจะทำให้ข้อสอบขาดประสิทธิภาพ

4. หลีกเลี่ยงคำถามปฏิเสธ ถ้าจำเป็นต้องใช้ควรพิมพ์ตัวหนาหรือขีดเส้นใต้คำถามนั้น แต่คำถามซ้อนไม่ควรใช้อย่างยิ่ง เพราะทำให้ยุ่งยากต่อการแปลความหมายของคำถาม

5. อย่าใช้คำฟุ่มเฟือย ควรถามปัญหาโดยตรง สิ่งใดไม่เกี่ยวข้องหรือไม่ได้ใช้เป็นเงื่อนไขในการคิด ก็ไม่ต้องนำมาใส่ไว้ในคำถาม จะช่วยให้คำถามรัดกุม ชัดเจนขึ้น

6. สร้างตัวเลือกให้เป็นเอกพันธ์ หมายถึง เขียนตัวเลือกทุกตัวให้เป็นลักษณะใดลักษณะหนึ่ง หรือมีทิศทางแบบเดียวกัน หรือมีโครงสร้างสอดคล้องเป็นทำนองเดียวกัน ช่วยให้ตัวถูกตัวลวงมีคุณค่ามากขึ้น

7. ควรเรียงลำดับตัวเลขในตัวเลือกต่าง ๆ ได้แก่ คำตอบที่เป็นตัวเลข นิยมเรียงจากน้อยไปมาก เพื่อช่วยให้ผู้ตอบพิจารณาหาคำตอบได้สะดวก ไม่หลง ถ้าตัวเลือกมีหลายประเภทปนกัน เช่น มาก-น้อย โกล-ไกล ลดลง-เพิ่มขึ้น ไม่ควรใช้คำเหล่านี้สลับกัน ควรจัดเรียงกันในประเภทเดียวกัน

8. ใช้ตัวเลือกปลายเปิดและปลายปิดให้เหมาะสม ตัวเลือกปลายเปิด ได้แก่ ตัวเลือกสุดท้าย ใช้คำว่า สรุปแน่นอนไม่ได้ หรือผิดหมดทุกข้อ หรือข้อความอื่นแต่มีความหมายในทำนองเดียวกัน ซึ่งแสดงว่าอาจมีคำตอบอื่น ๆ ได้นอกเหนือจากตัวเลือกดังกล่าว โอกาสที่จะใช้ตัวเลือกแบบปลายเปิดนี้ ควรเป็นการถามเกี่ยวกับเรื่องราว หรือเหตุการณ์ ที่ยังไม่มีผลสรุป หรือยังไม่มีข้อยุติแน่ชัด ตัวเลือกปลายปิด ได้แก่ ตัวเลือกสุดท้าย ใช้คำว่า ถูกหมดทุกข้อ หรือข้อความอื่น แต่มีความหมายในทำนองเดียวกัน ซึ่งแสดงว่าตัวเลือกต่าง ๆ ในข้อเดียวกันถูกหมดทุกข้อ

การใช้ตัวเลือกปลายเปิด หรือ ปลายปิด มีเหตุผลที่สำคัญ 4 ประการ ดังนี้

1) ถ้าใช้เป็นตัวถูกในบางข้อ ต้องใช้เป็นตัวลวงในบางข้อด้วย เพื่อป้องกันการเดา แต่ไม่ควรใช้เป็นตัวถูกสุดท้ายของทุกข้อ เพราะคล้ายกับผู้สร้างข้อสอบไม่มีความสามารถในการสร้างข้อสอบแบบตัวเลือก

2) ใช้ในกรณีที่ทำตัวลวงยาก หรือหากเขียนก็ไม่มีคุณค่า หรือไม่มีน้ำหนัก เห็นเด่นชัดว่าไม่ใช่ตัวถูก

3) ใช้ในกรณีที่ต้องการให้ข้อสอบข้อนั้นมีความยากหรือง่ายกว่าปกติ

4) ในบางเรื่อง คำตอบถูกหรือความรู้ที่นักเรียนควรจะได้รับมีหลายข้อหลายประเด็น จึงต้องใช้ตัวเลือกประเภทนี้

9. ข้อเดียวต้องมีคำตอบเดียว ผู้สร้างข้อสอบต้องพิจารณาตัวลวงให้ละเอียด เพื่อให้ตัวลวงมีโอกาสถูก 2 ข้อ

10. สร้างตัวถูกและตัวลวงให้ถูกหรือผิดตามหลักวิชาการ ไม่กำหนดตัวถูกหรือตัวลวงตามความเชื่อ คำพังเพย หรือขนบธรรมเนียมประเพณีเฉพาะท้องถิ่น

11. เขียนตัวเลือกให้อิสระจากกัน คืออย่าให้ตัวเลือกตัวใดตัวหนึ่ง เป็นส่วนหนึ่งหรือส่วนประกอบของตัวเลือกอื่น

12. ควรมีตัวเลือก 4 -5 ตัว เพื่อป้องกันไม่ให้เดาได้ง่าย จึงควรมีตัวเลือกมาก ๆ

13. ไม่แนะคำตอบ ควรมีการตรวจสอบข้อสอบก่อน เพราะ บางครั้งอาจมีข้อสอบที่เฉลยคำตอบกันเอง

### ลักษณะของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดี

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่ดีมีลักษณะ ดังนี้ (ภัทรา นิคมานนท์, 2538)

1. มีความเที่ยงตรง (Validity) เป็นลักษณะที่สำคัญที่สุดที่ทำให้เครื่องมือวัดผลนั้นมีคุณภาพดี เพราะเป็นการแสดงให้เห็นว่าเครื่องมือวัดนั้นสามารถวัดได้อย่างมีประสิทธิภาพ คือวัดได้ตรงและครบถ้วนตามเนื้อหาที่ต้องการวัด วัดได้ตรงตามจุดมุ่งหมาย วัดได้ตรงตามสภาพความเป็นจริง และวัดแล้วสามารถนำผลการวัดไปพยากรณ์หรือคาดคะเนอนาคตได้

2. มีความเชื่อมั่นสูง (Reliability) เครื่องมือวัดผลที่ดีวัดสิ่งเดียวกันหลาย ๆ ครั้ง ผลที่ได้จากการวัดจะเหมือนกัน หรือแตกต่างกันน้อยมาก

3. ความเป็นปรนัย (Objectivity) เครื่องมือที่มีความเป็นปรนัยจะมีความชัดเจนในตัวเองอยู่ 3 ประการ คือ คำถามชัดเจนอ่านแล้วเข้าใจตรงกัน คำตอบแน่นอน ใครตรวจให้คะแนนตรงกัน และประการสุดท้าย คือ แปลความหมายของคะแนนได้ตรงกัน

4. มีความยากง่ายพอเหมาะ (Difficulty) ไม่ยากเกินไปและไม่ง่ายเกินไปข้อสอบข้อใดที่มีคนตอบถูกมากแสดงว่าง่าย ข้อใดมีคนตอบถูกน้อยแสดงว่ายาก

5. มีอำนาจจำแนก (Discrimination) หมายถึง สามารถแบ่งแยกคนออกเป็นประเภทต่าง ๆ ได้ถูกต้อง ข้อสอบที่จำแนกได้ คือ ข้อสอบที่คนเก่งตอบถูก คนอ่อนตอบผิด ข้อสอบที่จำแนกกลับ คนเก่งจะตอบผิด แต่คนอ่อนจะตอบถูก และข้อสอบที่จำแนกไม่ได้ คือ ข้อสอบที่คนเก่งและคนอ่อนจะตอบถูกและผิดพอ ๆ กัน ไม่มีใครมีความแตกต่างกันมากนัก

6. มีประสิทธิภาพ (Efficiency) คือ เครื่องมือที่สามารถทำให้ได้ข้อมูลที่ดีที่สุดที่สุด เชื่อถือได้มาก โดยใช้วิธีการที่สะดวก รวดเร็ว คล่องตัว แต่ใช้เวลาน้อย

7. มีความยุติธรรม (Fair) ไม่เปิดโอกาสให้มีการได้เปรียบเสียเปรียบกันระหว่างผู้ที่ถูกวัดด้วยกัน

8. ใช้คำถามลึก (Searching) ข้อสอบที่ดีต้องถามให้ผู้ตอบใช้ความสามารถในการคิดค้น ก่อนที่จะตอบ

9. ใช้คำถามขั้วยุ (Challenge) มีลักษณะที่ทำให้ทายให้ผู้ตอบอยากคิด อยากตอบ

10. ใช้คำถามจำเพาะเจาะจง (Definite) ไม่ถามกว้างเกินไป หรือถามคลุมเครือให้คิดได้ หลายมุม

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สามารถสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้ ความสามารถ หรือทักษะของผู้เรียนเป็นผลมาจากการเรียนรู้ ที่บุคคลสามารถพัฒนาให้ดีขึ้นได้ และเป็นตัวชี้วัดความสำเร็จในการจัดการศึกษา ตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้ สามารถวัดได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยวัด พฤติกรรมด้านสติปัญญาตามแนวคิดของบลูมใน 6 ระดับ คือ ความรู้-ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ การประเมินค่า ดังนี้

1. ความรู้-ความจำ (knowledge) หมายถึง ความสามารถทางสมองในการทรงไว้ หรือ รักษาไว้ซึ่งเรื่องราวต่าง ๆ ที่บุคคลได้รับรู้ไว้ในสมองได้อย่างถูกต้องแม่นยำ

2. ความเข้าใจ (Comprehension) หมายถึง ความสามารถในการจับใจความสำคัญของ เรื่อง สามารถถ่ายทอดเรื่องราวเดิมออกมาเป็นภาษาของตนเองได้โดยที่ยังมีความหมายเหมือนเดิม

3. การนำไปใช้ (Application) เป็นความสามารถในการนำหลักวิชาไปใช้แก้ปัญหาใน สถานการณ์ใหม่ ซึ่งอาจใกล้เคียงหรือคล้ายคลึงกับสถานการณ์ที่เคยพบเห็นมาก่อน

4. การวิเคราะห์ (Analysis) เป็นความสามารถในการแยกแยะเรื่องราว สิ่งต่าง ๆ ออกเป็น ส่วนย่อย ๆ ได้ว่าเรื่องราวหรือสิ่งนั้น ๆ ประกอบด้วยอะไรบ้าง มีความสำคัญอย่างไร อะไรเป็นเหตุ อะไรเป็นผล และที่เป็นไปอย่างนั้นอาศัยหลักการอะไร

5. การสังเคราะห์ (Synthesis) เป็นความสามารถในการผสมผสานส่วนย่อยต่าง ๆ เข้าด้วยกันเพื่อเป็นสิ่งใหม่อีกรูปแบบหนึ่งมีคุณลักษณะ โครงสร้างหรือหน้าที่ใหม่ที่แปลกแตกต่าง ไปจากของเดิม

6. การประเมินค่า (Evaluation) เป็นความสามารถในการพิจารณาตัดสินหรือลงข้อสรุป เกี่ยวกับคุณค่าของเนื้อหา และวิธีการต่าง ๆ โดยอาศัยเกณฑ์และมาตรฐานที่วางไว้

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง เครื่องมือที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อวัด ความรู้ และความสามารถทางวิชาการ ที่ผู้เรียนได้เรียนรู้มาแล้วว่าสำเร็จตามจุดประสงค์ที่กำหนด ไว้เพียงใดสำหรับงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ในวิชาเคมี เรื่อง เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์และผลิตภัณฑ์ จำนวน 30 ข้อ เป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก (Multiple choice test) ซึ่งประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ตอนนำหรือคำถาม (Stem)

กับตอนเลือก (Choice) ในตอนเลือกนี้จะประกอบด้วย ตัวเลือกที่เป็นคำตอบถูกและตัวเลือกที่เป็นตัวลวง เหตุผลที่ผู้วิจัยเลือกแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบเลือกตอบ เพราะเป็นแบบทดสอบที่มีความเที่ยงตรงสูง สามารถเขียนคำถามวัดได้ครอบคลุมทุกเนื้อหา และทุกพฤติกรรมของด้านพุทธิพิสัย ตรวจให้คะแนนได้ง่าย สะดวกรวดเร็ว นำมาวิเคราะห์และปรับปรุงให้ดีขึ้นจนเป็นมาตรฐานได้ อีกทั้งยังตัดปัญหาเรื่องการอ่านเนื่องจากลายมือผู้ตอบอ่านยาก และสามารถวินิจฉัยข้อบกพร่องหรือความไม่เข้าใจในเนื้อหาได้อย่างเป็นระบบ

การจัดการเรียนการสอนที่สำคัญที่สุดไม่ใช่แค่จากการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพียงด้านเดียวเท่านั้น ผู้วิจัยในฐานะครูผู้สอนมุ่งหวังว่าผู้เรียนจะต้องสร้างองค์ความรู้ หรือเรียนรู้ มโนทัศน์ที่สมบูรณ์ของ เรื่อง เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์และผลิตภัณฑ์ เพื่อนำมโนทัศน์ที่สร้างขึ้นตามความเข้าใจของตนเองไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน หรือใช้กับเนื้อหาในการเรียนเรื่องอื่น ๆ ต่อไป ดังนั้น จึงต้องศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เพื่อนำมาใช้วัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่สมบูรณ์ของผู้เรียน

## มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

### ความหมายของมโนทัศน์

ความหมายของมโนทัศน์ คำว่า “มโนทัศน์” เป็นคำแปลมาจากภาษาอังกฤษ คำว่า Concept ตามราชบัณฑิตยสถาน ซึ่งมโนทัศน์มีความหมายเช่นเดียวกับคำว่า ความคิดรวบยอด (ราชบัณฑิตยสถาน, 2555, หน้า 106)

อาภรณ์ ใจเที่ยง (2550, หน้า 62) ได้กล่าวไว้ว่า มโนทัศน์ หมายถึง การจัดลักษณะที่เหมือน ๆ กันของประสบการณ์ หรือสิ่งของเข้าด้วยกันอย่างมีระบบ ทำให้เกิดเป็นหน่วยของความคิด หรือประเภทของประสบการณ์ อาจกล่าวได้ว่า มโนทัศน์นั้นเป็นความคิดหรือความเข้าใจขั้นสุดท้ายที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง หรือเรื่องใดเรื่องหนึ่ง ภายในช่วงระยะเวลาหนึ่ง

พันธ์ ทองชุมนุม (2547, หน้า 196-197) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ไว้ว่า เป็นความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งของหรือประสบการณ์ต่าง ๆ โดยความรู้ความเข้าใจในสิ่งของหรือประสบการณ์ต่าง ๆ ของแต่ละคนอาจมีความแตกต่างกัน หรือในบุคคลเดียวกันมโนทัศน์สิ่งของหรือปรากฏการณ์เดียวกันของแต่ละคนอาจมีความแตกต่างกัน หรือในบุคคลเดียวกันมโนทัศน์เกี่ยวกับสิ่งของหรือปรากฏการณ์เดียวกันอาจมีความแตกต่างกันตามอายุ ประสบการณ์ อย่างไรก็ตามมโนทัศน์ที่ถูกต้องนั้นมีลักษณะเป็นความจริงเดียวเสมอ คือสามารถสังเกตหรือทดสอบซ้ำได้ผลเหมือนเดิมทุกประการ



ชาตรี สำราญ (2544) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ไว้ว่า เป็นผลสรุปที่บุคคลสามารถแยกประเภทของลักษณะสิ่งเร้าได้ตามความคิด ความเข้าใจของบุคคลนั้น

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2545, หน้า 174) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ไว้ว่าเป็นความคิดความเข้าใจที่สรุปเกี่ยวกับการจัดกลุ่มสิ่งใดสิ่งหนึ่ง เรื่องใดเรื่องหนึ่ง ที่เกิดจากการสังเกตหรือการได้รับประสบการณ์เกี่ยวกับสิ่งนั้นหรือเรื่องนั้น แล้วใช้คุณลักษณะหรือคุณสมบัติที่มีลักษณะคล้ายคลึงกัน จัดเข้าเป็นกลุ่มเดียวกัน

De Cecco and Crawford (1974, p. 288) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ไว้ว่า เป็นการจัดกลุ่มสิ่งเร้าที่มีลักษณะร่วมกัน สิ่งเร้าเหล่านี้ได้แก่ วัตถุสิ่งของ เหตุการณ์ และบุคคล

Goodwin and Klausmeier (1975 อ้างถึงใน พรหมณี, 2538) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ไว้ว่า เป็นสิ่งที่บอกให้เราทราบถึงคุณสมบัติของสิ่งต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นวัตถุ เหตุการณ์ หรือขบวนการซึ่งทำให้เราแยกสิ่งต่าง ๆ นั้นออกจากสิ่งอื่น ๆ ได้

West and et al. (1985, p. 157) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ไว้ว่า เป็นการเชื่อมโยงกลุ่มของคำง่าย ๆ หรือการอธิบายเรื่องต่าง ๆ ที่เป็นข้อวินิจฉัย ซึ่งแทนองค์ความรู้ที่นักเรียนสร้างขึ้นเกี่ยวกับแนวคิดนั้น

ชนาธิป พรกุล (2554, หน้า 123) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ไว้ว่า เป็นความเข้าใจที่สามารถกำหนดเกณฑ์เพื่อใช้แบ่งประเภทสรรพสิ่งที่อยู่รอบตัวที่เป็นสิ่งของ วัตถุ พฤติกรรม และสิ่งที่เป็นนามธรรม

มาร์ติน (Martin, 1989 อ้างถึงใน เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์, 2555, หน้า 2) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ว่าเป็นภาพในความคิดที่เปรียบเสมือน ตัวแทนของหมวดหมู่ วัตถุ สิ่งของ แนวคิด หรือปรากฏการณ์ ซึ่งมีลักษณะทั่ว ๆ ไปคล้ายกัน

เอนแกน และกัวซาค (Eggen & Kauchak, 1997) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ไว้ว่าเป็นความคิดนามธรรมที่ใช้จัดจำแนกกลุ่มของวัตถุ เหตุการณ์ หรือความคิด ถือได้ว่าเป็นส่วนสำคัญของการจัดหลักสูตร การจัดจำแนกขึ้นอยู่กับกฎเกณฑ์ หรือตัวแทนความคิดที่ทำให้นักเรียนเข้าใจง่ายขึ้น

จากความหมายของแนวคิดที่นักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายไว้ พอสรุปได้ว่ามโนทัศน์ หมายถึง ความคิด ความเข้าใจ โดยสรุปของบุคคลเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ที่ได้จากการสังเกตหรือประสบการณ์เกี่ยวกับสิ่งนั้น อาจเป็นชนิด ประเภท คุณสมบัติ คุณลักษณะร่วมกันมาประมวลเข้าด้วยกันเป็นข้อสรุป หรือคำจำกัดความของสิ่งนั้น ๆ

### ความหมายของมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน

นักการศึกษาหลายท่านให้ความสำคัญกับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน โดยเรียกแตกต่างกัน เช่น ความคิดรวบยอดที่ผิดพลาด (บุญเสริม อุทชาภิรมย์, 2523, หน้า 10) มโนภาพที่คลาดเคลื่อน (โสภภาพรรณ และคณะ, 2525) และ วรรณทิพา รอดแรงคำ (2532, หน้า 107)

ซึ่งได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนไว้ดังนี้

บุญเสริม อุทชาภิรมย์ (2523, หน้า 10) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนไว้ว่าเป็นการสั่งสมหรือสรุปความคิดที่ผิดพลาด และเป็นอุปสรรคต่อการเรียนรู้เรื่องใหม่ ทำให้เกิดการเชื่อมโยงประสบการณ์ใหม่ช้าลง และไม่บังเกิดผล

โสภภาพรรณ แสงศัพท์ และคณะ (2525, หน้า 6) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนไว้ว่า เป็นมโนทัศน์ที่เกิดจากแนวความคิดที่ได้จากประสบการณ์ คือ ความรู้ที่ไม่ถูกต้อง ไม่มีเหตุผลเพียงพอและปราศจากพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์

วรรณทิพา รอดแรงคำ (2532, หน้า 107) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนไว้ว่าเป็นความคิดความเข้าใจที่ไม่ถูกต้อง อันเนื่องมาจากการรับรู้ที่ไม่สมบูรณ์ และคลุมเครือ

พงศ์พรหม พรเพิ่มพูน (2558) กล่าวถึงปัจจัยที่ทำให้นักเรียนเกิดการสร้างมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ สามารถประมวลสรุปมาได้ดังนี้

1. เกิดจากความรู้และประสบการณ์เดิมของนักเรียน กล่าวคือในทุก ๆ วันนักเรียนมีโอกาที่จะพบเจอกับประสบการณ์ต่าง ๆ มากมาย ซึ่งเมื่อนักเรียนพบเจอแล้วอาจทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนได้ เช่น กบมีลิ้น ที่สามารถยืดออกมาได้ยาวเหมือนในการ์ตูน ของแข็งเวลาโยนลงน้ำจะจมน้ำ ดังนั้น ถ้าเอาน้ำแข็งใส่น้ำก็จะจมน้ำ เป็นต้น

2. เกิดจากการทำความเข้าใจเนื้อหาที่คลาดเคลื่อน กล่าวคือ ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน อาจมีบางครั้งที่นักเรียนเกิดการเรียนรู้และสรุปเป็นมโนทัศน์ของตนเอง แต่มโนทัศน์ที่นักเรียนสรุปนั้นอาจคลาดเคลื่อนไปจากมโนทัศน์ที่ถูกต้อง เช่น ในขณะที่นักเรียนกำลังศึกษาเรื่องแรงยึดเหนี่ยวระหว่างคู่เบสใน DNA ถ้าไม่มีการสร้างความเข้าใจ นักเรียนจะเข้าใจว่าเบสอะดีนีนจับเบสไทมีนด้วยพันธะคู่ เป็นต้น

3. เกิดจากการที่ครู ผู้สอนมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับมโนทัศน์นั้น ๆ ประเด็นนี้เป็นประเด็นที่สำคัญมาก เพราะเมื่อครูเกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแล้วย่อมทำให้การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนตามมา เช่น ครูจัดการเรียนการสอนและบอกว่า ละอองเรณู คือ เซลล์สืบพันธุ์เพศผู้ของพืช

4. เกิดจากเอกสาร หรือหนังสือเรียน กล่าวคือในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน บางครั้งครูอาจจะต้องมีการให้นักเรียนได้สืบค้นข้อมูลจากเอกสาร หนังสือเรียน

บทความทางวิชาการ ซึ่งบางครั้งการใช้ภาษาในแหล่งข้อมูลเหล่านั้นอาจทำให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนได้เช่นกัน

ดังนั้น มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน คือ มโนทัศน์ที่เกิดจากความรู้อันไม่ถูกต้อง และสรุปเป็นความคิดที่ผิดพลาด ทำให้เป็นอุปสรรคต่อการเรียนรู้ในเรื่องใหม่ ๆ ต่อไป

### องค์ประกอบของมโนทัศน์

สิ่งที่จะเรียกว่าเป็นมโนทัศน์หรือไม่นั้นต้องมีองค์ประกอบหลัก 5 องค์ประกอบดังนี้ (พันธุ ทองชุมนุม, 2547, หน้า 199)

1. ชื่อ (Name) เป็นคำหรือข้อความที่ใช้เรียกกลุ่ม หรือหมวดหมู่ของประสบการณ์ ในลักษณะร่วมเป็นเกณฑ์ในการจัดจำแนก ตัวอย่างเช่น พืช สัตว์ เซลล์ เป็นต้น จะเห็นได้ว่าสิ่งที่จัดอยู่ในหมวดหมู่เดียวกันอาจจะมีรายละเอียดปลีกย่อยที่ต่างกันได้

2. ตัวอย่าง (Example) เป็นตัวอย่างของมโนคติในมโนคติหนึ่ง ๆ จะต้องมีตัวอย่างประกอบเสมอ ซึ่งจะมีคุณลักษณะร่วมกันที่จะจัดวัตถุหรือเหตุการณ์นั้น ๆ เข้าด้วยกัน

3. คุณลักษณะ (Attribute) หมายถึง คุณลักษณะที่สำคัญโดยทั่ว ๆ ไป ที่ใช้เป็นลักษณะร่วมหรือเป็นเกณฑ์ในการจัดการสิ่งต่าง ๆ ให้เป็นหมวดหมู่เดียวกัน เช่น สุนัขลักษณะพันธุ์ สี ขนาด เป็นคุณลักษณะที่แตกต่างกัน แต่เมื่อพิจารณาร่วมกันทำให้แยกออกได้ว่า สัตว์นั้นเป็นสุนัขที่ต่างไปจากม้า วัว เป็นต้น

4. คุณค่าของคุณลักษณะ (Attribute Value) ในการจำแนกสิ่งต่าง ๆ โดยใช้คุณลักษณะเฉพาะนั้น พบว่าคุณลักษณะเฉพาะบางอย่างมีคุณค่าหลายระดับ เราต้องพิจารณาระดับของคุณค่าคุณลักษณะที่ใช้จัดเป็นหมวดหมู่ด้วยกัน เช่น สุนัขเป็นสัตว์เลี้ยงชนิดหนึ่งที่มีคุณลักษณะได้แก่ พันธุ์ สี ขนาด เช่น คุณลักษณะพันธุ์เปลี่ยนแปลงได้หลากหลายคุณค่า พันธุ์หลังอาน พันธุ์ธรรมดา เป็นต้น

5. กฎเกณฑ์ (Rule) คือ การให้นิยามหรือข้อความสรุปคุณลักษณะที่สำคัญหรือคุณค่าที่จำเป็นของมโนคติ ซึ่งจะบ่งบอกถึงความสำคัญระหว่างคุณลักษณะหรือคุณค่าที่ร่วมกันเป็นมโนคตินั้น

จากองค์ประกอบของมโนทัศน์ จะเห็นได้ว่าจะเรียกว่าเป็นมโนทัศน์ของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง จำเป็นต้องครอบคลุมถึง ชื่อ ตัวอย่าง คุณลักษณะ คุณค่า คุณค่าของคุณลักษณะ และกฎเกณฑ์ ซึ่งในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้พิจารณาและวิเคราะห์หามโนทัศน์ในวิชาเคมี เรื่อง เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ และผลิตภัณฑ์ เพื่อให้เกิดความครอบคลุม ครบถ้วน สมบูรณ์ของเนื้อหาที่เป็นมโนทัศน์ในแต่ละหน่วยการเรียนรู้

### มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

พันธุ ทงซุมนุ (2547, หน้า 202) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ว่าเป็นมโนทัศน์เกี่ยวกับข้อเท็จจริงต่าง ๆ ของสสาร พลังงานและปรากฏการณ์ต่าง ๆ ทางธรรมชาติ

ภพ เลาหไพบูลย์ (2542, หน้า 4) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ว่าความเข้าใจที่จะสรุปรวมลักษณะที่สำคัญ ๆ ของวัตถุหรือปรากฏการณ์อย่างใดอย่างหนึ่ง แต่ละคนอาจมีมโนทัศน์ต่อสิ่งหนึ่งสิ่งใดแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับประสบการณ์และวุฒิภาวะของแต่ละบุคคลนั้น ๆ มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์แบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท ดังนี้

1. มโนทัศน์เกี่ยวกับการแบ่งประเภท (Classificational concept) เป็นมโนทัศน์ที่เป็นคำอธิบายหรือชี้แจงคุณสมบัติของสิ่งต่าง ๆ โดยการนำไปใช้ในการบรรยายวัตถุหรือปรากฏการณ์นั้น ตัวอย่างเช่น

- ดอกไม้ประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ได้แก่ ฐานรองดอก กลีบเลี้ยง กลีบดอก เกสรตัวผู้ เกสรตัวเมีย

- แมลงเป็นสัตว์ที่มี 6 ขา ลำตัวเป็นปล้อง แบ่งเป็น 3 ส่วน

- สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม เป็นสัตว์ที่มีกระดูกสันหลัง มีเลือดอุ่น เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม

มีหัวใจ 4 ห้อง มีฟันฝังในขากรรไกร

2. มโนทัศน์เกี่ยวกับความสัมพันธ์ (Correlational concept) เป็นมโนทัศน์ที่กล่าวถึงความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผลนำไปใช้ในการทำนายหรือพยากรณ์เหตุการณ์ต่าง ๆ ได้ มักจะเป็นมโนทัศน์ที่แสดงว่าเท่ากัน สูงกว่า ต่ำกว่า ระหว่าง มาก น้อย ตัวอย่างเช่น

- ของเหลวเมื่อได้รับความร้อนจะมีปริมาณมากขึ้น

- ความต่างศักย์ไฟฟ้าเป็นความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้ากับความต้านทาน

3. มโนทัศน์เกี่ยวกับสิ่งที่มองไม่เห็น หรือเรียกว่า มโนทัศน์ทางทฤษฎี (Theoretical concept) เป็นมโนทัศน์ที่นักวิทยาศาสตร์พยายามอธิบายคุณลักษณะของบางสิ่งบางอย่าง หรือปรากฏการณ์ที่ไม่อาจสังเกตได้โดยตรงทั้งหมด แต่มีหลักฐานเป็นเหตุผลสนับสนุนว่าเป็นไปได้ ตัวอย่างเช่น

- โปรตีนเป็นสารอาหารที่มีอยู่ในเนื้อสัตว์

- อะตอมประกอบด้วย โปรตอน นิวตรอน อิเล็กตรอน และอนุภาคเล็ก ๆ

อีกจำนวนหนึ่ง

## การพัฒนาโมทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

### การสอนเพื่อพัฒนาโมทัศน์

วิทยาศาสตร์ศึกษามีความปรารถนาที่จะพัฒนาวิธีการในการสอนและการเรียนเพื่อช่วยให้นักเรียนเปลี่ยนความคิดของตนเองให้เป็นความคิดทางวิทยาศาสตร์ (Scientific ideas) อันเป็นที่ยอมรับ เริ่มตั้งแต่ปี ค.ศ. 1980 เป็นต้นมา ได้มีการพูดถึงการเปลี่ยนแปลงมโนทัศน์ที่ไม่ถูกต้องโดยอาศัยแนวคิดของ Constructivist และโมเดลการเรียนรู้มโนทัศน์ (วรรณทิพา รอดแรงคำ, 2540, หน้า 51)

กระบวนการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาโมทัศน์ (ทิสนา แคมณี, 2553, หน้า 225)

ขั้นที่ 1 ผู้สอนเตรียมข้อมูลสำหรับผู้เรียนฝึกหัดจำแนก

1) ผู้สอนเตรียมข้อมูล 2 ชุด ชุดหนึ่งเป็นตัวอย่างของมโนทัศน์ที่ต้องการสอนอีกชุดหนึ่งไม่ใช่ตัวอย่างของมโนทัศน์ที่ต้องการสอน

2) ในการเลือกตัวอย่างข้อมูล 2 ชุดข้างต้น ผู้สอนจะต้องเลือกหาตัวอย่างที่มีจำนวนมากพอที่จะครอบคลุมลักษณะของมโนทัศน์ที่ต้องการนั้น

3) ถ้ามโนทัศน์ที่ต้องการสอนเป็นเรื่องยากและซับซ้อนหรือเป็นนามธรรม อาจใช้วิธีการยกเป็นตัวอย่างเรื่องสั้น ๆ ที่ผู้สอนแต่งขึ้นเองนำเสนอแก่ผู้เรียน

4) ผู้สอนเตรียมสื่อการสอนที่เหมาะสมจะใช้นำเสนอตัวอย่างมโนทัศน์เพื่อแสดงให้เห็นลักษณะต่าง ๆ ของมโนทัศน์ที่ต้องการสอนอย่างชัดเจน

ขั้นที่ 2 ผู้สอนอธิบายกติกาในการเรียนให้ผู้เรียนรู้และเข้าใจตรงกัน ผู้สอนชี้แจงวิธีการเรียนรู้ให้ผู้เรียนเข้าใจก่อนเริ่มกิจกรรมโดยอาจสาธิตวิธีการและให้ผู้เรียนลองทำตามที่ผู้สอนบอก จนกระทั่งผู้เรียนเกิดความเข้าใจพอสมควร

ขั้นที่ 3 ผู้สอนเสนอข้อมูลตัวอย่างของมโนทัศน์ที่ต้องการสอนและข้อมูลที่ไม่ใช่ตัวอย่างของมโนทัศน์ที่ต้องการสอน การนำเสนอข้อมูลตัวอย่างนี้ทำได้หลายแบบ แต่ละแบบมีจุดเด่น- จุดด้อย ดังต่อไปนี้

1) นำเสนอข้อมูลที่เป็นตัวอย่างของสิ่งที่จะสอนทีละข้อมูลจนหมดทั้งชุด โดยบอกให้ผู้เรียนรู้ว่าเป็นตัวอย่างของสิ่งที่จะสอนแล้วตามด้วยข้อมูลที่ไม่ใช่ตัวอย่างของสิ่งที่จะสอนทีละข้อมูล จนครบหมดทั้งชุดเช่นกัน โดยบอกให้ผู้เรียนรู้ว่าข้อมูลชุดหลังนี้ไม่ใช่สิ่งที่จะสอน ผู้เรียนจะต้องสังเกตตัวอย่างทั้ง 2 ชุดและคิดหาคุณสมบัติร่วมและคุณสมบัติที่แตกต่างกันเทคนิควิธีนี้สามารถช่วยให้ผู้เรียนสร้างมโนทัศน์ได้เร็วแต่ใช้กระบวนการคิดน้อย

2) เสนอข้อมูลที่ใช่และไม่ใช่ตัวอย่างของสิ่งที่จะสอนสลับกันไปจนครบ เทคนิควิธีนี้ช่วยสร้างมโนทัศน์ได้ช้ากว่าเทคนิคแรก แต่ได้ใช้กระบวนการคิดมากกว่า

3) เสนอข้อมูลที่ใช่และไม่ใช่ตัวอย่างของสิ่งที่จะสอนอย่างละ 1 ข้อมูล แล้วเสนอข้อมูลที่เหลือทั้งหมดทีละข้อมูล โดยให้ผู้เรียนตอบว่าข้อมูลแต่ละข้อมูลที่เหลือนั้นใช่หรือไม่ใช่ตัวอย่างที่จะสอนเมื่อผู้เรียนตอบ ผู้สอนจะเฉลยว่าถูกหรือผิด วิธีนี้ผู้เรียนจะได้ใช้กระบวนการคิดในการทดสอบสมมติฐานของตนไปที่ละขั้นตอน

4) เสนอข้อมูลที่ใช่และไม่ใช่ตัวอย่างสิ่งที่จะสอนอย่างละ 1 ข้อมูล แล้วให้ผู้เรียนช่วยกันยกตัวอย่างข้อมูลที่ผู้เรียนคิดว่าใช่ตัวอย่างของสิ่งที่จะสอน โดยผู้สอนจะเป็นผู้ตอบว่าใช่หรือไม่ใช่ วิธีนี้ผู้เรียนจะมีโอกาสคิดมากขึ้นอีก

ขั้นที่ 4 ให้ผู้เรียนบอกคุณสมบัติเฉพาะของสิ่งที่ต้องการสอน จากกิจกรรมที่ผ่านมาในขั้นต้น ๆ ผู้เรียนจะต้องพยายามหาคุณสมบัติเฉพาะของตัวอย่างที่ใช่และไม่ใช่สิ่งที่คุณต้องการสอน และทดสอบคำตอบของตน หากคำตอบของตนผิดผู้เรียนก็ต้องหาคำตอบใหม่ซึ่งก็หมายความว่าต้องเปลี่ยนสมมติฐานที่เป็นฐานของคำตอบเดิม ด้วยวิธีนี้ผู้เรียนจะค่อย ๆ สร้างความคิดรวบยอดของสิ่งนั้นขึ้นมา ซึ่งก็จะมาจากคุณสมบัติเฉพาะของสิ่งนั้นนั่นเอง

ขั้นที่ 5 ให้ผู้เรียนสรุปและให้คำจำกัดความของสิ่งที่ต้องการสอน เมื่อผู้เรียนได้รายการของคุณสมบัติเฉพาะของสิ่งที่ต้องการสอนแล้ว ผู้สอนให้ผู้เรียนช่วยกันเรียบเรียงให้เป็นคำนิยามหรือคำจำกัดความ

ขั้นที่ 6 ผู้สอนและผู้เรียนอภิปรายร่วมกันถึงวิธีการที่ผู้เรียนใช้ในการหาคำตอบ ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับกระบวนการคิดของตัวเอง

ส่วนที่นักเรียนต้องคิดทำ เพื่อเปลี่ยนแปลงมโนทัศน์ (Osborne, Bell and Gilbert, 1983) และ (Hewson and Hewson, 1988)

1. นักเรียนต้องตระหนักถึงความคิดของตนเองและผู้อื่น ทำความคิดเห็นดังกล่าวให้ชัดเจน
2. การแก้ปัญหาของความไม่สอดคล้องทางปัญญา
3. การสร้างความคิดใหม่
4. การใช้ความคิดใหม่ และจัดระบบมโนทัศน์ที่มีอยู่แล้ว
5. การยอมรับแนวความคิดใหม่
6. การใช้ความคิดใหม่ในสถานการณ์ที่คุ้นเคยและในสถานการณ์ใหม่

### ขั้นตอนการสอนให้เกิดมโนทัศน์

พรรณี ชูทัย (2522, หน้า 183) ได้เสนอขั้นตอนการสอนให้เกิดมโนทัศน์ไว้ 6 ขั้นตอน ดังนี้

1. ผู้สอนแจ้งจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมให้ผู้เรียนทราบ เพื่อเป็นแนวทางการประเมินผล และให้ผู้เรียนรู้จักประเมินผลการเรียนของตนเอง ซึ่งเป็นการเสริมแรง (Reinforcement) การเรียนของผู้เรียนอีกประการหนึ่งด้วย
2. ตรวจสอบความรู้พื้นฐานที่จำเป็นของผู้เรียน
3. เสนอตัวอย่างมโนทัศน์ทั้งที่ใช่และไม่ใช่คละปนกันไป โดยให้ผู้เรียนค้นหาเองว่ามโนทัศน์มีลักษณะอย่างไร
4. ผู้เรียนสังเกต พิจารณา วิเคราะห์ เปรียบเทียบ ลักษณะของตัวอย่าง เพื่อเลือกตัวอย่างที่เป็นมโนทัศน์ออกมา
5. ผู้เรียนให้ความหมายหรือสรุปลักษณะของมโนทัศน์ที่เรียนนั้น
6. จัดโอกาสให้ผู้เรียนได้ตอบสนอง ได้ซักถามและได้รับการเสริมแรงด้วยการชมเชย และให้กำลังใจ

### การวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555, หน้า 21) การสร้างข้อสอบเพื่อใช้วัดความรู้ได้ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้ เริ่มต้นจากการทำตารางวิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหา เพื่อเป็นแนวทางการสร้างข้อสอบวัดพฤติกรรมของผู้เรียนตามมาตรฐานการเรียนรู้หรือผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

ลักษณะของข้อสอบแบบเลือกตอบ ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วน คือ คำถามหรือปัญหา และคำตอบที่มีลักษณะเป็นตัวเลือกทั้งที่เป็นคำตอบถูกต้องและคำตอบผิด ลักษณะข้อสอบที่นิยมใช้ประกอบด้วย ข้อสอบแบบเลือกตอบที่มีคำถามเดียว ข้อสอบแบบเลือกตอบที่ใช้ข้อมูลชุดเดียวกันเพื่อคำถามด้วยคำถามหลายข้อ ข้อสอบแบบเลือกตอบที่มีคำถามหลายตอนหรือข้อสอบแบบผสมผสานที่มีทั้งให้เลือกตอบและเขียนตอบ

ลักษณะของข้อสอบแบบเลือกตอบ ที่ประกอบด้วย

ตอนที่ 1 เป็นคำถามที่มีตัวเลือก 2 ข้อ หรือมากกว่า

ตอนที่ 2 เป็นคำถามที่ต้องการให้ผู้เรียนบอกเหตุผลการเลือกตอบตอนที่ 1

สำหรับการให้คะแนน การทำข้อสอบแบ่งออกเป็น 2 ตอน คือ

1. ให้คะแนนตอนที่ 1 เมื่อตัวเลือกที่ถูกต้อง
2. ให้คะแนนในตอนที่ 2 เมื่อบอกเหตุผลได้สอดคล้องกับการเลือกตอบตอนที่ 1

ซึ่งการทดสอบด้วยข้อสอบแบบเลือกตอบที่มี 2 ตอน ใช้ประเมินผลความสามารถด้านการคิดอย่างมีเหตุผลได้ดี

นอกจากนี้ข้อสอบแบบเลือกตอบที่มี 2 ตอน อาจเป็นลักษณะผสมผสานที่มีทั้งการเลือกตอบและการเขียนตอบ ข้อสอบลักษณะนี้ใช้วินิจฉัยผู้เรียนครอบคลุมความรู้ ความคิด ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การให้เหตุผล และการสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ได้ดี ดังตัวอย่างนี้

0. ข้อใดไม่ใช่ความหมายของพอลิเมอร์

ก. สารประกอบที่มีโมเลกุลขนาดใหญ่

ข. สารประกอบที่ประกอบด้วยโมเลกุลเดี่ยวจำนวนมากที่เหมือนกัน

ค. สารประกอบที่ประกอบด้วยโมเลกุลเดี่ยวจำนวนมากที่แตกต่างกัน

ง. สารประกอบที่เชื่อมต่อกันด้วยพันธะไอออนิก

00. จงแสดงเหตุผลในการเลือกตอบ

(1) เหตุผลที่เลือกตอบข้อ ก. คือ.....

(2) เหตุผลที่เลือกตอบข้อ ข. คือ.....

(3) เหตุผลที่เลือกตอบข้อ ค. คือ.....

(4) เหตุผลที่เลือกตอบข้อ ง. คือ.....

ปีเตอร์สัน และทราวักส์ (Peterson and Treagust, 1992 อ้างถึงใน นัฐกานต์ นามนิมิตรานนท์, 2557, หน้า 68) ได้พัฒนาแบบทดสอบแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ แต่ละข้อประกอบด้วยคำถาม 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 เป็นคำถาม

ตอนที่ 2 เป็นคำถามเหตุผลที่นักเรียนใช้ประกอบการตอบคำถามในตอนที่ 1

ตัวอย่าง เช่น

000. ถ้าดำและแดงกำลังอยู่ในห้องมืด ทั้งสองคนจะเห็นวัตถุที่อยู่ในห้องมืดหรือไม่

ก. ไม่สามารถมองเห็นวัตถุได้เลย

ข. สามารถมองเห็นวัตถุได้บางส่วน

ค. สามารถมองเห็นวัตถุได้ชัดเจน

เหตุผลที่ใช้ประกอบการตอบคำถาม.....

พันซ์ ทองชุนนุม (2547, หน้า 205) ได้กล่าวว่า การตรวจสอบมโนทัศน์ผู้เรียนว่า เมื่อผู้สอนได้ทำการสอนในเรื่องใดเรื่องหนึ่งไปแล้ว สิ่งที่คุณสอนอยากทราบก็คือ ผู้เรียนได้เกิด



กระบวนการเรียนรู้และมีมโนทัศน์ในสิ่งที่ได้สอนไปแล้วนั้นถูกต้องตามที่คาดหวังไว้หรือไม่ สามารถพิจารณาได้ดังต่อไปนี้

1. สามารถระบุหรือเรียกชื่อมโนทัศน์นั้นได้
2. สามารถบอกลักษณะของมโนทัศน์นั้นได้
3. สามารถจำแนก คัดเลือก ยกตัวอย่างและสิ่งที่ไม่ใช่ตัวอย่างของมโนทัศน์นั้นได้
4. สามารถอธิบาย รวมถึงสรุปความหมายของมโนทัศน์นั้นได้จากความรู้ ความเข้าใจของตนเอง ด้วยภาษาของตนเองได้

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ใช้แบบวัดมโนทัศน์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยประยุกต์ใช้จาก ลักษณะของแบบทดสอบของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2532; อ้างถึงใน นัฐกานต์ นามนิมิตรานนท์, 2557, หน้า 69) ร่วมกับแบบทดสอบที่ใช้สำรวจมโนทัศน์ของ Treagust (1985), Haslam and Treagust (1987) ที่ประกอบด้วยคำถาม 2 ส่วน เป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก และในแต่ละข้อให้ผู้เรียนบอก เหตุผลการเลือกตอบ โดยคำถามในส่วนที่ 1 จะเกี่ยวกับมโนทัศน์ในรายวิชาเคมี เรื่อง เชื้อเพลิง ซากดึกดำบรรพ์และผลิตภัณฑ์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งเป็นมโนทัศน์หลัก และส่วนที่ 2 การบอกเหตุผลในการเลือกตอบข้อนั้น เป็นมโนทัศน์รองที่แสดงถึงความสอดคล้องกับการเลือกตอบในส่วนที่ 1

#### เกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2532) ได้สร้างแบบทดสอบเพื่อสำรวจและวิเคราะห์มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนและความเข้าใจผิดเฉพาะบทเรียน แบบทดสอบเป็นแบบเลือกตอบและแสดงเหตุผลจากสถานการณ์ที่กำหนดให้แล้วนำคำตอบและเหตุผลนั้นมาจัดลำดับมโนทัศน์ โดยแบ่งออกเป็น 4 กลุ่มดังนี้

1. มโนทัศน์ที่สมบูรณ์ หมายถึง คำตอบถูก และให้เหตุผลครบทุกองค์ประกอบที่สำคัญของแต่ละมโนทัศน์
2. มโนทัศน์ที่ไม่สมบูรณ์ หมายถึง คำตอบถูก และให้เหตุผลถูกต้องแต่ขาดองค์ประกอบบางส่วนที่สำคัญของแต่ละมโนทัศน์
3. มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน หมายถึง คำตอบถูก แต่การให้เหตุผลอธิบายมีบางส่วนถูกต้องและบางส่วนไม่ถูกต้อง
4. ความเข้าใจผิด หมายถึง คำตอบถูกหรือผิด แต่การให้เหตุผลไม่ถูกต้อง หรือไม่ตอบคำถามจากเกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ข้างต้น ผู้วิจัยได้ปรับปรุงวิธีการจัดลำดับมโนทัศน์ตามแบบของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

เป็นแนวทางในการวิเคราะห์หมโนทัศน์และให้คะแนน โดยได้กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนไว้ ดังนี้

1. หมโนทัศน์ที่สมบูรณ์ หมายถึง คำตอบถูก และให้เหตุผลครบทุกองค์ประกอบที่สำคัญของแต่ละหมโนทัศน์ ให้ 3 คะแนน
2. หมโนทัศน์ที่ไม่สมบูรณ์ หมายถึง คำตอบถูก และให้เหตุผลถูกต้องแต่ขาดองค์ประกอบบางส่วนที่สำคัญของแต่ละหมโนทัศน์ ให้ 2 คะแนน
3. หมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน หมายถึง คำตอบถูก แต่การให้เหตุผลอธิบายมีบางส่วนถูกต้องและบางส่วนไม่ถูกต้อง ให้ 1 คะแนน
4. ความเข้าใจผิด หมายถึง คำตอบถูกหรือผิด แต่การให้เหตุผลไม่ถูกต้อง หรือไม่ตอบคำถาม ให้ 0 คะแนน

จากความหมายของหมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่กล่าวมาสามารถสรุปได้ว่า ความรู้ ความคิด ความเข้าใจ โดยสรุปของบุคคลเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ที่ได้จากการสังเกตหรือประสบการณ์เกี่ยวกับสิ่งนั้น อาจเป็นชนิด ประเภท คุณสมบัติ คุณลักษณะร่วมกันมาประมวลเข้าด้วยกันเป็นข้อสรุป หรือคำจำกัดความของสิ่งนั้น ๆ สำหรับงานวิจัยนี้ได้สร้างแบบทดสอบและเกณฑ์การให้คะแนน เป็นการตรวจสอบหมโนทัศน์โดยใช้แบบทดสอบเป็นเครื่องมือ ซึ่งแบบทดสอบแต่ละข้อจะมี 2 ส่วน ส่วนที่ 1 เป็นการตอบคำถามของข้อคำถามที่ตั้งไว้ ส่วนที่ 2 จะเป็นการบอกเหตุผลของการเลือกตอบในส่วนที่ 1 เช่น แบบวัดหมโนทัศน์ของ Lawson (1978), Lawson at al. (1979), Tobin and Capie (1981) เป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบและให้ผู้เรียนเขียนเหตุผลของการเลือกตอบข้อนั้น แบบวัดหมโนทัศน์แบบ Two-tier multiple choice ของ Treagust (1985), Haslam and Treagust (1987) เป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบทั้งส่วนที่เป็นคำตอบและส่วนที่เป็นเหตุผลของการเลือกตอบข้อนั้น (อ้างถึงใน สุจินต์ เลียงจรรยารัตน์, 2543, หน้า 38) เนื่องจากการวัดหมโนทัศน์จำเป็นต้องให้ผู้เรียนได้แสดงหมโนทัศน์ที่ผู้เรียนเป็นผู้สร้างขึ้นมา ไม่ใช่จากการคาดเดาเหตุผลจากตัวเลือกที่มีให้ ผู้วิจัยจึงเลือกใช้แบบทดสอบการเลือกตอบในส่วนที่ 1 และการเขียนให้เหตุผลในส่วนที่ 2 ซึ่งเป็นวิธีที่เหมาะสม และสามารถวัดหมโนทัศน์ของผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยผู้ได้กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนไว้ ดังนี้

1. หมโนทัศน์ที่สมบูรณ์ หมายถึง คำตอบถูก และให้เหตุผลครบทุกองค์ประกอบที่สำคัญของแต่ละหมโนทัศน์ ให้ 3 คะแนน
2. หมโนทัศน์ที่ไม่สมบูรณ์ หมายถึง คำตอบถูก และให้เหตุผลถูกต้องแต่ขาดองค์ประกอบบางส่วนที่สำคัญของแต่ละหมโนทัศน์ ให้ 2 คะแนน
3. หมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน หมายถึง คำตอบถูก แต่การให้เหตุผลอธิบายมีบางส่วนถูกต้องและบางส่วนไม่ถูกต้อง ให้ 1 คะแนน

4. ความเข้าใจผิด หมายถึง คำตอบถูกหรือผิด แต่การให้เหตุผลไม่ถูกต้อง หรือไม่ตอบคำถาม ให้ 0 คะแนน

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์นั้น ผู้วิจัยนำไปสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ โดยเพิ่มกิจกรรมเพื่อพัฒนามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ จากมาตรฐานการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และหลักสูตรของสถานศึกษาในรายวิชาเคมี เพิ่มเติม ที่กำหนดจุดประสงค์เพื่อให้ผู้เรียนมีทั้ง ความรู้ ความเข้าใจ (K) ทักษะกระบวนการ (P) และยังต้องมีสมรรถนะและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A) ควบคู่กันไปด้วย ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับเจตคติต่อวิชาเคมี โดยนำไปใช้ในการสร้างแผนการจัดการเรียนการสอนและสร้างแบบวัดเจตคติต่อวิชาเคมี เพื่อให้ผู้เรียนมีทั้งความรู้ ทักษะกระบวนการ และมีเจตคติต่อวิชาเคมีเพิ่มมากขึ้น

## เจตคติต่อวิชาเคมี

### ความหมายของเจตคติ

เจตคติ (Attitude) เป็นเรื่องของความรู้สึกทั้งที่พอใจและไม่พอใจ ที่บุคคลมีต่อสิ่งต่าง ๆ รอบตัว ซึ่งมีอิทธิพลทำให้แต่ละคนตอบสนองต่อสิ่งเร้าแตกต่างกันไป เป็นความรู้สึกของคน ที่แสดงออกในวาระและโอกาสต่าง ๆ ซึ่งมีนักการศึกษาและนักวิชาการได้ให้ความหมายของเจตคติไว้ดังนี้

วารินทร์ สายโอบเอื้อ และสุนีย์ ชีรดากร (2522, หน้า 125) กล่าวว่า เจตคติ หมายถึง ความรู้สึก และ ท่าทีของคนเราที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ซึ่งอาจจะเป็นความรู้สึกในทางชอบ ไม่ชอบ และมีผลทำให้บุคคลพร้อมที่จะตอบสนองต่อสิ่งนั้นตามความรู้สึกดังกล่าว

เจตคติที่บุคคลแสดงออกจึงมีทั้ง 2 ด้าน ได้แก่

1. เจตคติทางบวก (Positive attitude) หมายถึง เจตคติที่บุคคลมีต่อสิ่งต่าง ๆ ในลักษณะที่ดี เป็นไปในทางบวก คือ การยอมรับโดยการสังเกตจากพฤติกรรมที่แสดงออกในทางชอบ พอใจ ถูกใจ และเห็นว่าสิ่งนั้นดีมีประโยชน์
2. เจตคติทางลบ (Negative attitude) หมายถึง เจตคติที่บุคคลมีต่อสิ่งต่าง ๆ ในลักษณะที่ไม่ดี เป็นไปในทางลบ คือ การไม่ยอมรับโดยสังเกตจากพฤติกรรมที่แสดงออกในทางไม่ชอบ ไม่พอใจ ไม่ถูกใจ

แอลพอร์ต (Allport, 1935 อ้างถึงใน ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543, หน้า 52)

ได้ให้นิยามเจตคติว่า หมายถึง สภาพความพร้อมของจิต ซึ่งเกิดขึ้นโดยประสบการณ์ สภาพความพร้อมนี้เป็นแรงพยายามที่จะกำหนดทิศทางหรือปฏิบัติต่อบุคคล สิ่งของ หรือสถานการณ์ที่เกี่ยวข้อง

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546, หน้า 14) ได้ให้นิยามว่า เจตคติเป็นจิตสำนึกของบุคคลที่ก่อให้เกิดลักษณะนิสัยหรือความรู้ทางจิตใจ การเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนควรได้รับการประเมิน 2 ส่วน คือเจตคติทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ด้วยการสังเกตพฤติกรรมหรือคุณลักษณะของผู้เรียนที่ใช้ระยะเวลาานพอสมควรและมีการประเมินอย่างสม่ำเสมอ โดยทั่วไปพฤติกรรมการแสดงออกของผู้เรียนด้านเจตคติ จะมีการพัฒนาขึ้นเป็นขั้นตอนดังนี้

ตารางที่ 2-2 แสดงเจตคติและพฤติกรรมการแสดงออก

เจตคติ	พฤติกรรมแสดงออก
1. การรับรู้	1. สนใจและรับรู้สารสนเทศหรือสิ่งเร้าด้วยความตั้งใจ
2. ตอบสนอง	2. ตอบสนองต่อข้อสนเทศหรือสิ่งเร้าอย่างกระตือรือร้น
3. เห็นคุณค่า	3. แสดงความรู้สึกชื่นชอบ และมีความเชื่อเกี่ยวกับคุณค่าของเรื่องที่เรียนรู้
4. จัดระบบ	4. จัดระบบ จัดลำดับ เปรียบเทียบและบูรณาการเจตคติกับคุณค่าเพื่อนำไปใช้หรือปฏิบัติได้
5. สร้างคุณลักษณะ	5. เลือกปฏิบัติหรือไม่ปฏิบัติในสิ่งต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม

วิชาญ เลิศลพ (2543, หน้า 52) ได้ให้ความหมายของเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ไว้ว่าเป็นความรู้สึกรักของนักเรียนที่มีต่อวิชาวิทยาศาสตร์ในเชิงบวกหรือลบ ซึ่งวัดได้จากแบบวัดเจตคติที่ประกอบด้วย คำถามที่มีลักษณะการตอบแบบประมาณค่า (Rating scale) 5 ระดับ ซึ่งแบ่งเป็น 5 ด้านดังนี้

1. ความคิดเห็นทั่วไปต่อวิชาวิทยาศาสตร์
2. การเห็นความสำคัญของวิชาวิทยาศาสตร์
3. ความสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์
4. ความนิยมชมชอบในวิชาวิทยาศาสตร์
5. การแสดงออกหรือมีส่วนร่วมกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับวิชาวิทยาศาสตร์

เจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความเชื่อ ความคิด ความรู้สึกของบุคคลที่มีต่อวิชาวิทยาศาสตร์ (วีระเดช เกิดบ้านตะเคียน, 2546, หน้า 54) โดยพฤติกรรมที่แสดงออกนั้น จะมี 2 ลักษณะ คือ

1. เจตคติเชิงบวกต่อวิชาวิทยาศาสตร์ เป็นพฤติกรรมที่แสดงออกมาในลักษณะพึงพอใจ ความชอบ อยากเรียน และอยากเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์
2. เจตคติเชิงลบต่อวิชาวิทยาศาสตร์ เป็นพฤติกรรมที่แสดงออกมาในลักษณะไม่พอใจ ไม่ชอบ ไม่อยากเรียน และไม่อยากเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

จากความหมายของแนวคิดที่นักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายไว้ พอสรุปได้ว่า เจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้สึกชอบ พอใจ หรือความเบื่อหน่ายในการเรียน วิทยาศาสตร์ น่าจะมีผลต่อระดับคะแนนหรือผลการเรียนของนักเรียนแต่ละคน

#### องค์ประกอบของเจตคติ

สัวน สายยศและอังคณา สายยศ (2543, หน้า 59) กล่าวว่า เจตคติมียองค์ประกอบอะไรบ้าง จำนวนเท่าไร นักจิตวิทยามีความเชื่อแตกต่างกันยังไม่มียบทสรุปที่แน่นอน เพราะแต่ละคนหรือแต่ละกลุ่มพยายามศึกษาค้นคว้าไปเรื่อย ๆ ปัจจุบันมีแนวความคิดเห็นแตกต่างกันอยู่ 3 กลุ่ม

1. เจตคติมียองค์ประกอบเดียว ตามความคิดเห็นหรือแนวความคิดนี้พิจารณาได้นิยามเจตคตินั้นเอง กลุ่มนี้จะมองเจตคติเกิดจากการประเมินเป้าของเจตคติว่ารู้สึกชอบหรือไม่ชอบ นักจิตวิทยาในกลุ่มนี้ได้แก่ เทอร์สโตน (Thurstone) แอลพอร์ต (Allport) และคนอื่น ๆ อีกหลายคน
2. เจตคติมียสององค์ประกอบ ตามแนวคิดนี้มองเจตคติประกอบด้วยองค์ประกอบด้านสติปัญญา (Cognitive) และความรู้สึก (Affective) นักจิตวิทยาที่สนับสนุนการแบ่งเจตคติเป็น 2 องค์ประกอบ ได้แก่ แคทซ์ (Katz)
3. เจตคติมียสามองค์ประกอบแนวความคิดนี้เชื่อว่าเจตคติมีย 3 องค์ประกอบหรือสามส่วน (Three components) ได้แก่
  - 3.1 ด้านสติปัญญา (Cognitive component) ประกอบด้วยความรู้ ความคิด และความเชื่อที่ผู้นั้นมีต่อเป้าเจตคติ
  - 3.2 ด้านความรู้สึก (Affective component) หมายถึง ความรู้สึกหรืออารมณ์ของคนใดคนหนึ่งที่มีต่อเป้าเจตคติ ว่ารู้สึกชอบหรือไม่ชอบสิ่งนั้น พอใจหรือไม่พอใจ หลังจากการสัมผัสหรือรับรู้เป้าเจตคติแล้ว สามารถแสดงความรู้สึกโดยการประเมินสิ่งนั้นว่าดีหรือไม่ดี
  - 3.3 ด้านพฤติกรรม (Behavioral component) บางทีเรียกว่า Action component เป็นด้านแนวโน้มของการจะกระทำหรือจะแสดงพฤติกรรม เจตคติเป็นพฤติกรรมซ่อนเร้น ในขั้นนี้เป็นการแสดงแนวโน้มของการกระทำต่อเป้าเจตคติเท่านั้น ยังไม่แสดงออกจริง

### วิธีการส่งเสริมให้เกิดเจตคติ

ผู้สอนควรส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดเจตคติทางบวกต่อตนเอง ต่อบุคคลอื่น ๆ ต่อเพื่อนนักเรียน ต่อการเรียน การศึกษาหาความรู้ และต่อกิจกรรมต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์ ขณะเดียวกันผู้สอนก็สามารถสร้างให้ผู้เรียนเกิดเจตคติทางลบต่อสิ่งที่ไม่ถูกต้องได้ เช่น การสูบบุหรี่ การทดลองยาเสพติด การเที่ยวกลางคืน การดื่มน้ำเมา และความไม่ซื่อสัตย์ เป็นต้น (อาภรณ์ ใจเที่ยง, 2550, หน้า 65)

ครูผู้สอนจัดเป็นบุคคลสำคัญในการส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดเจตคติที่ดีต่อการเรียนการสอน วิธีการส่งเสริมมีหลายวิธี แต่จะกล่าวสรุปเพียง 7 วิธี ดังนี้

1. ให้ข้อเท็จจริงที่ถูกต้องแก่ผู้เรียน โดยวิธีการอภิปราย หรือจัดประสบการณ์ให้ผู้เรียนนำไปพิจารณาไตร่ตรอง จนเกิดการยอมรับเจตคตินั้น
2. ชักจูงให้ผู้เรียนเกิดการยอมรับ โดยการให้คำแนะนำ บอกเล่า หรือให้ความรู้เพิ่มเติมจากที่ผู้เรียนเคยรู้มา อาจให้ชมภาพยนตร์ หรือฟังปาฐกถา เมื่อผู้เรียนเห็นประโยชน์และความสำคัญก็จะยอมรับเจตคตินั้น
3. จัดกิจกรรมที่เร้าให้เกิดการยอมรับ เช่น การให้ชมภาพยนตร์ ละคร หรือรูปภาพ ผู้เรียนจะเปลี่ยนเจตคติได้ เช่น ไม่ต้องการให้ผู้เรียนรับประทานลูกกวาด ก็ให้ชมภาพยนตร์ หรือรูปภาพเกี่ยวกับโทษของลูกกวาด ผู้เรียนไม่ยอมกินผุ ฟันเสีย ก็เปลี่ยนเจตคติได้
4. ให้เข้าร่วมกิจกรรม เพื่อให้เกิดประสบการณ์ตรง ผู้เรียนได้พบ ได้สัมผัสด้วยตนเอง ย่อมเปลี่ยนเจตคติ หรือยอมรับเจตคติใหม่ได้ เช่น การจัดค่าย ผู้เรียนจะได้ประสบการณ์ตรงหลายด้านมีผลต่อเจตคติที่มีอยู่
5. สร้างความประทับใจแก่ผู้เรียน เช่น นักเรียนที่เริ่มเข้าโรงเรียนเพื่อมาพบกับครูที่ใจดี โรงเรียนที่สะอาดสวยงาม ย่อมมีเจตคติที่ดีต่อโรงเรียน
6. ส่งเสริมให้อ่านหนังสือ เพราะการอ่านหนังสือจะช่วยเปลี่ยนเจตคติได้บ้าง เนื่องจากผู้อ่านมักจะนำตนเองเข้าไปสวมบทบาทตัวเอกในเรื่อง ทำให้คล้อยตามแนวคิดต่าง ๆ ถ้าผู้สอนจัดหนังสือที่ดีให้อ่าน ผู้เรียนย่อมได้เจตคติที่ต้องการ
7. จัดสิ่งแวดล้อมแล้วสถานการณ์ที่ใหม่ เช่น ให้เข้าชมรมสร้างสรรค์สิ่งที่ดี ผู้เรียนก็จะยอมรับหรือเปลี่ยนเจตคติไปดังที่ต้องการได้

ข้อแนะนำในการสอนเพื่อให้เกิดเจตคติ (สงัด อุทรานันท์, 2529, หน้า 123) ดังนี้

1. พยายามยกตัวอย่างที่โน้มน้าวจิตใจให้ผู้เรียนมีความเห็นคล้อยตาม เช่น นักวิทยาศาสตร์ได้พบว่า...หรือแพทย์ได้ยืนยันว่า...

2. พยายามให้ความเป็นกันเอง ความอบอุ่น และสร้างบรรยากาศในการเรียนการสอน เรื่องนั้นอย่างรื่นรมย์

3. พยายามให้ผู้เรียนได้รับความรู้จากแหล่งต่าง ๆ จากวิทยากรหลาย ๆ คน

4. พยายามใช้กระบวนการกลุ่มให้มาก เช่น การแสดงบทบาทสมมติ การอภิปราย การแลกเปลี่ยนข้อมูล และ โครงการตัดสินใจโดยกลุ่ม เป็นต้น

5. พยายามให้ผู้เรียนได้ฝึกหัดหรือปฏิบัติจริงตามความเหมาะสม เช่น การเก็บของผู้อื่น ได้แล้วส่งคืนเจ้าของ การไม่พูดปิด การช่วยรักษาทรัพย์สินสมบัติของโรงเรียน เป็นต้น

6. พยายามกระตุ้นและส่งเสริมการกระทำในสิ่งที่ถูกต้องและสิ่งที่ดีงาม

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง กล่าวสรุปได้ว่า การสอนเพื่อให้เกิดเจตคติที่ดีต่อวิชาเรียน ผู้สอนต้องมีบุคลิกภาพเหมาะสมกับความเป็นครู มีวิธีการสอนที่ทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในบทเรียนได้อย่างกระจ่างแจ้ง ให้ผู้เรียนได้ฝึกปฏิบัติจริง ให้ได้คิดได้ทดลอง ได้แสดงออก สำหรับงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้จัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ รายวิชาเคมี เรื่อง เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์และผลิตภัณฑ์ โดยการใช้กิจกรรมที่เน้นความร่วมมือ จัดประสบการณ์และกิจกรรม โดยเน้นให้ผู้เรียนได้ลงมือกระทำและปฏิบัติจริงด้วยตนเอง รวมถึงกิจกรรมกลุ่ม ให้เกิดปฏิสัมพันธ์ระหว่างสังคมและสิ่งแวดล้อม

#### เครื่องมือวัดเจตคติ

ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ (2543, หน้า 60) กล่าวว่า เจตคติเป็นมโนทัศน์ (Concept) ที่วัดได้ยาก เครื่องมือการวัดจึงมิได้หลายรูปแบบ แล้วแต่สถานการณ์ที่ต้องการวัด เครื่องมือที่นิยมใช้มี 5 ชนิด คือ

1. สัมภาษณ์ (Interview) การสัมภาษณ์ หมายถึง การพูดคุยกันอย่างมีจุดมุ่งหมาย

ผู้สัมภาษณ์ที่ดีต้องฟังมากกว่าพูดเสียเอง ต้องไม่หุนเหิน จะยึดตามแนววัตถุประสงค์ที่จะวัดและบันทึกไว้ได้อย่างถูกต้อง การสัมภาษณ์ใช้ปากเป็นเครื่องมือสำคัญ ได้ผลอย่างไรก็บันทึกไว้ การวัดเจตคติโดยการสัมภาษณ์จะต้องสร้างข้อคำถามในการสัมภาษณ์ให้ดีเป็นมาตรฐานก่อน ข้อคำถามแต่ละข้อจะต้องกระตุ้นให้ผู้ถูกสัมภาษณ์ตอบความรู้สึกต่อเป้าเจตคติ ที่ผู้ทำการสัมภาษณ์ต้องการ ได้ข้อคำถามหรือข้อรายการนั้นต้องเขียนเน้นความรู้สึกที่สามารถวัดเจตคติได้ตรงเป้าหมาย การเตรียมคนและเตรียมเครื่องมือการวัดจึงเป็นสิ่งสำคัญ การวางแผนสร้างข้อคำถามจะต้องคำนึงถึงระยะเวลา ลักษณะของผู้ถูกสัมภาษณ์ด้วย ข้อคำถามควรถามคลุมทั้งทางบวกและทางลบ เพื่อจะได้ใช้ประเมินเปรียบเทียบความรู้สึกที่แท้จริง ลักษณะของการสัมภาษณ์ที่ดี ควรมีลักษณะดังนี้

1.1 การสัมภาษณ์ต้องเป็นการช่วยหรือกระตุ้นให้ผู้ถูกสัมภาษณ์อยากตอบและให้คำตอบที่คงที่พอควร คือถามให้ผู้ถูกสัมภาษณ์ตื่นตัวอยู่เสมอ อย่าปล่อยให้หลงคิดผู้สัมภาษณ์จะตั้งคำถามให้เป็นที่น่าสนใจแก่ผู้ถูกสัมภาษณ์

1.2 คำถามที่ถามพยายามถามให้ตรงจุดที่สุด หรือเป็นคำถามที่มีความแจ่มชัดว่าผู้สัมภาษณ์ต้องการให้ตอบในแง่ไหน ไม่ควรใช้คำถามที่กว้างจนเกินไป จะทำให้ลงข้อสรุปได้ยาก คำถามควรมีความเชื่อมั่นสูง แม้จะใช้คำถามเดิม ถามซ้ำอีกก็ได้รับคำตอบเหมือนเดิม

1.3 คำถามที่ใช้สัมภาษณ์ควรจะได้อำนาจที่สามารถนำไปขยายอิงสู่เหตุการณ์ที่คล้ายคลึงกันได้

2. การสังเกต (Observation) คือการเฝ้ามองดูสิ่งใดสิ่งหนึ่ง อย่างมีจุดมุ่งหมาย เครื่องมือสำคัญของการสังเกต คือ ตาและหู การเฝ้าดูโดยการบันทึกในสมองจะทำให้ลืมเลือนง่าย ข้อรายงาน (Checklist) ที่จะใช้ในการสังเกตจึงควรเตรียมไว้ให้พร้อม การสังเกตที่ดีควรมีการฝึก จึงจะทำหน้าที่ได้อย่างสมบูรณ์ ผู้สังเกตควรเป็นผู้รับรู้และมีประสาทตาดี มิฉะนั้นอาจทำให้ข้อมูลคลาดเคลื่อน

3. การรายงานตนเอง (Self-report) เครื่องมือแบบนี้ต้องการให้ผู้ถูกสอบถามแสดงความรู้สึกของตนเองตามสิ่งเร้าที่เขาได้สัมผัส นั่นคือสิ่งเร้าที่เป็นข้อความ ข้อคำถาม หรือเป็นภาพ เพื่อให้ผู้สอบถามแสดงความรู้สึกออกมาอย่างตรงไปตรงมานั่นเอง แบบทดสอบหรือมาตรวัดที่ถือว่าเป็นมาตรฐาน (Standard form) เป็นแนวการสร้างของเทอร์สโตน (Thurstone) กัตแมน (Guttman) ลิเกิต (Likert) และออสกู๊ด (Osgood) การวัดเจตคติแบบรายงานตนเองยังมีวิธีแบบอื่น ๆ อีกมาก แต่ไม่ถือว่าเป็นรูปแบบมาตรฐาน ซึ่งสร้างแล้ว จุดมุ่งหมายของการสร้างเป็นคราว ๆ ไป

4. เทคนิคการจินตนาการ (Projective techniques) แบบนี้อาศัยสถานการณ์หลายอย่างไปเร้าผู้สอบ สถานการณ์ที่กำหนดให้จะไม่มีการสร้างที่แน่นอน ทำให้ผู้สอบจะต้องจินตนาการออกมาตามแต่ประสบการณ์เดิมของตน แต่ละคนจะแสดงออกมาไม่เหมือนกัน เช่น ประเภทให้เติมประโยคให้สมบูรณ์ ภาพนามธรรมเติมเรื่องราวสั้น ๆ เล่านิทานจากภาพ ฯลฯ การแปรความหมายอาศัยผลจากการตอบสิ่งที่กล่าวมาแล้ว ก็พอจะรู้ว่าผู้นั้นมีเจตคติอย่างไรต่อเป้าเจตคตินั้น ๆ

5. การวัดทางสรีระภาพ (Physiological measurement) การวัดด้านนี้อาศัยเครื่องมือไฟฟ้าหรือเครื่องมืออื่น ๆ ในการสังเกตการณ์เปลี่ยนแปลงของสภาพร่างกาย เช่น การใช้เครื่องกัลวานอมิเตอร์ชนิดหนึ่ง เพื่อวัดดูความต้านทานกระแสไฟฟ้าในผิวหนัง เมื่อคนเกิดการเปลี่ยนแปลงทางอารมณ์ ส่วนผสมของสารเคมีต่าง ๆ จะเกิดการเปลี่ยนแปลงไปจากสภาพปกติ เรียกว่า มีกระแสไฟฟ้าไหลสามารถเปลี่ยนแปลงขนาดได้ เครื่องมือวัดทางไฟฟ้าก็สามารถวัดตรวจสอบเปรียบเทียบกับขณะที่ร่างกายอยู่ในสภาพที่ปกติได้ เครื่องมือจับเท็จอาศัยหลักการนี้



จะเชื่อถือได้มากขนาดไหนต้องศึกษาให้รอบคอบ อารมณ์ต่าง ๆ อาจศึกษาได้จากการเปลี่ยนแปลงของลูกตา คำ ปริมาณของฮอร์โมนบางอย่าง ก็สามารถบอกอารมณ์ความพอใจหรือไม่พอใจของคนได้

### การวัดประเมินผลเจตคติ

บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์ (2542, หน้า 137) ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับการวัดเจตคติไว้ดังนี้

1. การศึกษาเจตคติ เป็นการศึกษาความคิดเห็น ความรู้สึกของบุคคลที่มีลักษณะคงเส้นคงวา หรืออย่างน้อยเป็นความคิดเห็นหรือความรู้สึกที่จะไม่เปลี่ยนแปลงในช่วงเวลาหนึ่ง ดังนั้น เนื้อหาหรือสิ่งเร้าให้แสดงกิริยาท่าทีออกมาต้องมีโครงสร้างแน่นอน
2. เจตคติเป็นสิ่งที่สามารถวัดหรือสังเกตได้โดยตรง ฉะนั้นการวัดเจตคติจึงเป็นการวัดทางอ้อม จากแนวโน้มที่บุคคลจะแสดงออกหรือประพฤติอย่างมีระเบียบแบบแผนคงที่ไม่ใช่พฤติกรรมโดยตรงของมนุษย์
3. การศึกษาเจตคติของบุคคลเหล่านั้น ไม่ใช่เป็นการศึกษาแต่เฉพาะ ทิศทาง เจตคติของบุคคลเหล่านั้น แต่ต้องศึกษาถึงระดับความมากน้อยหรือความเข้มของเจตคตินั้นด้วย โดยทั่วไป กำหนดให้เจตคติดีทิศทางเป็นเส้นตรงและต่อเนื่องกัน

การวัดเจตคติสามารถทำได้หลายวิธี คือบางวิธีเน้นความเป็นมิติเดียวกันมากกว่าวิธีอื่น ๆ บางวิธีเน้นทางด้าน การกำหนดช่วงคะแนนเท่ากัน บางวิธีเน้นความสามารถในการสร้างทฤษฎีใหม่ได้ ซึ่งแต่ละวิธีมีทั้งข้อดีและข้อเสีย แต่ที่นิยมกันได้แก่ การวัดของลิเกิต (Likert) เพราะมาตราวัดเจตคติแบบลิเกิต (Likert scale) วัด โดยใช้ข้อความเกี่ยวกับเรื่องใดเรื่องหนึ่งสอบถามความคิดเห็นของบุคคลที่มีต่อเรื่องนั้น แล้วให้บุคคลนั้นแสดงความรู้สึกต่อข้อความดังกล่าว การตอบสนองข้อความนั้นอาจเป็น ไปได้ทั้งเห็นด้วยหรือพอใจ (Favorable) หรือไม่เห็นด้วยกับข้อความนั้น (Unfavorable) หรือแสดงความไม่แน่ใจ (Uncertain) กับข้อความนั้น มีวิธีการสร้างข้อความ โดยเขียนข้อความเกี่ยวกับคุณลักษณะของเรื่องที่จะสอบถามให้ครอบคลุม

ลักษณะที่สำคัญให้ครบถ้วนทุกแง่มุม โดยให้มีข้อความที่แสดงคุณค่าทั้งทางด้านบวกและด้านลบ กำหนดระดับ (Scale) ของการตอบสนองในแต่ละข้อความที่เห็นด้วยและไม่เห็นด้วย โดยแบ่งออกเป็น 5 ระดับคือ

1. เห็นด้วยอย่างยิ่ง (Strongly agree)
2. เห็นด้วย (Agree)
3. ไม่แน่ใจ (Uncertain)
4. ไม่เห็นด้วย (Disagree)

### 5. ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง (Unstrongly agree)

ให้ผู้ตอบอ่านข้อความที่กำหนดขึ้นในแต่ละข้อ แล้วแสดงความรู้สึกว่าเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วยกับข้อนั้นมากน้อยเพียงใด หรืออีกนัยหนึ่งให้พิจารณาว่าแต่ละข้อความนั้นกล่าวถึงเรื่องต่าง ๆ ตรงกับระดับความรู้สึกของผู้ตอบในระดับใด ในระดับการให้น้ำหนักคะแนนเพื่อแทนระดับเจตคติตามวิธีการของลิเกิร์ต (Likert) สามารถให้ได้ 3 วิธี คือ วิธีใช้หลักคะแนนมาตรฐาน วิธีกำหนดค่าน้ำหนัก และวิธีหาผลรวมน้ำหนัก ความเบี่ยงเบน ทั้งสามวิธีจะได้น้ำหนักของความเห็นส่วนบุคคลได้สอดคล้องสัมพันธ์กัน ในเชิงปฏิบัตินิยมกำหนดค่าน้ำหนักเป็นค่าประจำระดับของแต่ละระดับความเห็น คือ กำหนด 5-4-3-2-1 หรือแบบ 4-3-2-1-0 แต่ถ้าข้อความใดกล่าวลบ การให้น้ำหนักความเห็นของข้อความนั้นจะกลับเป็น 1-2-3-4-5 หรือ 0-1-2-3-4 เมื่อแต่ละระดับความเห็นของแต่ละข้อความวัดเจตคติมีค่าประจำตายตัว การที่จะหาว่าบุคคลใด มีเจตคติอย่างไร ก็ใช้วิธีรวมน้ำหนัก หรือคะแนนจากการตอบทุกข้อความของแต่ละคน ถ้าน้ำหนักรวมจากการตอบข้อความทั้งหมดมีค่าสูง แสดงว่าระดับเจตคติของบุคคลนั้นต่อสิ่งนั้น เป็นไปในลักษณะพอใจหรือคล้อยตาม แต่ถ้าได้คะแนนหรือน้ำหนักรวมต่ำ แสดงว่าบุคคลนั้นมีเจตคติที่ไม่ดี ต่อสิ่งนั้นหรือมีความรู้สึกไม่พอใจ หรือคัดค้านในสิ่งนั้น

จากความหมายของเจตคติต่อวิชาเคมีที่กล่าวมาสามารถสรุปได้ว่า เจตคติต่อวิชาเคมี หมายถึง ความรู้สึกของผู้เรียนต่อวิชาเคมี เมื่อได้รับประสบการณ์ต่าง ๆ ทั้งนามธรรมและรูปธรรม ทำให้เกิดความรู้สึกชอบหรือไม่ชอบเรียนวิชาเคมี ซึ่งมีผลต่อระดับคะแนนหรือผลการเรียนของนักเรียนแต่ละคน ที่จะแสดงออกมาเป็นความคิดเห็นหรือพฤติกรรมต่าง ๆ ซึ่งในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้นำเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเจตคติไปใช้ในการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ และใช้แบบวัดเจตคติที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ตามวิธีการของลิเกิร์ต (Likert) ซึ่งเป็นข้อคำถามที่มีลักษณะการตอบแบบมาตราส่วนประเมินค่า (Rating scale) 5 ระดับความคิดเห็น เนื่องจากเป็นวิธีที่ได้รับความนิยม และสามารถวัดเจตคติต่อวิชาเคมีได้อย่างครอบคลุมทั้ง 5 ด้าน ดังนี้

1. ความคิดเห็นทั่วไปต่อวิชาเคมี หมายถึง ความคิดและทัศนคติทั่วไปต่อวิชาเคมี
2. การเห็นความสำคัญของวิชาเคมี หมายถึง การเห็นความสำคัญและประโยชน์ของวิชาเคมี
3. ความสนใจในวิชาเคมี หมายถึง ความรู้สึกสนใจและมีความกระตือรือร้นในการเรียนวิชาเคมี
4. ความนิยมชมชอบในวิชาเคมี หมายถึง การรู้ชื่นชอบและชื่นชมต่อวิชาเคมี
5. การแสดงออกหรือมีส่วนร่วมกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับวิชาเคมี หมายถึง การแสดงออกและการแสดงการมีส่วนร่วมในกิจกรรมต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับวิชาเคมี

## งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### งานวิจัยภายในประเทศ

กาญจนา คังคะประดิษฐ์ (2547) ได้ศึกษาการพัฒนากระบวนการเรียนการสอนเพื่อให้เกิดแนวคิด เรื่องพันธะเคมี ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม และศึกษาแนวคิด ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิชาเคมี กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ โรงเรียนวัดไร่ขิงวิทยา จ.นครปฐม ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2544 จำนวน 40 คน พบว่า การจัดกระบวนการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม เป็นการพัฒนาให้นักเรียนเกิดแนวคิดเรื่องพันธะเคมี และมีแนวคิดที่ถูกต้องในหัวข้อพันธะ ไอออนิกร้อยละ 87.50 พันธะโคเวเลนต์ร้อยละ 85 รูปร่างและสภาพขั้วของโมเลกุลโคเวเลนต์ร้อยละ 75 สมบัติของสารโคเวเลนต์และพันธะโลหะร้อยละ 82.50 มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 60 และมีเจตคติต่อวิชาเคมีดีขึ้นกว่าเดิม

ครุณี วิศิษฎ์วงศ์ (2550) ได้ศึกษา ผลการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร” ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยการ เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ กับการจัดการเรียนรู้ตามปกติ พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ก่อนการทดลอง ในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ไม่แตกต่างกันและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังการทดลอง ในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สุจินต์ เลี้ยงจรรยารัตน์ (2543) ได้เปรียบเทียบมโนทัศน์ความสามารถในการนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันและเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ โดยกลุ่มควบคุมเรียนด้วยกระบวนการตามคู่มือครูของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ส่วนกลุ่มทดลองเรียนด้วยกระบวนการ คอนสตรัคติวิซึมกับแฟ้มผลงาน พบว่า นักเรียนทั้ง 3 กลุ่ม มีมโนทัศน์และความสามารถในการนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันสูงขึ้น นักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการคอนสตรัคติวิซึมมีเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ดีกว่านักเรียนกลุ่มอื่น ๆ

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในประเทศ พบว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิซึม สามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิชาเคมีได้ดี เนื่องมาจากการจัดประสบการณ์ให้ผู้เรียนได้เป็นผู้คิด ผู้ทดลองกิจกรรมต่าง ๆ ด้วยตนเองจากสิ่งแวดล้อมที่อยู่รอบตัว และจากการมีปฏิสัมพันธ์กันระหว่างเพื่อนนักเรียนด้วยกันเอง และระหว่างผู้เรียนกับครู โดยมีครูเป็นผู้คอยอำนวยความสะดวกให้ผู้เรียนเกิด

การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ และมีเจตคติที่ดีต่อวิชาเคมี

### งานวิจัยต่างประเทศ

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในประเทศและต่างประเทศ พบว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม สามารถพัฒนามโนทัศน์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ได้

บราวน์แมน (Bowman 1994 อ้างถึงใน กาญจนา คังคะประดิษฐ์, 2547) ได้ศึกษาการใช้เทคนิคช่วยจำกับการสอนตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม ในวิชาเคมี เรื่อง โมล กับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายแบ่งเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 สอนตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึมอย่างเดียว กลุ่มที่ 2 สอนตามปกติกับใช้เทคนิคช่วยจำ กลุ่มที่ 3 สอนตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึมกับการใช้เทคนิคช่วยจำ พบว่า นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึมกับการใช้เทคนิคช่วยจำ มีความเข้าใจและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มอื่น

แอนดรู (Andrews, 1995) ทำการศึกษาเกี่ยวกับผลการเรียนรู้ เรื่อง กลศาสตร์ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึมกับการสอนตามปกติ ซึ่งเป็นการศึกษารายกรณี พบว่าในด้านปริมาณ นักเรียนสองกลุ่มมีคะแนนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ด้านคุณภาพ ในการจัดการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึมทำให้นักเรียนมีความสนุกสนาน เนื่องจากมีการปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนร่วมชั้น การลงมือปฏิบัติจริง และการนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

สตีล (Steel, 1995 อ้างถึงใน นิภาภรณ์ พรรณศรี, 2546, หน้า 23) ทำการศึกษาเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม วิชาคณิตศาสตร์ ระดับประถมศึกษาปีที่ 4 รูปแบบการวิจัยเป็นการวิจัยเชิงคุณภาพ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ การใช้บันทึกสนาม การใช้วิดีโอ การใช้เครื่องบันทึกเสียง การสัมภาษณ์ ผลการวิจัยพบว่า เนื้อหาวิธีการสอนพิจารณาจากการเลือกวิธีการสอน การวางแผนการสอนการประเมินผู้เรียน และปฏิสัมพันธ์ในห้องเรียน ครูในระดับประถมศึกษาสามารถสอนโดยใช้หลักการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม และสามารถพัฒนาการสอนเป็นรายบุคคลได้ และครูสามารถสร้างสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนมีความเชื่อมั่นในความคิดของตนเอง

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องจากต่างประเทศ พบว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิซึม สามารถส่งเสริมการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิชาเคมีได้ เนื่องจากผู้เรียนเรียนรู้ด้วยความเข้าใจจากการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ไม่ใช่จากการท่องจำ และในการจัดการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม

ทำให้นักเรียนมีความสุขสนุกสนาน เนื่องจากมีการปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น การลงมือปฏิบัติจริง และมีประโยชน์ต่อการนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน โดยครู เป็นผู้สร้างสิ่งแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนมีความเชื่อมั่นในความคิดของตนเอง

สำหรับงานวิจัยนี้ ผู้วิจัย ได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อนำไปใช้ในการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ โดยจัดสถานการณ์ รูปแบบกิจกรรมที่หลากหลายตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม จัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ทำให้นักเรียนสร้างความรู้ด้วยตนเองจากการให้นักเรียนคิดเพื่อแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่กำหนดขึ้น โดยการสร้างความรู้จากพื้นฐานความรู้เดิม และเชื่อมโยงการเรียนรู้ในเนื้อหาชีวิตประจำวัน ที่เน้นการมีปฏิสัมพันธ์กับบุคคลอื่น มุ่งสร้างองค์ความรู้ที่มีอยู่ในทฤษฎี ที่นักเรียนยังไม่รู้ หรือยังไม่เกิดความรู้ จนเกิดเป็นองค์ความรู้ขึ้นจากความเข้าใจของตนเอง เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิชาเคมี เรื่อง เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์และผลิตภัณฑ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา และสร้างแบบทดสอบการประเมินผล เกณฑ์การให้คะแนน สำหรับการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิชาเคมี

## บทที่ 3

### วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิชาเคมี เรื่อง เซลล์เพลึงซากดึกดำบรรพ์และผลิตภัณฑ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ด้วยการจัดการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. แบบแผนการวิจัย
3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. การสร้างและการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
5. วิธีดำเนินการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล
6. การวิเคราะห์ข้อมูล
7. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

#### ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

##### ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนแผนการเรียนที่เน้นวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 4 ห้องเรียน จำนวน 145 คน

##### กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสาธิตพิบูลบำเพ็ญ มหาวิทยาลัยบูรพา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 1 ห้องเรียน โดยการสุ่มห้องเรียนด้วยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) เพราะแต่ละห้องเรียนมีการละความสามารถ กลุ่มนักเรียนที่ได้จากการสุ่มแบบกลุ่มจะเป็นตัวแทนที่ดีของประชากรทั้งหมด มีจำนวนทั้งสิ้น 34 คน

### แบบแผนการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ดำเนินการทดลองตามแบบแผนการวิจัยที่มีกลุ่มทดลองกลุ่มเดียว และมีการทดสอบหลังการทดลองครั้งเดียว (Static group design) (องอาจ นัยวัฒน์, 2548) ซึ่งมีแบบแผนการวิจัยดังตารางที่ 3-1

ตารางที่ 3-1 แบบแผนการวิจัยแบบ Static Group Design

ทดลอง	สอบหลัง
X	O

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการวิจัย

O หมายถึง การทดสอบหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่าง

X หมายถึง การจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม

สำหรับเจตคติต่อวิชาเคมีได้มีการวัดก่อนเรียนจึงทำให้มีการทดสอบ 2 ครั้ง และเปรียบเทียบการทดสอบก่อนและหลังเรียน

#### เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย

1. แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
3. แบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์
4. แบบวัดเจตคติต่อวิชาเคมี

#### การสร้างและการหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึมมีขั้นตอนการสร้างดังนี้

- 1.1 ศึกษาสาระและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในหลักสูตร

แกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว 3.2 : เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร

การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยาเคมี มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัดมาตรฐานการเรียนรู้ในช่วงชั้นระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย (มัธยมศึกษาปีที่ 4-6)

1.2 วิเคราะห์เนื้อหา และจุดประสงค์การเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์จากหลักสูตรสถานศึกษา กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ของโรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา โดย กำหนดเนื้อหาสาระที่ 3 ซึ่ง ได้แก่เนื้อหา 4 เรื่อง ใช้เวลาทั้งสิ้น 12 ชั่วโมง ดังรายละเอียดในตารางที่ 3-2

ตารางที่ 3-2 การวิเคราะห์ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้สาระที่ 3

เรื่อง เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์และผลิตภัณฑ์

ตัวชี้วัด/ ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลาเรียน (ชั่วโมง)	น้ำหนัก
1. อธิบายการเกิดถ่านหิน หินน้ำมัน และปิโตรเลียม กระบวนการแยกแก๊สธรรมชาติและ การกลั่นลำดับส่วน น้ำมันดิบได้	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 - ถ่านหิน หินน้ำมัน ปิโตรเลียม กระบวนการแยกแก๊สธรรมชาติและ การกลั่นลำดับส่วน	1. นักเรียนสามารถอธิบาย การเกิดและการจำแนก ชนิดของถ่านหินตามอายุ การเกิดได้ 2. นักเรียนสามารถอธิบาย การเกิดหินน้ำมันได้ 3. นักเรียนสามารถอธิบาย การเกิดปิโตรเลียม วิธีการสำรวจ และขุดเจาะ ปิโตรเลียมได้ 4. นักเรียนสามารถอธิบาย วิธีการแยกแก๊สธรรมชาติและ การกลั่นลำดับส่วน น้ำมันดิบได้	2	16.68



ตารางที่ 3-2 (ต่อ)

ตัวชี้วัด/ ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลาเรียน (ชั่วโมง)	น้ำหนัก
2. สืบค้น ข้อมูลและ อภิปรายการ นำผลิตภัณฑ์ ที่ได้จากการ แยกแก๊ส ธรรมชาติและ การกลั่น ลำดับส่วน น้ำมันดิบไป ใช้ประโยชน์ รวมทั้งผล ของ ผลิตภัณฑ์ต่อ สิ่งมีชีวิตและ สิ่งแวดล้อม ได้	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 - การนำผลิตภัณฑ์ที่ได้ จากการแยกแก๊ส ธรรมชาติและการกลั่น ลำดับส่วนน้ำมันดิบไปใช้ ประโยชน์	5. นักเรียนสามารถ อภิปรายการนำผลิตภัณฑ์ ที่ได้จากการแยกแก๊ส ธรรมชาติและการกลั่น ลำดับส่วนน้ำมันดิบไปใช้ ประโยชน์ รวมทั้งผลของ ผลิตภัณฑ์ต่อสิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อมได้	2	16.68

ตารางที่ 3-2 (ต่อ)

ตัวชี้วัด/ ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลาเรียน (ชั่วโมง)	น้ำหนัก
3. อธิบาย ความหมาย ของพอลิเมอร์ มอนอเมอร์ และปฏิกิริยา พอลิเมอ ไรเซชันแบบ เติมและแบบ ควบแน่นได้	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 - ความหมายของ พอลิเมอร์และมอนอเมอร์ - การสังเคราะห์พอลิเมอร์	6. นักเรียนสามารถอธิบาย ความหมายของ มอนอเมอร์และพอลิเมอร์ ได้ 7. นักเรียนสามารถอธิบาย การเกิดพอลิเมอไรเซชัน แบบเติมและแบบ ควบแน่นได้	2	16.68
4. อธิบาย การเกิดและ สมบัติของ พอลิเมอร์ได้	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 - การเกิดพอลิเมอร์ - โครงสร้างและสมบัติ ของพอลิเมอร์	8. นักเรียนสามารถ ยกตัวอย่าง พอลิเมอร์ธรรมชาติและ พอลิเมอร์สังเคราะห์ได้ 9. นักเรียนสามารถอธิบาย ความสัมพันธ์ระหว่าง โครงสร้างกับสมบัติของ พอลิเมอร์ได้ 10. นักเรียนสามารถ เปรียบเทียบสมบัติของ เทอร์โมพลาสติกและ เทอร์โมเซตได้ 11. นักเรียนสามารถ เลือกใช้ประโยชน์ของ เทอร์โมพลาสติกและ เทอร์โมเซตได้	4	33.36

ตารางที่ 3-2 (ต่อ)

ตัวชี้วัด/ ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลาเรียน (ชั่วโมง)	น้ำหนัก
5. บอกการนำ พอลิเมอร์ไป ใช้ประโยชน์ รวมทั้งผลที่ เกิดจากการ ผลิตและการ ใช้พอลิเมอร์ ต่อสิ่งมีชีวิต และ สิ่งแวดล้อม ได้	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 - ผลกระทบจากพอลิเมอร์ (พลาสติก ยางและเส้นใย)	12. นักเรียนสามารถบอก ความหมายและการใช้ ประโยชน์ของพลาสติก ได้  13. นักเรียนสามารถบอก ลักษณะโครงสร้าง สมบัติ และประโยชน์ของยาง ธรรมชาติและยาง สังเคราะห์ได้  14. นักเรียนสามารถบอก สมบัติ และประโยชน์ของ เส้นใยธรรมชาติและเส้น ใยสังเคราะห์ได้	2	16.68
		รวม	12	100

1.3 ดำเนินการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยให้ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง จำนวน 5 แผน ซึ่งโครงสร้างของแผนการจัดการเรียนรู้แต่ละแผน ประกอบด้วย

- 1.3.1 สาระสำคัญ
- 1.3.2 จุดประสงค์การเรียนรู้
- 1.3.3 สาระการเรียนรู้ (เนื้อหา)

1.3.4 กระบวนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งเป็นไปตามลำดับขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตาม  
แนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม ดังนี้

- 1) ชั้นเกิดความขัดแย้งทางปัญญา
- 2) ชั้นแสวงหาคำตอบ
- 3) ชั้นตรวจสอบความเข้าใจ
- 4) ชั้นใช้ความรู้ที่เรียนมา

1.3.5 สื่อ/ แหล่งการเรียนรู้

1.3.6 การวัดและประเมินผล

1.4 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่เขียนเสร็จแล้ว เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา เมื่อพิจารณา  
ตรวจสอบส่วนประกอบต่าง ๆ ของแผน ความสัมพันธ์ระหว่างสาระการเรียนรู้ สาระสำคัญ  
จุดประสงค์การเรียนรู้ และเวลาเรียน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้และเครื่องมือการประเมินตามสภาพ  
จริง และนำไปแก้ไขปรับปรุง

1.5 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน  
ประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน ด้านการสอนวิทยาศาสตร์ ด้านการเรียน  
การสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม และด้านการวัด  
ประเมินผล เพื่อประเมินค่าความเหมาะสม องค์กรประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ ได้แก่  
สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหา กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล  
ของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยมีรายละเอียดและเกณฑ์ในการประเมินดังนี้

**การประเมินความเหมาะสม** ใช้เปรียบเทียบกับมาตราในแบบสอบถาม โดยนำผล  
การประเมินของผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่านให้ค่าน้ำหนักเป็นคะแนน ดังนี้

- คะแนน 5 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมมากที่สุด
- คะแนน 4 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมมาก
- คะแนน 3 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมปานกลาง
- คะแนน 2 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมน้อย
- คะแนน 1 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

การแปลความหมายค่าเฉลี่ยคะแนนนำมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ซึ่งใช้แนวคิดของพื้นที่ได้  
โค้งปกติ (ไชยศ เรื่องสุวรรณ, 2533, หน้า 138) ดังนี้

- ค่าเฉลี่ย 4.50-5.00 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมมากที่สุด
- ค่าเฉลี่ย 3.50-4.49 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมมาก
- ค่าเฉลี่ย 2.50-3.49 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.50-2.49 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมน้อย  
 ค่าเฉลี่ย 1.00-1.49 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมน้อยที่สุด  
 การกำหนดเกณฑ์ค่าเฉลี่ยของความเหมาะสม คือ ถ้าค่าเฉลี่ยของความคิดเห็น ผู้เชี่ยวชาญ  
 ตั้งแต่ 3.50 ขึ้นไป และมีค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เกิน 1.00 (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2543,  
 หน้า 117) ซึ่งผลจากการพิจารณาตรวจสอบค่าเฉลี่ยความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้พบว่า  
 ค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 3.60-4.80 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ระหว่าง 0.00-0.84

1.6 ดำเนินการปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญใน  
 ประเด็นที่ยังไม่ผ่านเกณฑ์ คือ การปรับปรุงการใช้ภาษา ปรับขั้นตอนเกิดความขัดแย้งทางปัญญาให้  
 ชัดเจนเพิ่มมากขึ้น ภาระงานที่ใช้ในแผนการจัดการเรียนรู้ไม่ตรงกับหัวข้อเรื่อง สื่อการเรียนรู้ต้อง  
 เขียนให้ครบว่ามีอะไรบ้าง สารสำคัญรายละเอียดควรเป็น Concept สำคัญ สารการเรียนรู้  
 รายละเอียดเนื้อหาเกินไป ขึ้นเกิดความขัดแย้งทางปัญญาควรกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสงสัย  
 และอยากรู้ เพิ่มการวัดและประเมินผล เพิ่มด้านทักษะกระบวนการ คือ ทักษะการสืบค้นข้อมูลและ  
 การนำเสนอ

1.7 นำแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์และผลิตภัณฑ์ สำหรับ  
 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญแล้ว นำไปทดลองใช้กับนักเรียนที่  
 ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการสอนด้วยตนเอง เพื่อตรวจสอบความเป็นไปได้  
 ความถูกต้อง ความเหมาะสม และบันทึกปัญหาข้อบกพร่องต่าง ๆ ที่พบแล้วนำมาแก้ไขและ  
 ปรับปรุง คือ ควรเตรียมอุปกรณ์ให้พร้อม เพราะกิจกรรมใช้เวลานาน และ อธิบายกิจกรรมกับ  
 นักเรียนให้ชัดเจนมากขึ้น ปรับปรุงการใช้ภาษาก่อนนำไปใช้จริง

1.8 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านการทดลองใช้แล้วมาปรับปรุงแก้ไข และจัดพิมพ์  
 เป็นฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปทดลองใช้จริงกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสาธิต  
 “พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 ต่อไป

## 2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

2.1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 คู่มือตัวชี้วัดและ  
 สารการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คู่มือแนวทางการวัดและประเมินผล  
 การเรียนตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เอกสารเกี่ยวกับการวัดและ  
 ประเมินผลกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ แผนการจัดการเรียนรู้ เนื้อหาและผลการเรียนรู้เรื่อง  
 เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์และผลิตภัณฑ์

2.2 ศึกษาทฤษฎีเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวิธีการสร้างแบบทดสอบวัด  
 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก

2.3 สร้างตารางวิเคราะห์ข้อสอบ โดยพิจารณาจากสาระการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้ เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี โดยทำการวัดพฤติกรรมการเรียนรู้ทั้งหมด 6 ด้าน ได้แก่ ด้านความรู้-ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การคิดวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า ดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 3-3

ตารางที่ 3-3 การกำหนดแบบทดสอบที่ต้องการให้สอดคล้องระหว่างสาระการเรียนรู้กับจุดประสงค์การเรียนรู้ และพฤติกรรมที่ต้องการวัด

สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบ (ข้อ)						รวม	ต้องการจริง
		ความรู้-ความจำ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์	การสังเคราะห์	การประเมินค่า		
1. ถ่านหิน หินน้ำมัน และ ปิโตรเลียม	1. นักเรียนสามารถอธิบายการเกิดและการจำแนกชนิดของถ่านหิน ถ่านหินตามอายุ การเกิดได้		(2)1					2	1
	2. นักเรียนสามารถอธิบายการเกิดหินน้ำมันได้		(2)1					2	1
	3. นักเรียนสามารถอธิบายการเกิดปิโตรเลียม วิธีการสำรวจ และขุดเจาะปิโตรเลียมได้				(2)1			2	1

ตารางที่ 3-3 (ต่อ)

สาระ การเรียนรู้	จุดประสงค์ การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบ (ข้อ)						รวม	ต้องการจริง
		ความรู้-ความเข้าใจ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์	การสังเคราะห์	การประเมินค่า		
	4. นักเรียนสามารถอธิบายวิธีการแยกแก๊สธรรมชาติและการกลั่นลำดับส่วนน้ำมันดิบได้		(1)1		(1)		(2)1	4	2
2. การแยกแก๊สธรรมชาติและการกลั่นลำดับส่วนน้ำมันดิบ	5. นักเรียนสามารถอภิปรายการนำผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการแยกแก๊สธรรมชาติและการกลั่นลำดับส่วนน้ำมันดิบไปใช้ประโยชน์ รวมทั้งผลของผลิตภัณฑ์ต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมได้			(4)3	(3)1	(3)1		10	5
3. ความหมายของพอลิเมอร์และมอนอเมอร์	6. นักเรียนสามารถอธิบายความหมายของมอนอเมอร์และพอลิเมอร์ได้		(4)2					4	2
มอนอเมอร์การสังเคราะห์พอลิเมอร์	7. นักเรียนสามารถอธิบายการเกิดพอลิเมอร์ไรเซชันแบบเติมและแบบควบแน่นได้		(4)2		(2)1			6	3

ตารางที่ 3-3 (ต่อ)

สาระ การเรียนรู้	จุดประสงค์ การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบ (ข้อ)							
		ความรู้-ความจำ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์	การสังเคราะห์	การประเมินค่า	รวม	ต้องการจริง
4. การเกิด พอลิเมอร์ โครงสร้าง และสมบัติ ของ พอลิเมอร์	8. นักเรียนสามารถ ยกตัวอย่าง พอลิเมอร์ธรรมชาติ และพอลิเมอร์ สังเคราะห์ได้	(3)2	(1)					4	2
	9. นักเรียนสามารถ อธิบายความสัมพันธ์ ระหว่างโครงสร้างกับ สมบัติของพอลิเมอร์ ได้		(4)2		(2)1			6	3
	10. นักเรียนสามารถ เปรียบเทียบสมบัติของ เทอร์โมพลาสติกและ เทอร์โมเซตได้		(4)2			(2)1		6	3
	11. นักเรียนสามารถ เลือกใช้ประโยชน์ของ เทอร์โมพลาสติกและ เทอร์โมเซตได้	(2)1			(2)1			4	2



ตารางที่ 3-3 (ต่อ)

สาระ การเรียนรู้	จุดประสงค์ การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบ (ข้อ)							รวม	ต้องการจริง
		ความรู้-ความจำ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์	การสังเคราะห์	การประเมินค่า			
5.ผลิตภัณฑ์ จาก พอลิเมอร์ (พลาสติก ยางและ เส้นใย)	12. นักเรียนสามารถ บอกความหมายและ การใช้ประโยชน์ของ พลาสติกได้	(2)1		(2)1					4	2
	13. นักเรียนสามารถ บอกลักษณะ โครงสร้าง สมบัติ และประโยชน์ของยาง ธรรมชาติและยาง สังเคราะห์ได้	(4)2							4	2
	14. นักเรียนสามารถ บอกสมบัติ และ ประโยชน์ของเส้นใย ธรรมชาติและเส้นใย สังเคราะห์ได้	(2)1							2	1
	รวม	(13)7	22(11)	(9)5	(8)4	(5)2	(3)1	60	30	

- ตัวเลขในวงเล็บ คือ จำนวนข้อสอบที่ออกทั้งหมด

- ตัวเลขนอกวงเล็บ คือ จำนวนข้อสอบที่ได้จริงจากการหาคุณภาพของข้อสอบ

2.4 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่องเชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์และผลิตภัณฑ์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ เป็นข้อสอบชนิดเลือกตอบ (Multiple choice) 4 ตัวเลือก จำนวน 60 ข้อ

2.5 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีที่สร้างขึ้น เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมและความสอดคล้องของสาระการเรียนรู้กับจุดประสงค์การเรียนรู้กับพฤติกรรมที่ต้องการวัดของข้อคำถามในแต่ละข้อ รวมทั้งความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ แล้วจึงนำข้อเสนอแนะไปปรับปรุงแก้ไข

2.6 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน ด้านการสอนวิชาเคมี ด้านการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ และด้านการวัดและประเมินผล เพื่อประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง (*IOC*) ของแบบทดสอบแต่ละข้อกับจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยใช้แบบประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

- +1 เมื่อแน่ใจว่าแบบทดสอบตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการวัด
- 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าแบบทดสอบตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการวัด
- 1 เมื่อแน่ใจว่าแบบทดสอบไม่ตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการวัด

2.7 นำผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย แล้วพิจารณาเลือกแบบทดสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องมากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 ขึ้นไป (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2543, หน้า 117) จากการวิเคราะห์ได้ค่า *IOC* อยู่ระหว่าง .20-1.00 เลือกแบบทดสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องมากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 ขึ้นไป มีค่า *IOC* อยู่ระหว่าง .60-1.00 และปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ คือ ข้อคำถามไม่ตรงกับวัตถุประสงค์ การใช้ภาษาไม่ถูกต้อง ตัวเลือกของข้อคำถามซ้ำกัน เรียงลำดับตัวเลือกจากสั้นไปยาว ข้อคำถามไม่ตรงกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด ข้อคำถามไม่สอดคล้องกับคำตอบ ข้อคำถามคล้ายกันในหลายข้อ ปรับตัวเลือกให้ชัดเจน ปรับคำถามเกี่ยวกับประโยชน์ของยาง SBR

2.8 จัดพิมพ์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี แล้วนำไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ผ่านการเรียนเรื่องเชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์มาแล้ว และไม่ใช้กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนชลกันยานุกูล

2.9 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี มาตรวจสอบให้คะแนนรายข้อ เพื่อหาค่าความยากง่าย (*P*) และค่าอำนาจจำแนก (*D*) (ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ, 2543, หน้า 209-211) แล้วคัดเลือกแบบทดสอบที่มีค่าความยากง่าย (*P*) ตั้งแต่ 0.20 ถึง 0.80

และค่าอำนาจจำแนก ( $D$ ) ตั้งแต่ 0.20 ถึง 1.00 จากการวิเคราะห์แบบทดสอบได้ค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง .33-.67 และค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ .20-.33

2.10 คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนกตามเกณฑ์ที่กำหนด โดยคำนึงถึงความครอบคลุมจุดมุ่งหมายการเรียนรู้และโครงสร้างของข้อสอบที่กำหนด

2.11 นำแบบทดสอบที่เลือกไว้ มาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับของแบบทดสอบ โดยใช้วิธีการคูเคอร์ริชาร์ดสัน สูตรที่ 20 (*Kuder Richardson 20* หรือ *K.R.20*) (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2543, หน้า 123) ได้ค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ .95

2.12 จัดพิมพ์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่องเชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์และผลิตภัณฑ์จำนวน 30 ข้อ เพื่อนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลต่อไป

### 3. แบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

3.1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบวัดมโนทัศน์

3.2 ศึกษาเอกสารต่าง ๆ ได้แก่ หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน

พุทธศักราช 2551 สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คู่มือการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หนังสือและคู่มือครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อวิเคราะห์ความคิดพื้นฐานและมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์และผลิตภัณฑ์

3.3 วิเคราะห์และกำหนดมโนทัศน์ เรื่อง เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์และผลิตภัณฑ์ ในแต่ละจุดประสงค์การเรียนรู้ เพื่อสร้างตารางวิเคราะห์ข้อสอบในการวัดมโนทัศน์ ดังตารางที่ 3-4

ตารางที่ 3-4 การกำหนดจำนวนแบบทดสอบที่ต้องการให้สอดคล้องระหว่างสาระการเรียนรู้กับ จุดประสงค์การเรียนรู้

สาระ การเรียนรู้	จุดประสงค์ การเรียนรู้	มโนทัศน์	หน้า หน้า	จำนวน ข้อสอบ (ข้อ)
<u>แผน</u> <u>การจัด</u> <u>การเรียนรู้ที่ 1</u> - ถ่านหิน หินน้ำมัน และ ปิโตรเลียม	1. นักเรียนสามารถ อธิบายการเกิดและ การจำแนกชนิดของ ถ่านหินตามอายุ การเกิดได้	-ถ่านหินเกิดจากการทับถมและ สลายตัวของซากพืช มีธาตุ คาร์บอนเป็นองค์ประกอบหลัก สามารถจำแนกอายุการเกิดและ ปริมาณคาร์บอนที่เป็น องค์ประกอบได้เป็น พีต ลิกไนต์ ซับบิทูมินัส บิทูมินัส และแอนทราไซต์	17	4
	2. นักเรียนสามารถ อธิบายการเกิด หินน้ำมันได้	-หินน้ำมันเกิดจากการสะสม และทับถมของซากพืชพวก สาหร่ายและสัตว์เล็กอื่น ๆ ภายใต้แหล่งน้ำและภาวะที่ เหมาะสมเป็นเวลานานนับล้านปี		
	3. นักเรียนสามารถ อธิบายการเกิด ปิโตรเลียม วิธีการ สำรวจ และขุดเจาะ ปิโตรเลียมได้	-ปิโตรเลียมเกิดจากการสะสม และทับถมของซากพืชพวก สาหร่ายและสัตว์เล็กอื่น ๆ ภายใต้แหล่งน้ำและภาวะที่ เหมาะสมเป็นเวลานานนับล้านปี		
	4. นักเรียนสามารถ อธิบายวิธีการแยก แก๊สธรรมชาติและ	เกิดสารอินทรีย์ คือ เคอโรเจน -สารผสมของสารประกอบ ไฮโดรคาร์บอนที่เกิดจากการ		

ตารางที่ 3-4 (ต่อ)

สาระ การเรียนรู้	จุดประสงค์ การเรียนรู้	มโนทัศน์	น้ำหนัก	จำนวน ข้อสอบ (ข้อ)
	การกลั่นลำดับส่วน น้ำมันดิบได้	<p>ทั่วมและสลายตัวของซากพืชและสัตว์บริเวณใต้ทะเลเป็นเวลานานภายใต้ความร้อนและความดันสูงจนเปลี่ยนสภาพเป็นน้ำมันดิบและแก๊สธรรมชาติรวมเรียกว่า ปิโตรเลียม</p> <p>-น้ำมันดิบเป็นสารผสมของสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่แยกออกจากกันได้โดยวิธีกลั่นลำดับส่วน</p> <p>-การปรับปรุงโครงสร้างโมเลกุลของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน ทำได้โดยกระบวนการแตกสลายรีฟอร์มมิงแอลคิลเลชัน และโอลิโกเมอไรเซชัน</p> <p>-แก๊สธรรมชาติประกอบด้วยสารประกอบไฮโดรคาร์บอนและสารประกอบอื่น ๆ ที่ปรากฏอยู่ที่สถานะของเหลวและแก๊ส</p>		

ตารางที่ 3-4 (ต่อ)

สาระ การเรียนรู้	จุดประสงค์ การเรียนรู้	มโนทัศน์	น้ำหนัก	จำนวน ข้อสอบ (ข้อ)
<u>แผน การจัด การเรียนรู้ที่ 2</u> - การแยกแก๊ส ธรรมชาติและ การการกลั่น ลำดับส่วน น้ำมันดิบ	5. นักเรียนสามารถ อธิบายการนำ ผลิตภัณฑ์ที่ได้จาก การแยกแก๊ส ธรรมชาติและ การการกลั่น ลำดับส่วน น้ำมันดิบไปใช้ ประโยชน์ รวมทั้ง ผลของผลิตภัณฑ์ ต่อสิ่งมีชีวิตและ สิ่งแวดล้อมได้	- ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการกลั่น ลำดับส่วนน้ำมันดิบ นำมาใช้ เป็นเชื้อเพลิงตัวทำละลายและ สารตั้งต้นในอุตสาหกรรม ปิโตรเคมี - เมื่อนำแก๊สธรรมชาติมาผ่าน กระบวนการแยกแก๊ส จะได้ ผลิตภัณฑ์ที่นำไปเป็นเชื้อเพลิง และสารตั้งต้นในอุตสาหกรรม ได้ -ผลิตภัณฑ์จากการกลั่น น้ำมันดิบหรือการแยกแก๊ส ธรรมชาติใช้เป็นสารตั้งต้นใน อุตสาหกรรมปิโตรเคมี ซึ่ง แบ่งเป็นอุตสาหกรรมขั้นต้น ขั้นกลางและขั้นปลาย -ผลของผลิตภัณฑ์ต่อสิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อม	17	2

ตารางที่ 3-4 (ต่อ)

สาระ การเรียนรู้	จุดประสงค์ การเรียนรู้	มโนทัศน์	น้ำหนัก	จำนวน ข้อสอบ (ข้อ)
<u>แผน การจัด การเรียนรู้ที่ 3</u> - ความหมาย ของพอลิเมอร์ และ มอนอเมอร์ - การ สังเคราะห์ พอลิเมอร์	6. นักเรียนสามารถ อธิบายความหมาย ของมอนอเมอร์และ พอลิเมอร์ได้ 7. นักเรียนสามารถ อธิบายการเกิด พอลิเมอร์ไรเซชัน แบบเติมและแบบ ควบแน่นได้	- มอนอเมอร์ หมายถึง โมเลกุล เดี่ยวหรือหน่วยย่อยที่เป็น องค์ประกอบของพอลิเมอร์ - พอลิเมอร์คือสารประกอบที่มี โมเลกุลขนาดใหญ่ ที่ประกอบด้วยโมเลกุลเดี่ยว จำนวนมากที่เหมือนหรือ แตกต่างกัน เชื่อมต่อกันด้วย พันธะโควาเลนต์ - ปฏิกิริยาพอลิเมอร์ไรเซชันแบบ เติม เกิดจากมอนอเมอร์ที่มี พันธะคู่ระหว่างอะตอม คาร์บอน - ปฏิกิริยาพอลิเมอร์ไรเซชันแบบ ควบแน่นได้ เกิดจากมอนอเมอร์ ที่มีหมู่ฟังก์ชันมากกว่า 1 หมู่ ทำปฏิกิริยากันได้เป็นพอลิเมอร์ และสารโมเลกุลเล็ก	17	3

ตารางที่ 3-4 (ต่อ)

สาระ การเรียนรู้	จุดประสงค์ การเรียนรู้	มโนทัศน์	หน้า หน้า	จำนวน ข้อสอบ (ข้อ)
<u>แผน การจัด การเรียนรู้ที่ 4</u> - การเกิด พอลิเมอร์ - โครงสร้าง และสมบัติ ของพอลิเมอร์	8. นักเรียนสามารถ ยกตัวอย่าง พอลิเมอร์ธรรมชาติ และพอลิเมอร์ สังเคราะห์ได้ 9. นักเรียนสามารถ อธิบาย ความสัมพันธ์ ระหว่างโครงสร้าง กับสมบัติของ พอลิเมอร์ได้	- พอลิเมอร์ธรรมชาติ หมายถึง พอลิเมอร์ที่เกิดขึ้นเองตาม ธรรมชาติ - พอลิเมอร์สังเคราะห์ หมายถึง พอลิเมอร์ที่เกิดจาก การสังเคราะห์เพื่อใช้ประโยชน์ ในด้านต่าง ๆ - โสโมพอลิเมอร์ หมายถึง พอลิเมอร์ที่ประกอบด้วย มอนอเมอร์ชนิดเดียวกัน - โคพอลิเมอร์ หมายถึง พอลิเมอร์ที่ประกอบด้วย มอนอเมอร์ต่างชนิดกัน - พอลิเมอร์แบบเส้น เกิดจาก มอนอเมอร์สร้างพันธะต่อกัน เป็นสายยาว จะอ่อนตัวเมื่อ ได้รับความร้อน และเมื่อ อุณหภูมิลดลง จะแข็งตัวได้ ดั้งเดิม -พอลิเมอร์แบบกิ่ง เกิดจาก มอนอเมอร์ชนิดกัน	32	8



ตารางที่ 3-4 (ต่อ)

สาระ การเรียนรู้	จุดประสงค์ การเรียนรู้	มโนทัศน์	น้ำหนัก	จำนวน ข้อสอบ (ข้อ)
		<p>แตกกิ่งก้านสาขา จะอ่อนตัวเมื่อ ได้รับความร้อน และเมื่อ อุณหภูมิลดลง จะแข็งตัวได้ ดั้งเดิม</p> <p>- พอลิเมอร์แบบร่างแห เกิดจาก มอนอเมอร์เชื่อมต่อกันเป็น ร่างแห เมื่อได้รับความร้อนจะ ไม่หลอมและไม่สามารถเปลี่ยน รูปร่างได้</p> <p>- เทอร์โมพลาสติก เป็น พอลิเมอร์ที่มีโครงสร้างโมเลกุล เป็นแบบเส้นหรือแบบกิ่ง จะอ่อนตัวเมื่อได้รับความร้อน และเมื่ออุณหภูมิลดลงจะแข็งตัว</p> <p>-เทอร์โมเซต เป็นพอลิเมอร์ที่มี โครงสร้างโมเลกุลเชื่อมต่อกัน เป็นร่างแห เมื่อได้รับความร้อน จะไม่หลอมและไม่สามารถ เปลี่ยนรูปร่างได้</p>		

ตารางที่ 3-4 (ต่อ)

สาระ การเรียนรู้	จุดประสงค์ การเรียนรู้	มโนทัศน์	น้ำหนัก	จำนวน ข้อสอบ (ข้อ)
<u>แผน การจัด การเรียนรู้ที่ 5</u> <u>-ผลิตภัณฑ์</u> จากพอลิเมอร์ (พลาสติก ยาง และเส้นใย)	10. นักเรียน สามารถ เปรียบเทียบสมบัติ ของ เทอร์โมพลาสติก และเทอร์โมเซตได้	- พลาสติก คือ สารสังเคราะห์ ประเภทพอลิเมอร์ที่ นักวิทยาศาสตร์สังเคราะห์ขึ้น - ประโยชน์ของพลาสติกบาง ชนิด - พลาสติกรีไซเคิล	17	3
	11. นักเรียน สามารถเลือกใช้ ประโยชน์ของ เทอร์โมพลาสติก และเทอร์โมเซตได้	- ยาง เป็นพอลิเมอร์ที่มีสมบัติ พิเศษ คือ มีความยืดหยุ่น - ยางธรรมชาติ คือ พอลิไอโซพรีน มีมอนอเมอร์ คือ ไอโซพรีน ได้จากน้ำ ยางพารา		
	12. นักเรียน สามารถบอก ความหมายและ การใช้ประโยชน์ ของพลาสติกได้	- ปฏิกริยาวัลคาไนเซชัน การนำ น้ำยางดิบมาทำปฏิกิริยากับ กำมะถันในปริมาณที่เหมาะสม ที่อุณหภูมิสูงกว่าจุดหลอมเหลว ของกำมะถัน เพื่อให้ยางมี คุณภาพดีขึ้น		
	13. นักเรียน สามารถบอก ลักษณะโครงสร้าง สมบัติ และ ประโยชน์ของยาง ธรรมชาติและยาง สังเคราะห์ได้	- ยางสังเคราะห์ สังเคราะห์ขึ้น เพื่อใช้ทดแทนในภาวะที่ยาง ขาดแคลน เพื่อให้มีสมบัติที่ เหมาะสมกับการใช้งาน		

ตารางที่ 3-4 (ต่อ)

สาระ การเรียนรู้	จุดประสงค์ การเรียนรู้	มโนทัศน์	น้ำหนัก	จำนวน ข้อสอบ (ข้อ)
	14. นักเรียน สามารถบอกสมบัติ และประโยชน์ของ เส้นใยธรรมชาติ และเส้นใย สังเคราะห์ได้	- เส้นใย เป็นพอลิเมอร์ชนิดหนึ่ง ที่ประกอบด้วยมอนอเมอร์ จำนวนมาก มีโครงสร้าง เหมาะสมกับการรีด ปั่นเป็นด้าย - เส้นใยธรรมชาติ มีลักษณะ พองฟู ดูดซับความชื้นได้ดี ทอเป็นผ้าสวมใส่สบาย แต่ แข็งแรงน้อย ทำความสะอาด ยาก แห้งยาก เกิดเชื้อราได้ง่าย - เส้นใยสังเคราะห์ มีคุณสมบัติ ดีกว่าเส้นใยธรรมชาติ ทนต่อ แบคทีเรีย ผลิตได้มาก ราคาถูก แต่สวมใส่ไม่สบาย - เส้นใยกึ่งสังเคราะห์ ได้จาก การนำสารธรรมชาติมา ปรับปรุงโครงสร้างให้ เหมาะสมกับการใช้งาน		
		รวม	100	20

3.4 สร้างแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ และผลิตภัณฑ์ ประกอบด้วยคำถาม 2 ส่วน คือส่วนที่ 1 จะเกี่ยวกับมโนทัศน์ในวิชาเคมี เรื่อง เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์และผลิตภัณฑ์ และส่วนที่ 2 การบอกเหตุผลในการเลือกตอบข้อนั้น เช่น

0. ข้อใดไม่ใช่ความหมายของพอลิเมอร์

- ก. สารประกอบที่มีโมเลกุลขนาดใหญ่
- ข. สารประกอบที่ประกอบด้วยโมเลกุลเดี่ยวจำนวนมากที่เหมือนกัน
- ค. สารประกอบที่ประกอบด้วยโมเลกุลเดี่ยวจำนวนมากที่แตกต่างกัน
- ง. สารประกอบที่เชื่อมต่อกันด้วยพันธะไอออนิก

เพราะเหตุใด .....

3.5 กำหนดเกณฑ์ในการให้คะแนนตามวิธีการจัดลำดับการวัดมโนทัศน์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เป็นแนวทางในการวิเคราะห์ห่มโนทัศน์และให้คะแนน โดยได้กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนไว้ ดังนี้

3.5.1 มโนทัศน์ที่สมบูรณ์ หมายถึง คำตอบถูก และให้เหตุผลครบทุกองค์ประกอบ ที่สำคัญของแต่ละมโนทัศน์ ให้ 3 คะแนน

3.5.2 มโนทัศน์ที่ไม่สมบูรณ์ หมายถึง คำตอบถูก และให้เหตุผลถูกต้องแต่ขาด องค์ประกอบบางส่วนที่สำคัญของแต่ละมโนทัศน์ ให้ 2 คะแนน

3.5.3 มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน หมายถึง คำตอบถูก แต่การให้เหตุผลอธิบายมี บางส่วนถูกต้องและบางส่วนไม่ถูกต้อง ให้ 1 คะแนน

3.5.4 ความเข้าใจผิด หมายถึง คำตอบถูกหรือผิด แต่การให้เหตุผลไม่ถูกต้อง หรือไม่ตอบคำถาม ให้ 0 คะแนน

3.6 นำแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมและความสอดคล้องของสาระการเรียนรู้กับจุดประสงค์การเรียนรู้ กับ พฤติกรรมที่ต้องการวัดของข้อคำถามในแต่ละข้อ รวมทั้งความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ แล้วจึงนำ ข้อเสนอแนะไปปรับปรุงแก้ไข

3.7 นำแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอต่อ ผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบด้านเนื้อหา ตรวจสอบในประเด็นต่อไปนี้ คือ การสื่อความหมายของข้อคำถาม ความเหมาะสมของข้อคำถามในการวินิจฉัยมโนทัศน์ โดย ประเมินค่าความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบแต่ละข้อกับจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยใช้แบบ ประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

- +1 เมื่อแน่ใจว่าแบบทดสอบตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการวัด
- 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าแบบทดสอบตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการวัด
- 1 เมื่อแน่ใจว่าแบบทดสอบไม่ตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการวัด

3.8 นำผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย แล้วพิจารณาเลือกแบบทดสอบที่มี ค่าดัชนีความสอดคล้องมากกว่าหรือเท่ากับ 0.50 ขึ้นไป (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, หน้า 117) ได้ค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง .80-1.00 ดำเนินการปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ คือ ตัวเลือกไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์ จำนวนข้อสอบมีมากเกินไป ปรับการใช้ภาษา ในข้อคำถามปรับย้ายมโนทัศน์ต่อจากวัตถุประสงค์

3.9 จัดพิมพ์แบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ แล้วนำไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ผ่านการเรียน เรื่อง เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์และผลิตภัณฑ์ มาแล้ว ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนชลกันยานุกูล

3.10 นำแบบทดสอบมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ มาตรวจสอบให้คะแนน แล้วนำมาวิเคราะห์คะแนนรายข้อเพื่อหาค่าความยากง่าย ( $P$ ) และค่าอำนาจจำแนก ( $D$ ) (ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ, 2543, หน้า 209) แล้วคัดเลือกแบบทดสอบที่มีค่าความยากง่าย ( $P$ ) ตั้งแต่ 0.20 ถึง 0.80 และค่าอำนาจจำแนก ( $D$ ) ตั้งแต่ 0.20 ถึง 1.00 จากการวิเคราะห์แบบทดสอบได้ค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง .22-.73 และค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ .20-.27

3.11 ดำเนินการคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนกตามเกณฑ์ที่กำหนด โดยคำนึงถึงความครอบคลุมจุดมุ่งหมายการเรียนรู้และโครงสร้างข้อสอบที่กำหนด

3.12 นำแบบทดสอบที่เลือกไว้ มาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับของแบบทดสอบ โดยใช้สัมประสิทธิ์แอลฟา ( $\alpha$  Coefficient) ของครอนบาค (Cronbach) (สมโภชน์ อเนกสุข, 2554, หน้า 108) ได้ค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ .89

3.13 จัดพิมพ์แบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์และผลิตภัณฑ์ จำนวน 20 ข้อ เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลต่อไป

#### 4. แบบวัดเจตคติต่อวิชาเคมี มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

4.1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบวัดเจตคติ

4.2 สร้างตารางวิเคราะห์เนื้อหาองค์ประกอบของเจตคติต่อวิชาเคมีและนำหน้าในแบบวัดโดยมีเนื้อหาครอบคลุมองค์ประกอบของเจตคติต่อวิชาเคมี ดังนี้

4.2.1 ความคิดเห็นทั่วไปต่อวิชาเคมี

4.2.2 การเห็นความสำคัญของวิชาเคมี

4.2.3 ความสนใจในวิชาเคมี

4.2.4 ความนิยมชมชอบต่อวิชาเคมี

4.2.5 การแสดงออกหรือการมีส่วนร่วมในกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับวิชาเคมี

วิเคราะห์เนื้อหาองค์ประกอบของเจตคติต่อวิชาเคมีและน้ำหนักในแบบวัดเจตคติต่อวิชาเคมี ดังตารางที่ 3-5

ตารางที่ 3-5 วิเคราะห์เนื้อหาองค์ประกอบของเจตคติและน้ำหนักในแบบวัดเจตคติต่อวิชาเคมี

เนื้อหาองค์ประกอบของ เจตคติต่อวิชาเคมี	น้ำหนัก	ข้อคำถามเชิงนิมาน (Positive)	ข้อคำถามเชิงนิเสธ (Negative)	รวม
1. ความคิดเห็นทั่วไปต่อวิชา เคมี	20	3	3	6
2. การเห็นความสำคัญของ วิชาเคมี	20	3	3	6
3. ความสนใจในวิชาเคมี	20	3	3	6
4. ความนิยมชมชอบต่อวิชา เคมี	20	3	3	6
5. การแสดงออกหรือการมี ส่วนร่วมในกิจกรรมที่ เกี่ยวข้องกับวิชาเคมี	20	3	3	6
รวม	100	15	15	30

4.3 สร้างแบบวัดเจตคติต่อวิชาเคมีตามวิธีการของลิเกิร์ต (Likert) ซึ่งเป็นข้อคำถามที่มีลักษณะการตอบแบบมาตราส่วนประเมินค่า (Rating scale) 5 ระดับ ประกอบด้วยข้อคำถามเชิงนิมาน (Positive) และข้อคำถามเชิงนิเสธ (Negative) จำนวน 30 ข้อ การให้คะแนนแต่ละข้อมีเกณฑ์ให้คะแนนโดยกำหนดดังนี้

ข้อคำถามเชิงนิมิต (Positive)

- 5 คะแนน เมื่อ นักเรียนตอบข้อคำถามว่าเห็นด้วยอย่างยิ่ง หรือปฏิบัติมากที่สุด  
 4 คะแนน เมื่อ นักเรียนตอบข้อคำถามว่าเห็นด้วย หรือปฏิบัติมาก  
 3 คะแนน เมื่อ นักเรียนตอบข้อคำถามว่าไม่แน่ใจ หรือปฏิบัติกลาง  
 2 คะแนน เมื่อ นักเรียนตอบข้อคำถามว่าไม่เห็นเห็นด้วย หรือปฏิบัติน้อย  
 1 คะแนน เมื่อ นักเรียนตอบข้อคำถามว่าไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง หรือปฏิบัติน้อยที่สุด

ข้อคำถามเชิงนิเสธ (Negative)

- 5 คะแนน เมื่อ นักเรียนตอบข้อคำถามว่าไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง หรือปฏิบัติน้อยที่สุด  
 4 คะแนน เมื่อ นักเรียนตอบข้อคำถามว่าไม่เห็นด้วย หรือปฏิบัติน้อย  
 3 คะแนน เมื่อ นักเรียนตอบข้อคำถามว่าไม่แน่ใจ หรือปฏิบัติกลาง  
 2 คะแนน เมื่อ นักเรียนตอบข้อคำถามว่าเห็นด้วย หรือปฏิบัติมาก  
 1 คะแนน เมื่อ นักเรียนตอบข้อคำถามว่าเห็นด้วยอย่างยิ่ง หรือปฏิบัติมากที่สุด

4.4 นำแบบวัดเจตคติต่อวิชาเคมีเสนอให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความถูกต้องและให้ข้อเสนอแนะเพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไข

4.5 นำแบบวัดเจตคติต่อวิชาเคมีที่ได้ทำการปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน ด้านการสอนวิทยาศาสตร์ ด้านการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม และด้านวัดประเมินผล ประเมินค่าความสอดคล้อง (IOC) ของแบบสอบถามแต่ละข้อกับเนื้อหาองค์ประกอบของเจตคติต่อวิชาเคมี โดยใช้แบบประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

+1 เมื่อแน่ใจว่าแบบทดสอบตรงกับเนื้อหาองค์ประกอบของเจตคติต่อวิชาเคมีที่ต้องการวัด

0 เมื่อไม่แน่ใจว่าแบบทดสอบตรงกับเนื้อหาองค์ประกอบของเจตคติต่อวิชาเคมีที่ต้องการวัด

-1 เมื่อแน่ใจว่าแบบทดสอบไม่ตรงกับเนื้อหาองค์ประกอบของเจตคติต่อวิชาเคมีที่ แล้วนำผลการตรวจของผู้เชี่ยวชาญมาหาค่าดัชนีความสอดคล้อง โดยใช้เกณฑ์การพิจารณาแบบวัดเจตคติที่มีค่า ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2543, หน้า 117) ได้ค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง .60-1.00 และนำแบบวัดเจตคติมาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ

ของผู้เชี่ยวชาญ คือ เปลี่ยนข้อความจาก “การเรียนรู้เคมีทำให้เกิดปัญหามลพิษและสิ่งแวดล้อม” เป็น “การเรียนรู้เคมีช่วยลดปัญหามลพิษและสิ่งแวดล้อม”

4.6 จัดพิมพ์แบบวัดเจตคติต่อวิชาเคมี ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วนำแบบทดสอบไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ผ่านการเรียน เรื่อง เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์และผลิตภัณฑ์ มาแล้ว ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนชลกันยานุกูล จำนวน 5 คน จากนั้นปรับปรุงแก้ไขข้อความ และภาษาที่ทำให้ผู้ตอบแบบสอบถามสับสน แล้วนำไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนชลกันยานุกูล

4.7 นำแบบวัดเจตคติมาตรวจสอบให้คะแนน แล้วนำมาวิเคราะห์คะแนนรายข้อเพื่อหาค่าอำนาจจำแนก ( $r$ ) โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (สมนึก ภักทิษณี, 2549, หน้า 222) แล้วคัดเลือกแบบทดสอบที่มีค่าอำนาจจำแนก ( $r$ ) ตั้งแต่ 0.20 ถึง 1.00 จากการวิเคราะห์แบบสอบถามได้ค่าอำนาจจำแนกระหว่าง .36-.76

4.8 นำแบบทดสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกตามเกณฑ์ที่กำหนด แล้วนำมาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับของแบบวัดเจตคติต่อวิชาเคมี โดยใช้สัมประสิทธิ์แอลฟา ( $\alpha$  Coefficient) ของครอนบัท (Cronbach) (สมโภชน์ อเนกสุข, 2554, หน้า 108) ได้ค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ .92

4.9 จัดพิมพ์แบบวัดเจตคติต่อวิชาเคมี เรื่อง เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์และผลิตภัณฑ์ จำนวน 20 ข้อ เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลต่อไป

### วิธีดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

1. แนะนำขั้นตอนการทำกิจกรรมและบทบาทของนักเรียนในการจัดการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม
2. ดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิซึมกลุ่มทดลอง จำนวน 5 แผน ในวิชาเคมี เรื่อง เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์และผลิตภัณฑ์ รวม 12 ชั่วโมง โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการสอนกลุ่มทดลองด้วยตนเอง
3. เมื่อสิ้นสุดการสอนตามกำหนดแล้วทำการทดสอบหลังเรียน (Posttest) กับนักเรียนกลุ่มทดลอง โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดเจตคติต่อวิชาเคมี ในรายวิชาเคมี
4. นำผลคะแนนที่ได้จากการตรวจแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ และแบบวัดเจตคติต่อวิชาเคมี ในรายวิชาเคมี มาวิเคราะห์โดยวิธีการทางสถิติด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อทดสอบสมมติฐานต่อไป



### การวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาค่าเฉลี่ยของความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียน และเจตคติต่อวิชาเคมีก่อนและหลังเรียน โดยการใช้สถิติพื้นฐาน คือ การหาค่าเฉลี่ยของคะแนน ( $\bar{X}$ )
2. วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิชาเคมี โดยใช้สถิติพื้นฐาน คือ การหาค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน ( $S$ )
3. วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ และแบบวัดเจตคติต่อวิชาเคมี โดยใช้ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ( $IOC$ )
4. วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาค่าความยากง่าย ( $P$ ) และค่าอำนาจจำแนก ( $D$ ) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้สูตร  $P_E$  ของวิทนีย์ และซาเบอร์ส
5. วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดเจตคติต่อวิชาเคมี โดยใช้การหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน
6. วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาค่าความเชื่อมั่น ( $Reliability$ ) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งฉบับ โดยใช้สูตร  $KR-20$  ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน ( $Kuder-Richardson$ )
7. วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ และแบบวัดเจตคติต่อวิชาเคมี โดยการหาสัมประสิทธิ์แอลฟา ( $\alpha$  Coefficient) โดยใช้สูตรคอนนัค
8. วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์และผลิตภัณฑ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึมในรายวิชาเคมีกับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้การทดสอบค่าที ( $t$ -test) แบบกลุ่มตัวอย่างเดียว ( $t$ -test one sample) (ทดสอบสมมติฐานข้อที่ 1)
9. วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์และผลิตภัณฑ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึมในรายวิชาเคมีกับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้การทดสอบค่าที ( $t$ -test) แบบกลุ่มตัวอย่างเดียว ( $t$ -test one sample) (ทดสอบสมมติฐานข้อที่ 2)
10. วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบเจตคติต่อวิชาเคมี เรื่อง เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์และผลิตภัณฑ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึมในรายวิชาเคมีก่อนและหลังเรียน โดยใช้การทดสอบค่าที ( $t$ -test) แบบสองกลุ่มสัมพันธ์กัน (Paired  $t$ -test) (ทดสอบสมมติฐานข้อที่ 3)

## สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

### 1. สถิติพื้นฐาน

1.1 หาค่าเฉลี่ยของคะแนน ( $\bar{X}$ ) โดยใช้สูตร (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543, หน้า 306) คือ

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

เมื่อ	$\bar{x}$	หมายถึง ค่าเฉลี่ยของคะแนน
	$\sum x$	หมายถึง ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
	$N$	หมายถึง จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

1.2 หาค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน ( $S$ ) โดยใช้สูตร (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543, หน้า 307) คือ

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

เมื่อ	$S$	หมายถึง ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	$\sum x^2$	หมายถึง ผลรวมของคะแนนแต่ละด้านยกกำลังสอง
	$(\sum x)^2$	หมายถึง ผลรวมของคะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง
	$N$	หมายถึง จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

## 2. สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือ

2.1 หาค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ และแบบวัดเจตคติต่อวิชาเคมี โดยใช้ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม (*IOC*) โดยคำนวณจากสูตรของ โรวิเนลลี และแฮมเบลตัน (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2536, หน้า 249) คือ

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

เมื่อ *IOC* หมายถึง ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์

$\sum R$  หมายถึง ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิชา

*N* หมายถึง จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2.2 หาค่าความยากง่าย (*P*) และค่าอำนาจจำแนก (*D*) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้สูตร  $P_E$  ของวิทนีย์ และซาเบอร์ส (D.R. Whitney and D.L. Sabers) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2539, หน้า 199) คำนวณได้จากสูตรดังนี้

2.2.1 ค่าความยากง่ายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

$$P_E = \frac{S_U + S_L - (NX_{min})}{N(X_{max} - X_{min})}$$

เมื่อ  $P_E$  หมายถึง ดัชนีค่าความยาก

$S_U$  หมายถึง ผลรวมของคะแนนกลุ่มเก่ง

$S_L$  หมายถึง ผลรวมของคะแนนกลุ่มอ่อน

$X_{max}$  หมายถึง คะแนนที่นักเรียนทำได้สูงสุด

$X_{min}$  หมายถึง คะแนนที่นักเรียนทำได้ต่ำสุด

*N* หมายถึง จำนวนผู้เข้าสอบของกลุ่มเก่งหรือกลุ่มอ่อน

2.2.2 ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

$$D = \frac{S_U - S_L}{N(X_{max} - X_{min})}$$

เมื่อ	$D$	หมายถึง ค่าอำนาจจำแนก
	$S_U$	หมายถึง ผลรวมของคะแนนกลุ่มเก่ง
	$S_L$	หมายถึง ผลรวมของคะแนนกลุ่มอ่อน
	$X_{max}$	หมายถึง คะแนนที่นักเรียนทำได้สูงสุด
	$X_{min}$	หมายถึง คะแนนที่นักเรียนทำได้ต่ำสุด
	$N$	หมายถึง จำนวนผู้เข้าสอบของกลุ่มเก่งหรือกลุ่มอ่อน

2.2.3 หาค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดเจตคติต่อวิชาเคมี โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (สมนึก ภัททิยธนี, 2549, หน้า 222)

$$r_{xy} = \frac{n \sum xy - \sum x \sum y}{\sqrt{\{n \sum x^2 - (\sum x)^2\} \{n \sum y^2 - (\sum y)^2\}}}$$

เมื่อ	$r_{xy}$	หมายถึง ค่าอำนาจจำแนกของแบบสอบถามวัดเจตคติต่อวิชาเคมี
	$X$	หมายถึง คะแนนรวม
	$Y$	หมายถึง คะแนนรายข้อ
	$n$	หมายถึง จำนวนกลุ่มตัวอย่าง

2.3 หาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งฉบับ โดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson) (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2543, หน้า 123)

$$r_u = \frac{n}{n-1} \left\{ 1 - \frac{\sum pq}{S_t^2} \right\}$$

เมื่อ	$r_u$	หมายถึง ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ
	$n$	หมายถึง จำนวนข้อ
	$p$	หมายถึง สัดส่วนของคนที่ทำถูกในแต่ละข้อ
	$q$	หมายถึง สัดส่วนของคนที่ทำผิดในแต่ละข้อ
	$S_t^2$	หมายถึง ความแปรปรวนของคะแนนทั้งฉบับ

2.4 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดคุณโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ และแบบวัดเจตคติต่อวิชาเคมี โดยการหาสัมประสิทธิ์แอลฟา ( $\alpha$  Coefficient) โดยใช้สูตรครอนบัค (Cronbach) (สมโภชน์ อเนกสุข, 2554, หน้า 108)

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

เมื่อ	$\alpha$	หมายถึง สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น
	$n$	หมายถึง จำนวนข้อ
	$S_i^2$	หมายถึง คะแนนความแปรปรวนแต่ละข้อ
	$S_t^2$	หมายถึง คะแนนความแปรปรวนทั้งฉบับ

### 3. สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

3.1 ใช้สถิติ (*t-test*) แบบสองกลุ่มสัมพันธ์กัน (Paired *t-test*) เพื่อทดสอบสมมติฐานที่เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิชาเคมี (สม โภชน์ อเนกสุข, 2553, หน้า 111)

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

เมื่อ	$t$	หมายถึง ค่าที่ใช้พิจารณาการแจกแจงแบบที
	$D$	หมายถึง ความแตกต่างของคะแนนแต่ละคู่
	$\sum D$	หมายถึง ผลรวมของความแตกต่างระหว่างคะแนนการสอบ
ก่อน-หลังเรียน		
	$\sum D^2$	หมายถึง ผลรวมยกกำลังสองของความแตกต่างระหว่าง
คะแนนการสอบก่อน-หลังเรียน		
	$n$	หมายถึง จำนวนกลุ่มตัวอย่างหรือจำนวนคู่คะแนน

## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

#### สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อสื่อความหมายในการเสนอผลการวิจัยให้เข้าใจตรงกัน ดังนี้

$n$	แทน	จำนวนคนในกลุ่มทดลอง
$\bar{X}$	แทน	ค่าคะแนนเฉลี่ย
$SD$	แทน	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
$t$	แทน	ค่าสถิติในการแจกแจงแบบ $t$
$p$	แทน	ค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อน
*	แทน	นัยสำคัญทางสถิติที่ .05

#### การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับดังนี้

1. ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียน โดยใช้การจัดการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึ่มกับเกณฑ์ที่กำหนด คือ ร้อยละ 70

2. ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียน โดยใช้การจัดการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึ่มกับเกณฑ์ที่กำหนด คือ ร้อยละ 70

3. ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนเจตคติต่อวิชาเคมีก่อนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียน โดยใช้การจัดการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึ่ม

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียน โดยจัดการจัดการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึ่มกับเกณฑ์ที่กำหนด คือ ร้อยละ 70 (21 คะแนนจากคะแนนเต็ม 30 คะแนน) ได้ผลดังตารางที่ 4-1

ตารางที่ 4-1 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียน โดยจัดการจัดการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึ่มกับเกณฑ์ที่กำหนด คือ ร้อยละ 70 (21 คะแนนจากคะแนนเต็ม 30 คะแนน)

กลุ่มทดลอง	<i>n</i>	เกณฑ์	$\bar{X}$	<i>SD</i>	<i>df</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
หลังเรียน	34	21	22.03	2.48	33	2.420*	.021

\* $p < .05$

จากตารางที่ 4-1 พบว่าค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียน โดยจัดการจัดการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึ่มสูงกว่าเกณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สรุปได้ว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียน โดยจัดการจัดการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึ่ม มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดคือ ร้อยละ 70 หรือ 21 คะแนนจากคะแนนเต็ม 30 คะแนน ( $\bar{X} = 22.03$ ) ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่วางไว้



2. ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึ่มกับเกณฑ์ที่กำหนด คือ ร้อยละ 70 (42 คะแนนจากคะแนนเต็ม 60 คะแนน) ได้ผลดังตารางที่ 4-2

ตารางที่ 4-2 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึ่มกับเกณฑ์ที่กำหนด คือ ร้อยละ 70 (42 คะแนนจากคะแนนเต็ม 60 คะแนน)

กลุ่มทดลอง	<i>n</i>	เกณฑ์	$\bar{X}$	<i>SD</i>	<i>df</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
หลังเรียน	34	42	44.32	4.68	33	2.89*	.007

\* $p < .05$

จากตารางที่ 4-2 พบว่าค่าเฉลี่ยคะแนนมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึ่มสูงกว่าเกณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สรุปได้ว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึ่ม มีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดคือ ร้อยละ 70 หรือ 42 คะแนนจากคะแนนเต็ม 60 คะแนน ( $\bar{X} = 44.32$ ) ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่วางไว้

3. ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนเจตคติต่อวิชาเคมีก่อนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม ได้ผลดังตารางที่ 4-3

ตารางที่ 4-3 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนเจตคติต่อวิชาเคมีก่อนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม

กลุ่มทดลอง	<i>N</i>	$\bar{X}$	<i>SD</i>	<i>df</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
ก่อนเรียน	34	2.98	0.43	33	-13.729*	.000
หลังเรียน	34	4.18	0.27	33		

\* $p < .05$

จากตารางที่ 4-3 พบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนเจตคติต่อวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สรุปได้ว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม มีเจตคติต่อวิชาเคมีสูงกว่าก่อนเรียนซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่วางไว้

ตารางที่ 4-4 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนเจตคติต่อวิชาเคมีก่อนและหลังเรียน ในแต่ละด้าน

เจตคติต่อวิชาเคมี	ก่อนเรียน		หลังเรียน	
	$\bar{X}$	<i>SD</i>	$\bar{X}$	<i>SD</i>
1. ความคิดเห็นทั่วไปต่อวิชาเคมี	2.83	0.81	4.07	0.39
2. ความสนใจในวิชาเคมี	2.88	0.51	4.16	0.37
3. การเห็นความสำคัญต่อวิชาเคมี	2.95	0.51	4.24	0.28
4. การนิยมชมชอบต่อวิชาเคมี	3.10	0.43	4.24	0.40
5. การแสดงออกหรือมีส่วนร่วมในกิจกรรมเกี่ยวกับเคมี	3.12	0.74	4.18	0.34

จากตารางที่ 4-4 พบว่า ความคิดเห็นทั่วไปต่อวิชาเคมีก่อนเรียนมีค่าเฉลี่ย 2.83 หลังเรียนมีค่าเฉลี่ย 4.07 ความสนใจในวิชาเคมีก่อนเรียนมีค่าเฉลี่ย 2.88 หลังเรียนมีค่าเฉลี่ย 4.16 การเห็นความสำคัญต่อวิชาเคมีก่อนเรียนมีค่าเฉลี่ย 2.95 หลังเรียนมีค่าเฉลี่ย 4.24 การนิยมชมชอบต่อวิชาเคมีก่อนเรียนมีค่าเฉลี่ย 3.10 หลังเรียนมีค่าเฉลี่ย 4.24 การแสดงออกหรือมีส่วนร่วมในกิจกรรมเกี่ยวกับเคมีก่อนเรียนมีค่าเฉลี่ย 3.12 หลังเรียนมีค่าเฉลี่ย 4.18

สรุปได้ว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม มีเจตคติต่อวิชาเคมีสูงกว่าก่อนเรียนในการวัดทุก ๆ ด้านของเจตคติ

## บทที่ 5

### สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การศึกษาครั้งนี้ มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 1 ห้องเรียน โดยการสุ่มห้องเรียนด้วยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) จำนวน 34 คน โดยวิธีการจับสลากจากจำนวน 4 ห้องเรียน เครื่องมือที่ใช้ คือ แผนการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม เรื่อง เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์และผลิตภัณฑ์ จำนวน 5 แผน แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เป็นแบบปรนัยเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง .33-.67 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .20-.33 มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .95 และแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ประกอบด้วยข้อคำถาม 2 ส่วน ส่วนที่ 1 เป็นแบบปรนัยเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ส่วนที่ 2 เป็นการบอกเหตุผลในการเลือกตอบข้อนั้น จำนวน 20 ข้อ มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง .22-.73 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .20-.27 มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .89 และแบบวัดเจตคติต่อวิชาเคมี มีลักษณะเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ จำนวน 20 ข้อ มีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง .36-.76 ค่าความเชื่อมั่น .92 แบบแผนการวิจัยในส่วนที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ใช้แบบแผนการวิจัย Static group design และสำหรับเจตคติต่อวิชาเคมีได้มีการวัดก่อนเรียนจึงทำให้มีการทดสอบ 2 ครั้ง และเปรียบเทียบการทดสอบก่อนและหลังเรียน วิเคราะห์ข้อมูลโดยเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์กับเกณฑ์ที่กำหนด โดยใช้สูตร (*t-test*) แบบ One sample และเปรียบเทียบคะแนนเจตคติต่อวิชาเคมีก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้สูตร (*t-test*) แบบ Dependent sample

## สรุปผลการวิจัย

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซิมสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือ ร้อยละ 70 หรือ 21 คะแนนจากคะแนนเต็ม 30 คะแนน ( $\bar{X} = 22.03$ ) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
2. มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซิมสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือ ร้อยละ 70 หรือ 42 คะแนนจากคะแนนเต็ม 60 คะแนน ( $\bar{X} = 44.32$ ) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
3. เจตคติต่อวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซิมสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

## อภิปรายผลการวิจัย

จากการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่จัดการสอนโดยใช้การจัดการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซิม สรุปผลการวิจัยและมีประเด็นการอภิปราย ดังนี้

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซิมสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 70) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1 และเมื่อวิเคราะห์คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีรายบุคคล พบว่า มีผู้เรียนที่มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ทั้งหมด 67.65% ทั้งนี้เนื่องมาจากวิธีการสอนตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซิม ที่ผู้วิจัยได้นำมาใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ชี้แจงแสวงหาคำตอบเป็นกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง มีส่วนร่วมในการจัดกิจกรรมที่เน้นให้ผู้เรียนคิด ศึกษา ค้นคว้า เนื่องจากเนื้อหาวิชาเคมีมีความซับซ้อนมาก จึงต้องจัดการเรียนการสอนให้ผู้เรียนเห็นเป็นรูปธรรมมากยิ่งขึ้น จากการลงมือปฏิบัติจริง การแสดงบทบาทสมมติ มีการวางแผนในการทำกิจกรรมร่วมกันภายในกลุ่ม เพื่อให้ผู้เรียนแสดงความคิดเห็นและแลกเปลี่ยนความรู้จนสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง จึงส่งผลทำให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีดีกว่าเกณฑ์ เนื่องจาก ขณะที่นักเรียนทำกิจกรรมร่วมกันภายในกลุ่ม นักเรียนได้มีโอกาสแลกเปลี่ยนความรู้กับสมาชิกของกลุ่ม และการที่แต่ละคนมีวัยใกล้เคียงกัน ทำให้สามารถสื่อสารกันได้เป็นอย่างดี ซึ่งแตกต่างจากการสื่อสารกับครูเมื่อนักเรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเองจึงส่งผลทำให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ และสามารถนำความรู้ไปใช้ได้ในชีวิตประจำวัน สอดคล้องกับ ทฤษฎีคอนสตรัคติวิซิม

ที่กล่าวว่า ความรู้มีอยู่แล้วในตัวนักเรียน และความรู้นี้จะพัฒนาขึ้นขณะที่นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนร่วมงาน กับครู และกับสภาพแวดล้อม นักเรียนจะเป็นคนสร้างความรู้หรือสร้างความหมาย โดยทำความเข้าใจเกี่ยวกับประสบการณ์ต่าง ๆ ที่ตนเองมีอยู่ การจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดนี้ เชื่อว่าความรู้ไม่สามารถส่งผ่าน จากครูไปยังนักเรียน หรือจากหนังสือเรียนไปยังตัวนักเรียนได้ อย่างง่าย ๆ แต่นักเรียนควรจะเป็นคนสร้างคำอธิบายหรือสร้างความคิดขึ้นมาด้วยตัวนักเรียนเอง (Schulte, 1996 อ้างถึงใน วรรณทิพา รอดแรงคำ, 2541, หน้า 50) ซึ่งสอดคล้องกับสถาบันส่งเสริม การสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (วินัยนิยมฉิมพิศ, 2549, หน้า 69) ได้เสนอไว้ว่า แนวคิดของ ทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึมจะส่งเสริมให้นักเรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเองเหมาะที่จะ นำมาใช้ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ผลจากงานวิจัยครั้งนี้ พบว่า มีนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนรู้ไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 32.35% เนื่องจาก ผู้เรียนไม่คุ้นเคยกับการจัด กิจกรรมดังกล่าว ผู้เรียนไม่สามารถสืบค้นข้อมูลจากแหล่งข้อมูลสารสนเทศได้ เนื่องจากปัญหา เกี่ยวกับสื่อหรืออุปกรณ์ที่ใช้ในการสืบเสาะหาความรู้ และการจัดกิจกรรมกลุ่มมีผู้เรียนที่ยังสับสน ต่อบทบาทหน้าที่ของตน ไม่รวมกันแก้ปัญหาเกี่ยวกับเพื่อนภายในกลุ่ม ไม่กล้าแสดงความคิดเห็น หรือ ไม่กล้าแลกเปลี่ยนองค์ความรู้กับเพื่อนจึงส่งผลให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำกว่าเกณฑ์

นอกจากนี้ เมื่อสิ้นสุดการสอนในแต่ละครั้ง จะมีการให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลัง เรียนโดยที่ต่างคนต่างทำแบบทดสอบ ไม่มีการช่วยเหลือกัน เพื่อครูจะได้ประเมินนักเรียนว่ามี ความเข้าใจเนื้อหาหมากน้อยแค่ไหน และเนื้อหาในส่วนไหนที่นักเรียนยังเข้าใจผิด อีกทั้งยังเป็นการให้นักเรียนได้ทบทวนความรู้ควบคู่กันไปอีกด้วย และยังเป็นการให้นักเรียนได้ทำการประเมิน ตนเอง โดยครูจะแจ้งคะแนนในการทำแบบทดสอบหลังเรียนแต่ละครั้งเพื่อให้นักเรียนมี ความตื่นตัวและทราบความก้าวหน้าทางการเรียนของตน ผู้เรียนจะทราบว่าเป็นบทเรียนหัวข้อไหน ยังไม่เข้าใจก็จะพยายามทำความเข้าใจอีกครั้งเพื่อให้เข้าใจและสามารถทำแบบทดสอบได้ การทำแบบทดสอบจะช่วยในเรื่องความจำและจะช่วยให้จำได้นานขึ้น ซึ่งการเรียนวิธีนี้ทำให้เกิดแรงกระตุ้น มีความกระตือรือร้นในการทำแบบทดสอบ ทำความเข้าใจใหม่เมื่อทำแบบทดสอบ ไม่ได้เพื่อให้ตนเองมีพัฒนาการในการเรียนรู้ที่พอ ๆ กันเพื่อน ๆ ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีขึ้น สอดคล้องกับ ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์ (2548, หน้า 191) ที่เสนอว่าการฝึกโดยมีการทำ แบบทดสอบมีผลดีกว่าการไม่ฝึกทำแบบทดสอบ เพราะจะช่วยให้จำได้ดีกว่าเมื่อมีการทดสอบ เกิดขึ้น ผู้เรียนจะสามารถรู้ตัวเองว่าเนื้อหาส่วนไหนยังไม่เข้าใจ ก็จะพยายามทำความเข้าใจอีกครั้ง เพื่อให้ทำแบบทดสอบได้ การทำแบบทดสอบเป็นการรื้อฟื้นความจำอีกอย่างหนึ่ง ซึ่งสอดคล้องกับ งานวิจัยของ ครุณี วิศิษฐ์วงศ์ (2550) ได้ศึกษา ผลการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร” ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ กับการจัดการเรียนรู้ตามปกติ พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนการทดลอง ในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกันและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน หลังการทดลองในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และสอดคล้องกับสุนิษฐ์ เลี้ยงจรรยาวัฒน์ (2543) ที่พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการคอนสตรัคติวิซึมและทำเพิ่มผลงานมีแนวคิดและความสามารถในการนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน เพิ่มขึ้นมากกว่านักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการคอนสตรัคติวิซึม แต่ไม่ได้ทำเพิ่มผลงาน และเพิ่มขึ้นมากกว่านักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการตามคู่มือครูของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สอดคล้องกับ พรหม ผูกดวง (2542) ที่พบว่า การสอนตามแนวคอนสตรัคติวิซึม ช่วยให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับสุกัญญา กัตัญญา (2542) พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนตามแนวคอนสตรัคติวิซึมมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่า นักเรียนที่เรียนตามปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับวารางคณา พัดคำ (2543) พบว่า นักเรียนกลุ่มที่ใช้การสอนตามแนวคิดของทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่า นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สอดคล้องกับ ทิพสุคนธ์ ไชยราช (2545) ที่พบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้การสอนตามแนวคอนสตรัคติวิซึมมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียน โดยการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และสอดคล้องกับ Bowman (1994 อ้างถึงใน ทิพสุคนธ์ ไชยราช, 2545) ที่พบว่า นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิซึมกับการใช้เทคนิคช่วยจำมีความเข้าใจและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มอื่น

ด้วยเหตุผลดังกล่าวจึงเป็นการสนับสนุนข้อค้นพบที่ว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียน โดยใช้การจัดการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึมสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 70) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2 และเมื่อวิเคราะห์คะแนนมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์รายบุคคล พบว่า ในแต่ละเรื่องมีผู้เรียนที่มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนต่ำ และไม่มีผู้เรียนที่มีความเข้าใจผิด พบว่า มีนักเรียนที่มีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 76.47% ทั้งนี้เนื่องมาจากการจัดการเรียนการสอนตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึมเป็นวิธีการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง จึงทำให้ผู้เรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ตามความเข้าใจของตน

โดยที่ครูเป็นผู้ประเมินว่าองค์ความรู้ที่นักเรียนได้สร้างขึ้นมานั้นเป็นมโนทัศน์ที่สมบูรณ์หรือไม่ จากขั้นตรวจสอบความเข้าใจ เพื่อการพัฒนา มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ โดยการจัดการเรียนการสอน โดยให้ผู้เรียนแต่ละคนได้เขียนแผนผังความคิด เพื่อฝึกหัดในการจัดจำแนกสิ่งต่าง ๆ ว่าสิ่งใดจัดอยู่ในประเภทเดียวกัน หรือสิ่งใดอยู่คนละประเภทกัน ซึ่งการสอนเพื่อพัฒนา มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในรายวิชาเคมีเป็นเรื่องที่ยากและซับซ้อนหรือเป็นนามธรรม จึงต้องใช้วิธีการยกตัวอย่างสั้น ๆ เพื่อแสดงให้เห็นถึงมโนทัศน์ที่ต้องการจะสอนอย่างชัดเจน โดยที่ขั้นตรวจสอบความเข้าใจเป็นขั้นตอนหนึ่งที่มีความสำคัญมากในการจัดการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึมในการตรวจสอบว่ามโนทัศน์ที่นักเรียนได้สร้างขึ้นมาจากความเข้าใจของตนเองนั้นเป็นมโนทัศน์ที่ถูกต้องหรือไม่ จึงส่งผลให้มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สอดคล้องกับ มิสแสงธิดาเจริญาน (2553) ได้ทำการวิจัยเรื่อง “การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องเชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ในรายวิชา ว.40226 โดยใช้ผังมโนทัศน์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/3” โดยให้นักเรียนฝึกการเขียนผังมโนทัศน์เรื่อง เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ ได้แก่ ถ่านหิน หินน้ำมัน และปิโตรเลียมแล้วทำการทดสอบหลังเรียน ผลการวิจัย คือ นักเรียนส่วนใหญ่ที่เขียนผังมโนทัศน์ เรื่อง เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ ได้แก่ ถ่านหิน หินน้ำมัน และปิโตรเลียมมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และมีมโนทัศน์ดีขึ้น สอดคล้องกับ กาญจนา คังคะประดิษฐ์ (2547, หน้า 56) ที่เสนอว่า การสอนให้เกิดมโนทัศน์เรื่อง พันธะเคมีตามแนวคอนสตรัคติวิซึม พบว่า นักเรียนเกิดมโนทัศน์ที่ถูกต้อง และมีคะแนนจากแบบวัดมโนทัศน์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน แสดงว่าการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิซึมสามารถทำให้นักเรียนสร้างความรู้และมีมโนทัศน์ที่ถูกต้อง และสอดคล้องกับงานวิจัยของ สุจินต์ เลียงจรรย์รัตน์ (2543) ที่พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการคอนสตรัคติวิซึมและทำแฟ้มผลงานมีมโนทัศน์และความสามารถในการนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันเพิ่มขึ้นมากกว่านักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการตามคู่มือครูของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ผลจากงานวิจัยครั้งนี้ พบว่า มีนักเรียนที่มีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 23.53% เนื่องมาจากความเข้าใจที่ไม่สมบูรณ์ คลุมเครือ หรือปราศจากพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์จึงเกิดเป็นมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ซึ่งครูผู้สอนจะต้องอภิปรายสรุปในแต่ละประเด็นเพื่อให้นักเรียนเข้าใจและสร้างเป็นมโนทัศน์ที่สมบูรณ์ด้วยตัวของนักเรียนเอง



3. เจตคติต่อวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึ่มหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 3 ผู้เรียนมีเจตคติที่ดี คือ เห็นด้วยอย่างยิ่งหรือปฏิบัติมากที่สุดในแต่ละด้าน เรียงลำดับได้ดังนี้ 1) การเห็นความสำคัญต่อวิชาเคมีหลังเรียนมีค่าเฉลี่ย 4.24 และ การนิยมชมชอบต่อวิชาเคมีหลังเรียนมีค่าเฉลี่ย 4.24 2) การแสดงออกหรือมีส่วนร่วมในกิจกรรมเกี่ยวกับเคมีหลังเรียนมีค่าเฉลี่ย 4.18 3) ความสนใจในวิชาเคมีหลังเรียนมีค่าเฉลี่ย 4.16 และ 4) ความคิดเห็นทั่วไปต่อวิชาเคมีหลังเรียนมีค่าเฉลี่ย 4.07 พบว่า ผู้เรียนมีเจตคติที่ดีขึ้นในทุก ๆ ด้าน ทั้งนี้เนื่องมาจากการจัดการเรียนการสอนตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึ่มช่วยให้นักเรียนได้รับประสบการณ์โดยตรงจากการทำกิจกรรมที่ได้ศึกษาหาความรู้ด้วยตนเอง จากคำถามที่เกิดขึ้นจากชั้นเกิดความขัดแย้งทางปัญญา ที่ครูได้เสนอเหตุการณ์ที่ชวนสงสัย กระตุ้นหรือท้าทายให้นักเรียนคิดแก้ปัญหา ผ่านกิจกรรมกลุ่มในชั้นแสวงหาคำตอบ มีการแลกเปลี่ยนความรู้ระหว่างสมาชิกภายในกลุ่มในการทำกิจกรรมและการช่วยกันคิดค้นหาคำตอบในการแก้ปัญหาเพื่อลดความขัดแย้งทางปัญญาที่เกิดขึ้น โดยมีครูเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้คอยช่วยเหลือและพร้อมให้คำปรึกษา เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ตลอดจนทำให้เข้าใจเนื้อหาที่เรียนเพิ่มมากขึ้น เมื่อไม่เข้าใจเนื้อหาก็สามารถปรึกษาเพื่อนในวัยใกล้เคียงกันได้ และยังเกิดทักษะการทำงานกลุ่ม การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศสืบเสาะหาความรู้ โดยครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีการใช้โทรศัพท์มือถือหรือคอมพิวเตอร์เพื่อสืบเสาะหาความรู้ในการทำกิจกรรม พบว่า ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นที่จะค้นคว้าหาความรู้จากเครือข่ายอินเทอร์เน็ตมากกว่าให้ครูเป็นผู้บรรยายตามหนังสือ เนื่องจากความรู้จากสื่อสารสนเทศเป็นนวัตกรรมการเรียนรู้ที่แปลกใหม่ ไม่จำเจ มีสีสัน และภาพประกอบที่ดึงดูดความสนใจ ทำให้ผู้เรียนมีความสุขในการเรียนเพิ่มมากขึ้น ดังที่ Krendl (1986) ได้ศึกษาพบว่า ผู้เรียนชอบเรียนจากคอมพิวเตอร์มากที่สุด ถึงแม้ว่าจะเป็นเนื้อหาที่ยากในการเรียน แต่ก็ชอบที่จะเรียน และสอดคล้องกับ คาแกน (Kagan, 1994, pp. 265-268) ได้เสนอว่า การทำกิจกรรมร่วมกับผู้อื่นหรือกิจกรรมกลุ่ม ส่งผลให้เกิดทัศนคติที่ดีและถูกต้องเกี่ยวกับการทำงานว่าจะต้องร่วมกันทำงานเป็นกลุ่มจึงจะเกิดความสำเร็จ นักเรียนส่วนใหญ่มีความกระตือรือร้นในการเรียนมากขึ้นให้ความร่วมมือในการปฏิบัติกิจกรรม เป็นผลทำให้การจัดกิจกรรมดีขึ้น โดยผู้วิจัยสังเกตจากการแบ่งหน้าที่กันภายในกลุ่ม ช่วยกันคิดช่วยกันทำ เมื่อมีข้อผิดพลาดเกิดขึ้นสมาชิกภายในกลุ่มก็จะช่วยกันรับผิดชอบ หาวิธีแก้ไขและสาเหตุของข้อผิดพลาดนั้น และในการวิจัยครั้งนี้เนื้อหาที่เรียนเป็นเรื่อง เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์และผลิตภัณฑ์ ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ได้มีกิจกรรม

ให้นักเรียนร่วมกันสืบค้นปัญหาภาวะโลกร้อน และวิธีการใช้เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์และผลิตภัณฑ์อย่างคุ้มค่า ตามวิธีการของนักเรียน วิเคราะห์เกี่ยวกับปัญหาหาวิธีการแก้ไขที่นักเรียนสามารถทำได้ และให้นักเรียนได้ร่วมกันแก้ปัญหาการลดการใช้พลังงานให้น้อยลงและส่งเสริมการใช้พลังงานทดแทนอื่น ๆ ที่มีอยู่ในประเทศมาเป็นเชื้อเพลิง เพื่อยืดอายุปริมาณการใช้เชื้อเพลิงออกไปและช่วยลดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นของตนเอง กิจกรรมนี้ช่วยสร้างจิตสำนึกในการรักษาสิ่งแวดล้อม ตระหนักถึงความสำคัญของการใช้พลังงานเชื้อเพลิงที่มีอยู่อย่างคุ้มค่า เปิดโอกาสให้ได้นำความรู้ไปใช้ประโยชน์ในการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นของตน ทำให้นักเรียนเห็นคุณค่าความสำคัญของเนื้อหาที่เรียน นักเรียนจึงมีเจตคติที่ดีต่อวิชาที่เรียนควบคู่กันไปด้วย

นอกจากนี้การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเป็นกิจกรรมการร่วมมือกันทำงาน มีความเป็นกันเอง สนุกสนาน เพลิดเพลิน และครูมีการเสริมแรงโดยการให้รางวัลกับกลุ่มที่ปฏิบัติกิจกรรมได้ดี หรือกลุ่มที่ตั้งใจ มุ่งมั่นในการปฏิบัติกิจกรรม สิ่งเหล่านี้จะช่วยให้ นักเรียนอยากเรียน และมีความสุขในการเรียนเพิ่มมากขึ้น ทำให้เจตคติต่อวิชาเคมีของนักเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ดังที่ปริยาพร วงศ์อนุตรโรจน์ (2548, หน้า 266) ได้เสนอว่า การเสริมแรงแก่นักเรียน จะทำให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนเพิ่มมากขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของกาญจนา คังคะประดิษฐ์ (2547) ได้ศึกษาการพัฒนากระบวนการเรียนการสอนเพื่อให้เกิดแนวคิด เรื่องพันธะเคมี ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึ่มและศึกษาแนวคิด ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิชาเคมี พบว่า การจัดกระบวนการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึ่ม เป็นการพัฒนาให้นักเรียนเกิดแนวคิดเรื่องพันธะเคมี มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และมีเจตคติต่อวิชาเคมีดีขึ้น กว่าเดิม สอดคล้องกับ Lord at al. (2002) พบว่า กลุ่มที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง (เรียนด้วยด้วยกระบวนการคอนสตรัคติวิซึ่ม) มีเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการตัดสินใจสูงกว่ากลุ่มที่เน้นผู้สอนเป็นสำคัญ

ด้วยเหตุผลดังกล่าวจึงเป็นการสนับสนุนข้อค้นพบที่ว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึ่ม มีเจตคติต่อวิชาเคมีสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิชาเคมี เรื่อง เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์และผลิตภัณฑ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ด้วยการจัดการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม เมื่อวิเคราะห์คะแนนรายบุคคลในส่วนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์กับเกณฑ์ร้อยละ 70 และมีคะแนนเจตคติอยู่ในเกณฑ์ดี (มากกว่า 4) พบว่า ผู้เรียนร้อยละ 32.35 มีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ ส่งผลให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ และมีเจตคติต่อวิชาเคมีสูงด้วยเช่นกัน แสดงว่าผู้เรียนสามารถสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ในเนื้อหา เรื่อง เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์และผลิตภัณฑ์ ได้ตามความเข้าใจของตนเองส่งผลให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงเนื่องจากเข้าใจมโนทัศน์ได้อย่างสมบูรณ์ และมีเจตคติที่ดีและเห็นความสำคัญต่อวิชาที่เรียน จึงส่งผลให้มีเจตคติต่อวิชาเคมีสูงกว่าก่อนเรียน และมีผู้เรียนร้อยละ 14.17 มีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์สูง ส่งผลให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นด้วย แต่มีเจตคติต่อวิชาเคมีต่ำ แสดงให้เห็นว่าผู้เรียนสามารถเรียนรู้มโนทัศน์ มีผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ที่ดี แต่มีเจตคติต่อเนื้อหาเรื่องที่เรียนไม่ดี ในชั้นใช้ความรู้ที่เรียนมาของแผนการจัดการเรียนรู้ ครูจะต้องสอดแทรกกิจกรรมให้นักเรียนตระหนักถึงความสำคัญของการใช้พลังงานเชื้อเพลิงที่มีอยู่อย่างจำกัด ความสำคัญของการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นของตน ให้นักเรียนเห็นคุณค่าและความสำคัญของเนื้อหาที่เรียน นักเรียนจึงจะมีเจตคติที่ดีต่อวิชาที่เรียนควบคู่กันไปด้วย ในทางตรงกันข้ามมีผู้เรียนร้อยละ 5.88 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ต่ำ แต่กลับมีเจตคติต่อวิชาเคมีสูงขึ้น เนื่องจาก นักเรียนมีจิตสำนึกในการช่วยลดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นของตนเอง และในชั้นแสวงหาคำตอบมีกิจกรรมที่หลากหลายให้ผู้เรียนได้ทำการทดลอง แสดงบทบาทสมมติ และใช้เทคโนโลยีสารสนเทศสืบเสาะหาความรู้ในการทำกิจกรรม ผู้เรียนจึงมีความกระตือรือร้นที่จะค้นคว้าหาความรู้จากเครือข่ายอินเตอร์เน็ตมาก เพราะสื่อสารสนเทศมีสีสัน และภาพประกอบที่ดึงดูดความสนใจ ทำให้ผู้เรียนมีความสุขในการเรียน ซึ่งในชั้นตรวจสอบความเข้าใจครูผู้สอนจะต้องสอดแทรกกิจกรรมให้ผู้เรียนในกลุ่มที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ต่ำไปสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติม สรุปเนื้อหาตามความเข้าใจของตนเอง แล้วนำมาสร้างเป็นผังมโนทัศน์และอภิปรายสรุปในแต่ละประเด็น เพื่อให้ นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และเจตคติที่ดีควบคู่กันไปด้วย

## ข้อเสนอแนะ

### ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลวิจัยไปใช้

1. ครูผู้สอนควรศึกษาการจัดการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึมให้เข้าใจ เพื่อให้การจัดการเรียนการสอนเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ
2. การจัดการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึมใช้ระยะเวลาในการจัดกิจกรรมค่อนข้างมาก ควรเตรียมความพร้อมและกำหนดระยะเวลาให้เหมาะสม
3. ควรแนะนำนักเรียนให้เข้าใจในขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อให้สามารถปฏิบัติได้ถูกต้อง เข้าใจในบทบาทหน้าที่ของตน และไม่เกิดปัญหาระหว่างการจัดกิจกรรม ตลอดจนชี้ให้เห็นถึงประโยชน์ของการให้ความร่วมมือเพื่อสร้างบรรยากาศในการเรียนการสอน

### ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยต่อไป

1. เนื่องจากการจัดกิจกรรม การเรียนรู้โดยใช้ทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม ช่วยให้ผู้เรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง ได้ศึกษาหาความรู้ด้วยตนเอง มีทักษะการทำงานร่วมกัน ส่งผลให้เกิดความเข้าใจในเนื้อหาที่เข้าใจยาก สามารถสร้างมโนทัศน์ตามความเข้าใจของตนเอง และมีเจตคติต่อวิชาเคมีเพิ่มมากขึ้น ดังนั้น ควรมีการวิจัยโดยใช้ทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึมในรายวิชาวิทยาศาสตร์ในสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ต่าง ๆ เช่น ฟิสิกส์ ชีววิทยา ดาราศาสตร์
2. ควรมีการศึกษาวิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้ทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึมในตัวแปรอื่น ๆ เช่น ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการแก้ปัญหา ความคงทนในการเรียนรู้ เพราะเป็นสิ่งจำเป็นในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้กับวิชาอื่น ๆ

## บรรณานุกรม

- กรมการศึกษานอกโรงเรียน. (2538). *การศึกษาตลอดชีวิต การศึกษาของคนไทยในยุคโลกาภิวัตน์*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2552). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์. (2555). *การคิดเชิงวิเคราะห์* (พิมพ์ครั้งที่ 6). กรุงเทพฯ: ชัดเชตสมิเดียม.
- เกษม วัฒนชัย. (2545). *การปฏิรูปการศึกษาไทย*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ดีไซท์.
- กัญญา ลินทร์ตันศิริกุล. (2550). *การประเมินและวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนการสอน*. นนทบุรี: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช.
- กาญจนา กังคะประดิษฐ์. (2547). *การสอนให้เกิดแนวคิด เรื่องพันธะเคมี ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4*. วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาการสอนวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- การศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2551). *สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน*. กรุงเทพฯ.
- คู่มือนักเรียนและผู้ปกครอง. (2557). *คู่มือนักเรียนและผู้ปกครอง ปีการศึกษา 2557 โรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา*. ชลบุรี.
- จันทร์จิรา ภมรศิลปธรรม. (2551). *การพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เรื่องปีโตรเลียมและพอลิเมอร์ ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพด้วยการสอนแบบสืบเสาะความรู้*. วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาการสอนวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- จ่านง พรายเข้มแจ. (2516). *เทคนิคการวัดผลวิชาวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- ชนาธิป พรกุล. (2554). *การสอนกระบวนการคิด ทฤษฎีและการนำไปใช้*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. (2553). *การจัดการเรียนรู้แนวใหม่*. นนทบุรี: สหมิตรพรินติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง.
- ชาติรี เรืองสำราญ. (2544). *ครูรู้ได้อย่างไรว่าเด็กเกิดการเรียนรู้*. กรุงเทพฯ: มูลนิธิสดศรีสฤษดิ์วงศ์.
- ไชยยศ เรืองสุวรรณ. (2533). *เทคโนโลยีการศึกษา ทฤษฎีและการวิจัย*. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.

- ดรุณี วิศิษฎ์วงศ์. (2550). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง สารและสมบัติของสาร ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์และการจัดการเรียนรู้ตามปกติ. วิทยานิพนธ์ ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, คณะครุศาสตร์, มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์.
- ทองจันทร์ หงส์ดาราภรณ์. (2547). การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลักรูปแบบการเรียนรู้โดยผู้เรียน เป็นศูนย์กลาง. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์บู๊คเน็ต.
- ทิพสุคนธ์ ไชยราช. (2545). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องกลไกมนุษย์ ระหว่าง การสอนตามแนวคอนสตรัคติวิซึ่มของ Underhill กับการสอนตามปกติ. ขอนแก่น: วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ทิสนา เขมมณี. (2547). ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มี ประสิทธิภาพ. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ทิสนา เขมมณี. (2552). ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มี ประสิทธิภาพ. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ทิสนา เขมมณี. (2553). ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มี ประสิทธิภาพ (พิมพ์ครั้งที่ 13). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ทิสนา เขมมณี. (2554). ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มี ประสิทธิภาพ. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นลินี ทีหอลำ. (2541). ผลของการเรียนแบบร่วมมือที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง โจทย์ ปัญหา และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาเอกการประถมศึกษา, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัย ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- นฤมล ยุตาคม. (2541). แนวปฏิรูปกระบวนการเรียนรู้: การให้ผู้เรียน ได้ปฏิบัติจริง. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- นัฐกานต์ นามนิมิตรานนท์. (2557). การประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เพื่อพัฒนามโนทัศน์ การคิดวิเคราะห์ และการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ ในวิชาเคมี พื้นฐาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชา การสอนวิทยาศาสตร์, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.

- นิภาภรณ์ พรรณศรี. (2546). ผลการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง พลังงานและสารเคมีเมื่อใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตาม โมเดลการเรียนรู้แบบคอนกรีตวิเศษ. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- บุญเสริม ฤทธาภิรมย์. (2523). การเรียนรู้แบบสร้างความคิดรวบยอด. *วารสารประชาศึกษา*, 3, 6-17.
- บุปผชาติ ทัพพิกรณ์. (2545). เทคโนโลยีสารสนเทศทางวิทยาศาสตร์ศึกษา. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ประมวล สิริพันธ์แก้ว. (2541). การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลางการเรียนรู้. *วารสาร สสวท*, 26, 8-10.
- ประอรพรรณ บานนกแขวก. (2554). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบแบ่งกลุ่มสัมฤทธิ์ (STAD) และการจัดการเรียนรู้แบบเอสเอสซีเอส (SSCS). วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาการจัดการการเรียนรู้, มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา.
- ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์. (2548). *จิตวิทยาการศึกษา*. กรุงเทพฯ: ศูนย์สื่อเสริมการสอน.
- พงศ์พรหม พรเพิ่มพูน. (2558). การแก้ไขโมทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาวิทยาศาสตร์. เข้าถึงได้จาก <http://educa2014.com/wp-content/uploads/2014/11/d16-7.pdf>.
- พรรณี ช. เจนจิต. (2538). *จิตวิทยาการเรียนการสอน*. กรุงเทพฯ: อมรินทร์การพิมพ์.
- พรรณี ชูทัย. (2522). *จิตวิทยาการเรียนการสอน (พิมพ์ครั้งที่ 2)*. กรุงเทพฯ: วรวิทย์การพิมพ์.
- พรหม ผูกดวง. (2542). ผลของการสอนตามแนวคอนกรีตวิเศษที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2540). *วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์*. กรุงเทพฯ: สำนักงานทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2543). *วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์ (พิมพ์ครั้งที่ 7)*. กรุงเทพฯ: สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- พันธ์ ทองชุมนุม. (2547). *การสอนวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษา*. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.

- พุทธชาติ ทองแถม. (2551). “ภาวะโลกร้อน” มหันตภัยใกล้ตัวมนุษย์. กรุงเทพฯ: สำนักงานเลขาธิการสภาผู้แทนราษฎร.
- พิชิต ฤทธิจรูญ. (2545). *หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: เฮ้าส์ ออฟ เคอร์รี่มีส์.
- พิมพ์พันธ์ เฉชะคุปต์. (2544). *การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ: แนวคิดวิธีและเทคนิคการสอน*. กรุงเทพฯ: เดอะมาสเตอร์กรุ๊ปแมนเนจเม้นท์.
- เพชรรัตน์ ขาวล่อ. (2534). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างการเรียนแบบศูนย์การเรียนกับการเรียนตามปกติ สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น จังหวัดนครราชสีมา*. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ไพรัช รัชชพงษ์. (2541). *การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานสารสนเทศแห่งชาติเพื่อการศึกษา*. กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ.
- ภพ เลหาไพบูลย์. (2537). *การสอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษา*. เชียงใหม่: เชียงใหม่คอมเมอร์เชียล.
- ภพ เลหาไพบูลย์. (2542). *แนวการสอนวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: วัฒนาพานิช.
- ภัทรา นิคมานนท์. (2538). *การประเมินการเรียน*. กรุงเทพฯ: อักษรพัฒนา.
- มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช. (2540). *การพัฒนาแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน*. นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช.
- มังกร ทองสุคดี. (2522). *การวางแผนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: บัณฑิตการพิมพ์.
- มิตแสงธิรา เจริญนาน. (2555). *การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องเชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ในรายวิชา ว40226 โดยใช้ผังมโนทัศน์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/3*. เข้าถึงได้จาก [swis.act.ac.th/html\\_edu/act/temp\\_emp\\_research/726.pdf](http://swis.act.ac.th/html_edu/act/temp_emp_research/726.pdf)
- รัตนภรณ์ ริยะป่า. (2550). *การศึกษาเจตคติต่อการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนเทศบาลจามเทวีที่มีระดับผลการเรียนต่างกัน*. โรงเรียนเทศบาลจามเทวีสังกัดกองการศึกษา เทศบาลเมืองลำพูน.
- ราชบัณฑิตยสถาน. (2555). *พจนานุกรมศัพท์ศึกษาศาสตร์ ฉบับราชบัณฑิตยสถาน*. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2536). *เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา*. กรุงเทพฯ: ภาควิชาวัดผลและวิจัยทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.



- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2538). *เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2539). *เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้*. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2543). *เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2543). *การวัดด้านจิตพิสัย*. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- วรรณทิพา รอดแรงคำ. (2540). *Constructivism*. กรุงเทพฯ: ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- วรรณทิพา รอดแรงคำ. (2540). *เอกสารประกอบคำบรรยาย เรื่อง การเรียนรู้มนต์ ในการประชุมเชิงปฏิบัติการ โครงการเตรียมความพร้อมสู่การประกันคุณภาพทางการศึกษา*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- วรรณทิพา รอดแรงคำ. (2532). งานวิจัยทางวิทยาศาสตร์ศึกษาในช่วง 14 ปีที่ผ่านมา (พ.ศ. 2519-2532). *วารสารศึกษาศาสตร์ปริทัศน์ฉบับพิเศษ*, 6, 91-180.
- วรรณทิพา รอดแรงคำ. (2541). *ทฤษฎีการสร้างความรู้กับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์*. สาระการศึกษ. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- วรางคณา พัดคำ. (2543). *เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องปัจจัยที่มีผลต่อการงอกของเมล็ด ระหว่างการสอนตามแนวทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้กับวิธีสอนปกติ*. วิทยานิพนธ์ ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต, สาขาวิชาครุศาสตร์เกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- วีระเดช เกิดบ้านตะเคียน. (2546). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เจตคติต่อการเรียนและความคงทนในการจำของนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ที่มีระดับผลการเรียนต่างกัน จากการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ มัลติมีเดีย รูปแบบต่างกันกับการสอนตามคู่มือครู*. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต, สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- วารินทร์ สายโอบเอื้อ และสุนีย์ ชีรดากร. (2522). *จิตวิทยาการศึกษา*. กรุงเทพฯ: วิทยาลัยครูพระนคร.

- วิชัย ลิขิตพรักษ์. (2556). การศึกษาเปรียบเทียบเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โปรแกรมการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556 โรงเรียนศิลาจารพิพัฒน์ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 1 กรุงเทพมหานคร. โรงเรียนศิลาจารพิพัฒน์.
- วินัสนีย์ มณีทิพย์. (2549). ผลของการเรียนแบบร่วมมือที่มีต่อความสามารถในการนำ ความรู้ วิชาวิทยาศาสตร์ ไปใช้ในชีวิตประจำวันและผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- วัฒนาพร ระงับทุกข์. (2542). การสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง (พิมพ์ครั้งที่2). กรุงเทพฯ: แอล ที เพรส.
- วิชัย วงษ์ใหญ่. (2522). การเรียนการสอนความคิดรวบยอดและหลักการ. วารสารวิจัยทางการศึกษา, 3, 18-32.
- วิไลวรรณ แสนพาน. (2553). สาระการเรียนรู้และการออกแบบกระบวนการจัดการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- วีระยุทธ คุณารักษ์. (2543). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีระหว่างการเรียนแบบร่วมมือกับการสอนตามคู่มือครูของสสวท. ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- วิชาญ เลิศลพ. (2543). การเปรียบเทียบผลการเรียนรู้โดยวิธีจัดการเรียน การสอนตามแนวรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ สสวท. และรูปแบบการผสมผสานระหว่างวัฏจักรการเรียนรู้ กับ สสวท. ดุษฎีนิพนธ์ศึกษาศาสตรดุษฎีบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ศศิธร ศรีวิเชียร. (2539). ปัจจัยบางประการที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนในโครงการขยายโอกาสทางการศึกษาขั้นฐาน สังกัดสำนักงานการประมุขจังหวัดเพชรบูรณ์. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาบริหารและพัฒนาศึกษา, มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- ศิริพงษ์ เสาภายน. (2546). การวิจัยทางการศึกษา. กรุงเทพฯ: บริษัท บู้คพอยท์ จำกัด.

สังกัด อุทรานันท์. (2529). *การจัดการเรียนการสอนอย่างเป็นระบบ* (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ:

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ. (2557). เข้าถึงได้จาก <http://www.niets.or.th>.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2532). *เอกสารวิธีสอนเรื่องการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2541). *คอมพิวเตอร์ช่วยสอน*. เอกสารอบรมวิทยากรแกนนำวิชาวิทยาศาสตร์ ปีงบประมาณ 2541. กรุงเทพฯ.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). (2546). *การจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มวิทยาศาสตร์หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546). *การจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มวิทยาศาสตร์ หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน*. กรุงเทพฯ: องค์การคุรุสภา.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2550). *ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). *การวัดผลประเมินผลวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: บริษัท ซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด(มหาชน).

สมนึก กัททิชณี. (2549). *การวัดผลการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 5). กทม: การประสานการพิมพ์.

สมโภชน์ อเนกสุข. (2553). *วิธีการทางสถิติสำหรับการวิจัย* (พิมพ์ครั้งที่ 4). ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา.

สมโภชน์ อเนกสุข. (2554). *วิธีการทางสถิติสำหรับการวิจัย*. ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา.

สมรวดี พักผลงาม. (2546). *เคมีพื้นฐาน* (พิมพ์ครั้งที่ 12). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง

สมสุข ชีระพิจิตร. (2545). “หน่วยที่ 8 การสอนวิทยาศาสตร์” ใน *ประมวลสาระชุดวิชาสารัตถะและวิทยวิธีทางวิทยาศาสตร์*. นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

สุกัญญา กตัญญู. (2542). *ผลของการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวคอนสตรัคติวิซึ่มที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5*. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาประถมศึกษา, คณะครุศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุคนธ์ สิ้นพานนท์ ฟองจันทร์ สุขยิ่ง จินตนา วีรเกียรติสุนทร และพิวัสธา นภารัตน์. (2554).

วิธีการสอนตามแนวปฏิรูปการศึกษา เพื่อพัฒนาคุณภาพของเยาวชน. กรุงเทพฯ: 9119  
เทคนิคพรินต์ติ้ง.

สุจินต์ เลียงจรรยารัตน์. (2543). ผลการใช้กระบวนการเรียนแบบคอนสตรัคติวิซึมและการใช้แฟ้ม

ผลงานในการสอนหัวข้อเรื่อง พลังงานกับชีวิต และเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้าน ระดับชั้น

มัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. คุยฎินิพนธ์

ศึกษาศาสตรคุยฎิบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สุมาลี กาญจนชาติตรี. (2543). การพัฒนากระบวนการเรียนการสอนที่ส่งเสริมลักษณะของนักเรียน

ระดับประถมศึกษาในการสร้างความรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม. คุยฎินิพนธ์

ครุศาสตรคุยฎิบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุมาลี ชัยเจริญ, สราวุธ จักเป็ง, อิศรา ก้านจักร และนารี ชันแก้ว. (2551). ความสัมพันธ์ระหว่าง

แนวโน้มนที่มีต่อการรับรู้ล่วงหน้า (Preconception) กับความพยายาม (Mental effort) ที่ใช้

ในขณะที่เรียนจากสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้บนเครือข่ายตามแนวคอนสตรัคติวิสต์

(Constructivism). วารสารเทคโนโลยีการศึกษา, 3(1), 34-50.

สุวัฒน์ นิยมคำ. (2531). ทฤษฎีและทางปฏิบัติในการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้.

กรุงเทพฯ: เจเนอรัลบุ๊คส์เซ็นเตอร์.

สุวิทย์ มูลคำ. (2547). กลยุทธ์การสอนคิดอย่างมีวิจารณญาณ (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ:

ห้างหุ้นส่วนจำกัดภาพพิมพ์.

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ. (2545). 21 วิธีจัดการเรียนรู้: เพื่อการพัฒนากระบวนการคิด.

กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ภาพพิมพ์.

สุวิทย์ หิรัญยกานต์, สิริวรรณ เมธีวิวัฒน์ และ ชรินทร์ ชัยอินทிரากรณ์. (2540). พจนานุกรมศัพท์

การศึกษา. กรุงเทพฯ: ไอคิวบุ๊คเซ็นเตอร์.

แสงทอง คงมา. (2554). การพัฒนาชุดการสอนแบบร่วมมือ เรื่อง บทประยุกต์ กลุ่มสาระการเรียนรู้

คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. โรงเรียนเทศบาลวัดโลกสะท้อน.

สุวัฒน์ นิยมคำ. (2531). ทฤษฎีและทางปฏิบัติในการสอนวิทยาศาสตร์ แบบสืบเสาะหาความรู้

เล่ม 2. กรุงเทพฯ: เจเนอรัลบุ๊คส์เซ็นเตอร์.

โสภาพรรณ แสงศัพท์, ถัดดาวรรณ เจริญศักดิ์ศิริ และนภาพร บรรพพงศ์. (2525). การศึกษา

มโนภาพที่คลาดเคลื่อนทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โปรแกรม

วิทยาศาสตร์และนักศึกษามหาวิทยาลัยครู. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ สำนักงานรัฐมนตรี. (2542). พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545.
- องอาจ นัยวัฒน์. (2548). *วิธีวิทยาการวิจัยเชิงปริมาณและคุณภาพทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- อมรรัตน์ แก้วอ่อนเรือน. (2552). *การพัฒนาบทเรียนบนเว็บที่จัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปัญหาสิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6*. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อการศึกษา, มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา.
- อรนุช ศรีสะอาด. (2546). *วิธีการทางสถิติสำหรับการวิจัย*. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- อาภรณ์ ใจเที่ยง. (2550). *หลักการสอน* (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- Andrew, S. (1995). *The effects of a constructivist learning environment on student cognition of mechanics and attitude toward science: a Case Study (Attitude Toward Science)*. Ph.D. Dissertation, The University of North Carolina at Greensboro.
- De Cecco, J. P. and W. R. Crawford. (1974). *The psychology of learning and instruction: educational psychology* (2<sup>nd</sup> ed.). Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall.
- Driver, R. and Bell. (1986). Students thinking and the learning of science; A constructivist view. *School Science Review*, 67(240), 443-456.
- Eggen, P. D.& Kauchak, D. P. (2001). *Strategies for teacher: Teaching Content and Thinking Skill* (4<sup>th</sup> ed). Needham, Heights: A Peason Education.
- Hanley, S. (1999). "On Constructivism." Constructivism. Available : <http://www.inform.Umd.edu/UMS+State/UMD-Projects/MCTP/Essaya/Constructivism.txt>. November 23, 2015.
- Hewson, P. W., & Hewson, M. G. A'B. (1988). An appropriate conception of teaching science: A view from studies of science learning. *Science Education*, 72(5), 597-614.
- Jonassen, D. H. (1992). *Evaluating constructivist learning*. In T.M. Duffy (Ed.), *Constructivism and the technology of instruction*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- Kagan, S. (1994). *Cooperative leaning*. San Juan Capistrano: Resources for Teach.

- Krendl, K. A. (1986). Media Influence on learning: Examining the Role of Preconceptions. *Educational Communication and Technology, 34*, 223-234
- Lord, T., H. Travis, B. Magill and L. King. (2002). Comparing Student-centered instruction in college biology labs. Available Source: <http://k12sPhast.umass.edu/steemtec/pathways/Preceedings/Lord-p.doc>, November 23, 2015.
- Lorsbach, A. and K. Tobin. (2003). Constructivism as a referent for science teaching". Institute for inquiry. Available Source: <http://www.exploratorium.edu/IFI/resources/research/constructivism.html>, April 22, 2015.
- Osborne, R. J. and M. M. Cosgrove. (1983). Children's Conception of Changes of State of Water. *Journal of Research in Science Teaching, 20*, 825-838.
- West, L. H., P. J. Fensham and J. E. Garrard. 1985. *Cognitive structure and conceptual change*. Orlando Florida: Academic Press.

ภาคผนวก

**ภาคผนวก ก**

- รายนามผู้เชี่ยวชาญ
- หนังสือขอความอนุเคราะห์



### รายนามผู้เชี่ยวชาญ

วิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จได้ด้วยการรับความอนุเคราะห์จากผู้เชี่ยวชาญที่ได้กรุณาให้คำแนะนำ พิจารณาตรวจสอบความถูกต้องและแก้ไขเพิ่มเติม ด้านหลักสูตรและการสอน ด้านการสอนวิทยาศาสตร์ ด้านการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม และด้านการวัดประเมินผล เพื่อประเมินค่าความเหมาะสม องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหา กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ การวัดและประเมินผลของแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์และผลิตภัณฑ์

1. ดร.สมพงษ์ ปั่นหุ่น                      ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาประยุกต์ มหาวิทยาลัยบูรพา  
อ.เมือง จ.ชลบุรี  
ความเชี่ยวชาญด้านการวัดประเมินผล
2. ดร.สมศิริ สิงห์ลพ                      ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์  
โรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา  
อ.เมือง จ.ชลบุรี  
ความเชี่ยวชาญด้านการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม
3. อาจารย์พูนศักดิ์ พิมพา              ครูชำนาญการ หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์  
โรงเรียนชลกันยานุกูล อ.เมือง จ.ชลบุรี  
ความเชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน
4. อาจารย์สุภาพ แป้นดี                    ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ วิชาเคมี  
โรงเรียนชลกันยานุกูล อ.เมือง จ.ชลบุรี  
ความเชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์
5. อาจารย์พรจันทร์ สัจการ              หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ วิชาเคมี  
โรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา  
อ.เมือง จ.ชลบุรี  
ความเชี่ยวชาญด้านด้านการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม



28 - 11

## บันทึกข้อความ

ส่วนงาน คณะศึกษาศาสตร์ ภาควิชาการจัดการเรียนรู้ โทร ๒๐๒๙, ๒๐๖๙  
 ที่ ศธ ๖๖๒๑/ว. ๓๕๖๕ วันที่ ๒๐ ตุลาคม พ.ศ. ๒๕๕๘  
 เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือในการทำวิจัย  
 เรียน ดร.สมพงษ์ ปั้นหุ่น

ด้วยนางสาวประภัสสร สารธนะ นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรการศึกษา  
 มหาลัยบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์  
 เรื่อง “การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิชาเคมี เรื่องเชื้อเพลิง  
 ซากดึกดำบรรพ์และผลิตภัณฑ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖ ด้วยการจัดการเรียนการสอนตามแนว  
 ทฤษฎีคอนสตรัคติวิซิม” โดยอยู่ในความควบคุมดูแลของ ดร.ภัทรภร ชัยประเสริฐ ประธานกรรมการ  
 ขณะนี้อยู่ในขั้นตอนการสร้างเครื่องมือเพื่อการวิจัย ในการนี้คณะศึกษาศาสตร์ ได้พิจารณาแล้วเห็นว่า  
 ท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านในการตรวจสอบความ  
 เที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัยของนิสิตในครั้งนี

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา หวังเป็นอย่างยิ่ง  
 ว่าคงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เชษฐ ศิริสวัสดิ์)  
 รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา ปฏิบัติการแทน  
 คณบดีคณะศึกษาศาสตร์



๑๙-๖๒

## บันทึกข้อความ

ส่วนงาน คณะศึกษาศาสตร์ ภาควิชาการจัดการเรียนรู้ โทร ๒๐๒๙, ๒๐๖๙  
 ที่ ศธ ๖๖๒๑/ว. ๓๕๔๕ วันที่ ๓๐ ตุลาคม พ.ศ. ๒๕๕๘  
 เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือในการทำวิจัย

เรียน ดร.สมศิริ สิงห์หลพ

ด้วยนางสาวประภัสสร สารธนะ นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรการศึกษา  
 มหามบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์  
 เรื่อง “การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิชาเคมี เรื่องเชื้อเพลิง  
 ชากดักดำบรรพ์และผลิตภัณฑ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖ ด้วยการจัดการเรียนการสอนตามแนว  
 ทฤษฎีคอนสตรัคติวิซิม” โดยอยู่ในความควบคุมดูแลของ ดร.ภัทธร ชัยประเสริฐ ประธานกรรมการ  
 ขณะนี้อยู่ในขั้นตอนการสร้างเครื่องมือเพื่อการวิจัย ในการนี้คณะศึกษาศาสตร์ ได้พิจารณาแล้วเห็นว่า  
 ท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านในการตรวจสอบความ  
 เที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัยของนิสิตในครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา หวังเป็นอย่างยิ่ง  
 ว่าคงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เชษฐ ศิริสวัสดิ์)  
 รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา ปฏิบัติการแทน  
 คณบดีคณะศึกษาศาสตร์



ที่ ศธ ๖๖๒๑/ว. ๕๐๐ พ

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา  
๑๖๙ ถ.ลงหาดบางแสน ต.แสนสุข  
อ.เมือง จ.ชลบุรี ๒๐๑๓๑

๕๐ ตุลาคม ๒๕๕๘

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัย

เรียน อาจารย์พูนศักดิ์ พิมพา

สิ่งที่ส่งมาด้วย เค้าโครงยอวิทยานิพนธ์ และเครื่องมือเพื่อการวิจัย จำนวน ๑ ชุด

ด้วยนางสาวประภัสสร สารธนะ นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรการศึกษา  
มหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์  
เรื่อง “การศึกษามลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิชาเคมี เรื่องเชื้อเพลิง  
ซากดึกดำบรรพ์และผลิตภัณฑ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖ ด้วยการจัดการเรียนการสอนตามแนว  
ทฤษฎีคอนสตรัคติวิซิม” โดยอยู่ในความควบคุมดูแลของ ดร.ภัทรกร ชัยประเสริฐ ประธานกรรมการ  
ขณะนี้อยู่ในขั้นตอนการสร้างเครื่องมือเพื่อการวิจัย ในกรณีนี้คณะศึกษาศาสตร์ ได้พิจารณาแล้วเห็นว่า  
ท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านในการตรวจสอบความ  
เที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัยของนิสิตในครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา หวังเป็นอย่างยิ่ง  
ว่าคงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

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

ภาควิชาการจัดการเรียนรู้

โทรศัพท์ ๐-๓๘๓๙-๓๔๘๖, ๐-๓๘๑๐-๒๐๖๙

โทรสาร ๐-๓๘๓๙-๓๔๘๕

ผู้วิจัย ๐๘๕-๓๙๗๗๒๘๕



ที่ ศธ ๖๖๒๑/ว. ๒๐๐๗

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา  
๑๖๙ ถ.ลงหาดบางแสน ต.แสนสุข  
อ.เมือง จ.ชลบุรี ๒๐๑๓๑

๒๐ ตุลาคม ๒๕๕๘

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัย

เรียน อาจารย์สุภาพ แป้นดี

สิ่งที่ส่งมาด้วย คำโครงการวิทยานิพนธ์ และเครื่องมือเพื่อการวิจัย จำนวน ๑ ชุด

ด้วยนางสาวประภัสสร สารระชนะ นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรการศึกษา  
มหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์  
เรื่อง “การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิชาเคมี เรื่องเชื้อเพลิง  
ซากดึกดำบรรพ์และผลิตภัณฑ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖ ด้วยการจัดการเรียนการสอนตามแนว  
ทฤษฎีคอนสตรัคติวิซิม” โดยอยู่ในความควบคุมดูแลของ ดร.ภัทรภร ชัยประเสริฐ ประธานกรรมการ  
ขณะนี้อยู่ในขั้นตอนการสร้างเครื่องมือเพื่อการวิจัย ในการนี้คณะศึกษาศาสตร์ ได้พิจารณาแล้วเห็นว่า  
ท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านในการตรวจสอบความ  
เที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัยของนิสิตในครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา หวังเป็นอย่างยิ่ง  
ว่าคงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

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

ภาควิชาการจัดการเรียนรู้

โทรศัพท์ ๐-๓๘๓๙-๓๔๘๖, ๐-๓๘๑๐-๒๐๖๙

โทรสาร ๐-๓๘๓๙-๓๔๘๕

ผู้วิจัย ๐๘๕-๓๙๗๗๒๘๕



๗๘-๑๗

## บันทึกข้อความ

ส่วนงาน คณะศึกษาศาสตร์ ภาควิชาการจัดการเรียนรู้ โทร ๒๐๒๙, ๒๐๖๙  
 ที่ ศธ ๖๖๒๑/ว. ๓๔๔๕ วันที่ ๓๐ ตุลาคม พ.ศ. ๒๕๕๘  
 เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือในการทำวิจัย  
 เรียน อาจารย์พรจันทร์ สักการ

ด้วยนางสาวประภัสสร สารธนะ นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรการศึกษา  
 มหามบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์  
 เรื่อง “การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิชาเคมี เรื่องเชื้อเพลิง  
 ชากดักดำบรรพ์และผลิตภัณฑ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖ ด้วยการจัดการเรียนการสอนตามแนว  
 ทฤษฎีคอนสตรัคติวิซิม” โดยอยู่ในความควบคุมดูแลของ ดร.ภัทธร ชัยประเสริฐ ประธานกรรมการ  
 ขณะนี้อยู่ในขั้นตอนการสร้างเครื่องมือเพื่อการวิจัย ในกรณีนี้คณะศึกษาศาสตร์ ได้พิจารณาแล้วเห็นว่า  
 ท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านในการตรวจสอบความ  
 เที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัยของนิสิตในครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา หวังเป็นอย่างยิ่ง  
 ว่าคงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เชษฐ ศิริสวัสดิ์)  
 รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา ปฏิบัติการแทน  
 คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

### ภาคผนวก ข

- ค่าความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม เรื่อง เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์และผลิตภัณฑ์

- ค่าดัชนีความสอดคล้อง (*IOC*) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแต่ละข้อกับจุดประสงค์การเรียนรู้

- ผลการวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนก (*D*) และค่าความยากง่าย (*P*) และค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องเชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์และผลิตภัณฑ์

- ค่าดัชนีความสอดคล้อง (*IOC*) ของแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์แต่ละข้อกับจุดประสงค์การเรียนรู้

- ผลการวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนก (*D*) และค่าความยากง่าย (*P*) และค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับของแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์และผลิตภัณฑ์

- ค่าดัชนีความสอดคล้อง (*IOC*) ของแบบทดสอบวัดเจตคติต่อวิชาเคมี

- ผลการวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนก (*D*) และค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับของแบบทดสอบวัดเจตคติต่อวิชาเคมี

- คะแนนจากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

- ผลการคำนวณหาค่า *t-test* โดยใช้โปรแกรม SPSS for Windows

ตารางที่ ข-1 ค่าความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม เรื่อง  
เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์และผลิตภัณฑ์

แผนการจัดการเรียนรู้	ผู้เชี่ยวชาญ					ค่าความ เหมาะสม	SD	การประเมิน ความเหมาะสม
	1	2	3	4	5			
<b>1. แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1</b>								
1.1 มาตรฐานการเรียนรู้	5	5	4	5	5	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
1.2 ตัวชี้วัด	4	5	4	5	5	4.60	0.55	เหมาะสมมากที่สุด
1.3 สาระสำคัญ	3	4	4	4	4	3.80	0.45	เหมาะสมมาก
1.4 จุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	4	5	4	4.60	0.55	เหมาะสมมากที่สุด
1.5 สาระการเรียนรู้	3	4	4	4	4	3.80	0.45	เหมาะสมมาก
1.6 สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน	4	3	4	4	4	3.80	0.45	เหมาะสมมาก
1.7 คุณลักษณะอันพึงประสงค์	4	5	4	4	5	4.40	0.55	เหมาะสมมาก
<b>1.8 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้</b>								
1.8.1 ขึ้นเกิดความขัดแย้งทาง ปัญหา	4	4	4	4	3	3.80	0.45	เหมาะสมมาก
1.8.2 ขึ้นแสวงหาคำตอบ	4	4	4	4	4	4.00	0.00	เหมาะสมมาก
1.8.3 ขึ้นตรวจสอบความ เข้าใจ	4	4	4	4	4	4.00	0.00	เหมาะสมมาก
1.8.4 ขึ้นใช้ความรู้ที่เรียนมา	4	4	4	4	4	4.00	0.00	เหมาะสมมาก
1.9 สื่อและแหล่งการเรียนรู้	4	5	3	4	4	4.00	0.71	เหมาะสมมาก
1.10 การวัดและประเมินผล	3	4	4	4	4	3.80	0.45	เหมาะสมมาก
<b>2. แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2</b>								
2.1 มาตรฐานการเรียนรู้	5	5	4	5	5	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
2.2 ตัวชี้วัด	4	5	4	4	5	4.40	0.55	เหมาะสมมาก
2.3 สาระสำคัญ	3	4	4	5	4	4.00	0.71	เหมาะสมมาก
2.4 จุดประสงค์การเรียนรู้	3	5	4	4	5	4.20	0.84	เหมาะสมมาก
2.5 สาระการเรียนรู้	3	4	4	4	4	3.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
2.6 สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน	4	4	3	4	5	4.00	0.71	เหมาะสมมาก
2.7 คุณลักษณะอันพึงประสงค์	4	4	3	5	5	4.20	0.84	เหมาะสมมาก



ตารางที่ ข-1 (ต่อ)

แผนการจัดการเรียนรู้	ผู้เชี่ยวชาญ					ค่าความ เหมาะสม	SD	การประเมิน ความเหมาะสม
	1	2	3	4	5			
2.8 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้								
2.8.1 ชั้นเกิดความขัดแย้งทาง ปัญหา	3	3	4	4	4	3.60	0.55	เหมาะสมมาก
2.8.2 ชั้นแสวงหาคำตอบ	3	4	4	4	4	3.80	0.45	เหมาะสมมาก
2.8.3 ชั้นตรวจสอบความ เข้าใจ	3	4	4	4	4	3.80	0.45	เหมาะสมมาก
2.8.4 ชั้นใช้ความรู้ที่เรียนมา	4	4	4	4	4	4.00	0.00	เหมาะสมมาก
2.9 สื่อและแหล่งการเรียนรู้	4	5	4	5	4	4.40	0.55	เหมาะสมมาก
2.10 การวัดและประเมินผล	3	4	4	5	5	4.20	0.84	เหมาะสมมาก
3. แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3								
3.1 มาตรฐานการเรียนรู้	5	5	4	5	5	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
3.2 ตัวชี้วัด	3	5	4	4	4	4.00	0.71	เหมาะสมมาก
3.3 สารสำคัญ	4	4	4	5	4	4.20	0.45	เหมาะสมมาก
3.4 จุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	4	4	5	4.60	0.55	เหมาะสมมากที่สุด
3.5 สารการเรียนรู้	4	4	4	4	4	4.00	0.00	เหมาะสมมาก
3.6 สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน	4	4	3	4	5	4.00	0.71	เหมาะสมมาก
3.7 คุณลักษณะอันพึงประสงค์	4	5	4	4	5	4.40	0.55	เหมาะสมมาก
3.8 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้								
3.8.1 ชั้นเกิดความขัดแย้งทาง ปัญหา	3	4	4	4	4	3.80	0.45	เหมาะสมมาก
3.8.2 ชั้นแสวงหาคำตอบ	3	4	4	4	4	3.80	0.45	เหมาะสมมาก
3.8.3 ชั้นตรวจสอบความ เข้าใจ	3	4	4	3	4	3.60	0.55	เหมาะสมมาก
3.8.4 ชั้นใช้ความรู้ที่เรียนมา	3	4	4	4	4	3.80	0.45	เหมาะสมมาก
3.9 สื่อและแหล่งการเรียนรู้	4	5	3	4	4	4.00	0.71	เหมาะสมมาก
3.10 การวัดและประเมินผล	4	4	4	4	5	4.20	0.45	เหมาะสมมาก

ตารางที่ ข-1 (ต่อ)

แผนการจัดการเรียนรู้	ผู้เชี่ยวชาญ					ค่าความ เหมาะสม	SD	การประเมิน ความเหมาะสม
	1	2	3	4	5			
<b>4. แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4</b>								
4.1 มาตรฐานการเรียนรู้	5	5	4	5	5	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
4.2 ตัวชี้วัด	3	5	4	4	5	4.20	0.84	เหมาะสมมาก
4.3 สาระสำคัญ	3	4	4	4	4	3.80	0.45	เหมาะสมมาก
4.4 จุดประสงค์การเรียนรู้	4	5	4	4	5	4.40	0.55	เหมาะสมมาก
4.5 สาระการเรียนรู้	3	4	4	3	4	3.60	0.55	เหมาะสมมาก
4.6 สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน	4	4	4	4	5	4.20	0.45	เหมาะสมมาก
4.7 คุณลักษณะอันพึงประสงค์	4	4	4	4	5	4.20	0.45	เหมาะสมมาก
<b>4.8 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้</b>								
<b>4.8.1 ชั้นเกิดความขัดแย้งทาง ปัญหา</b>								
4.8.1 ชั้นเกิดความขัดแย้งทาง ปัญหา	3	4	4	3	4	3.60	0.55	เหมาะสมมาก
<b>4.8.2 ชั้นแสวงหาคำตอบ</b>								
4.8.2 ชั้นแสวงหาคำตอบ	3	4	4	4	4	3.80	0.45	เหมาะสมมาก
<b>4.8.3 ชั้นตรวจสอบความ เข้าใจ</b>								
4.8.3 ชั้นตรวจสอบความ เข้าใจ	3	4	4	3	4	3.60	0.55	เหมาะสมมาก
<b>4.8.4 ชั้นใช้ความรู้ที่เรียนมา</b>								
4.8.4 ชั้นใช้ความรู้ที่เรียนมา	3	4	4	4	4	3.80	0.45	เหมาะสมมาก
4.9 สื่อและแหล่งการเรียนรู้	4	5	4	4	4	4.20	0.45	เหมาะสมมาก
4.10 การวัดและประเมินผล	3	5	4	4	4	4.00	0.71	เหมาะสมมาก
<b>5. แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5</b>								
5.1 มาตรฐานการเรียนรู้	5	5	4	5	5	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
5.2 ตัวชี้วัด	4	5	4	4	5	4.40	0.55	เหมาะสมมาก
5.3 สาระสำคัญ	3	4	4	4	4	3.80	0.45	เหมาะสมมาก
5.4 จุดประสงค์การเรียนรู้	4	5	4	4	5	4.40	0.55	เหมาะสมมาก
5.5 สาระการเรียนรู้	3	4	4	3	4	3.60	0.55	เหมาะสมมาก
5.6 สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน	4	4	4	4	5	4.20	0.45	เหมาะสมมาก

ตารางที่ ข-1 (ต่อ)

แผนการจัดการเรียนรู้	ผู้เชี่ยวชาญ					ค่าความ เหมาะสม	SD	การประเมิน ความเหมาะสม
	1	2	3	4	5			
5.7 คุณลักษณะอันพึงประสงค์	4	5	4	4	5	4.40	0.55	เหมาะสมมาก
5.8 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้								
5.8.1 ชั้นเกิดความขัดแย้งทาง ปัญหา	3	4	4	4	4	3.80	0.45	เหมาะสมมาก
5.8.2 ชั้นแสวงหาคำตอบ	3	4	4	3	4	3.60	0.55	เหมาะสมมาก
5.8.3 ชั้นตรวจสอบความ เข้าใจ	3	4	4	4	4	3.80	0.45	เหมาะสมมาก
5.8.4 ชั้นใช้ความรู้ที่เรียนมา	4	4	4	4	4	4.00	0.00	เหมาะสมมาก
5.9 สื่อและแหล่งการเรียนรู้	4	4	4	4	4	4.00	0.00	เหมาะสมมาก
5.10 การวัดและประเมินผล	3	4	4	4	5	4.00	0.71	เหมาะสมมาก

ตารางที่ ข-2 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแต่ละข้อ  
กับจุดประสงค์การเรียนรู้

ข้อ	ผู้เชี่ยวชาญ					ค่า IOC	ข้อ	ผู้เชี่ยวชาญ					ค่า IOC
	1	2	3	4	5			1	2	3	4	5	
1	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	31	+1	+1	+1	+1	+1	1.0
2	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	32	+1	+1	+1	+1	-1	0.6
3	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	33	+1	+1	+1	+1	+1	1.0
4	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	34	+1	+1	+1	+1	+1	1.0
5	+1	+1	+1	0	+1	0.8	35	+1	+1	+1	+1	+1	1.0
6	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	36	+1	+1	+1	+1	-1	0.6
7	+1	+1	+1	0	+1	0.8	37	+1	+1	+1	+1	+1	1.0
8	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	38	+1	+1	+1	+1	+1	1.0
9	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	39	+1	+1	+1	+1	+1	1.0
10	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	40	+1	+1	+1	+1	+1	1.0

ตารางที่ ข-2 (ต่อ)

ข้อ	ผู้เชี่ยวชาญ					ค่า <i>IOC</i>	ข้อ	ผู้เชี่ยวชาญ					ค่า <i>IOC</i>
	1	2	3	4	5			1	2	3	4	5	
11	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	41	+1	+1	+1	+1	+1	1.0
12	+1	+1	+1	0	+1	0.8	42	+1	+1	+1	+1	+1	1.0
13	+1	+1	+1	-1	-1	0.2	43	+1	+1	+1	+1	+1	1.0
14	+1	0	+1	+1	+1	0.8	44	+1	+1	+1	+1	+1	1.0
15	+1	0	+1	-1	0	0.2	45	+1	+1	+1	+1	+1	1.0
16	+1	+1	+1	0	+1	0.8	46	+1	+1	+1	+1	-1	0.6
17	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	47	+1	+1	+1	+1	+1	1.0
18	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	48	+1	+1	+1	+1	-1	0.6
19	+1	+1	+1	0	+1	0.8	49	+1	0	+1	+1	+1	0.8
20	+1	0	+1	-1	+1	0.4	50	+1	+1	+1	+1	-1	0.6
21	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	51	+1	+1	+1	+1	+1	1.0
22	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	52	+1	0	+1	+1	+1	0.8
23	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	53	+1	+1	+1	+1	0	0.8
24	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	54	+1	+1	+1	+1	0	0.8
25	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	55	+1	+1	+1	+1	+1	1.0
26	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	56	+1	+1	+1	+1	+1	1.0
27	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	57	+1	+1	+1	+1	+1	1.0
28	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	58	+1	+1	+1	+1	+1	1.0
29	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	59	+1	+1	+1	+1	+1	1.0
30	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	60	+1	+1	+1	+1	+1	1.0

ตารางที่ ข-3 ผลการวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนก (*D*) และค่าความยากง่าย (*P*) และค่าความเชื่อมั่น  
ทั้งฉบับ ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องเชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์  
และผลิตภัณฑ์

ข้อ	<i>D</i>	<i>P</i>	ข้อ	<i>D</i>	<i>P</i>
1	-0.03	0.70	31	0.20	0.53
2	0.20	0.60	32	0.17	0.63
3	0.27	0.33	33	0.03	0.57
4	0.00	0.80	34	0.23	0.57
5	0.00	0.67	35	0.30	0.63
6	0.27	0.53	36	0.20	0.47
7	0.07	0.67	37	0.10	0.63
8	0.23	0.63	38	0.20	0.40
9	0.23	0.63	39	0.23	0.43
10	0.17	0.63	40	0.10	0.63
11	0.20	0.60	41	0.27	0.40
12	0.17	0.70	42	0.20	0.60
13	0.20	0.40	43	0.03	0.57
14	0.07	0.73	44	0.20	0.60
15	-0.10	0.70	45	0.27	0.53
16	0.27	0.67	46	0.13	0.53
17	-0.13	0.67	47	0.07	0.67
18	0.20	0.67	48	0.23	0.43
19	0.20	0.47	49	0.20	0.47
20	-0.20	0.73	50	0.03	0.77
21	0.20	0.53	51	0.33	0.47
22	0.07	0.60	52	0.13	0.67
23	0.13	0.67	53	0.23	0.63
24	0.20	0.67	54	0.03	0.50

ตารางที่ ข-3 (ต่อ)

ข้อ	<i>D</i>	<i>P</i>	ข้อ	<i>D</i>	<i>P</i>
25	0.10	0.70	55	0.27	0.53
26	0.23	0.43	56	0.20	0.53
27	0.20	0.53	57	0.23	0.57
28	0.13	0.60	58	-0.03	0.63
29	0.00	0.67	59	0.20	0.53
30	0.20	0.53	60	0.23	0.77

ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.95

ตารางที่ ข-4 แสดงค่า *p*, *q* และ *pq* ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ข้อสอบปรนัย)  
จำนวน 30 ข้อ

ข้อ	<i>p</i>	<i>q</i>	<i>pq</i>
1	0.60	0.40	0.24
2	0.33	0.67	0.22
3	0.53	0.47	0.25
4	0.63	0.37	0.23
5	0.63	0.37	0.23
6	0.60	0.40	0.24
7	0.40	0.60	0.24
8	0.67	0.33	0.22
9	0.67	0.33	0.22
10	0.47	0.53	0.25
11	0.53	0.47	0.25
12	0.67	0.33	0.22
13	0.43	0.57	0.25

ตารางที่ ข-4 (ต่อ)

ข้อ	$p$	$q$	$pq$
14	0.53	0.47	0.25
15	0.53	0.47	0.25
16	0.53	0.47	0.25
17	0.57	0.43	0.25
18	0.47	0.53	0.25
19	0.40	0.60	0.24
20	0.43	0.57	0.25
21	0.40	0.60	0.24
22	0.60	0.40	0.24
23	0.53	0.47	0.25
24	0.43	0.57	0.25
25	0.47	0.53	0.25
26	0.47	0.53	0.25
27	0.63	0.37	0.23
28	0.53	0.47	0.25
29	0.57	0.43	0.25
30	0.53	0.47	0.25

$$\sum pq = 7.24$$

การวิเคราะห์หาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน (Kuder- Richardson)

$$r_u = \frac{n}{n-1} \left\{ 1 - \frac{\sum pq}{S_t^2} \right\}$$

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

เมื่อ

$$n = 30$$

$$\sum x = 1,061$$

$$(\sum x)^2 = 1,125,721$$

$$\sum x^2 = 40,299$$

แทนค่า

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

$$= \frac{30(40,299) - 1,125,721}{30(30-1)}$$

$$= \frac{1,208,970 - 1,125,721}{870}$$

$$= \frac{83,249}{870}$$

$$= 95.69$$

จากสูตร

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

$$= \frac{30}{29} \left[ 1 - \frac{7.24}{95.69} \right]$$

$$= 1.03 \times 0.92$$

$$= 0.95$$

ตารางที่ ข-5 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์แต่ละข้อกับจุดประสงค์การเรียนรู้

ข้อ	ผู้เชี่ยวชาญ					ค่า IOC	ข้อ	ผู้เชี่ยวชาญ					ค่า IOC
	1	2	3	4	5			1	2	3	4	5	
1	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	21	+1	+1	+1	+1	+1	1.0
2	+1	+1	+1	+1	0	0.8	22	+1	+1	+1	+1	+1	1.0
3	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	23	+1	+1	+1	+1	+1	1.0
4	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	24	+1	+1	+1	+1	+1	1.0
5	+1	+1	+1	0	+1	0.8	25	+1	+1	+1	+1	+1	1.0
6	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	26	+1	+1	+1	+1	+1	1.0
7	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	27	+1	+1	+1	+1	+1	1.0
8	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	28	+1	+1	+1	+1	+1	1.0



ตารางที่ ข-5 (ต่อ)

ข้อ	ผู้เชี่ยวชาญ					ค่า <i>IOC</i>	ข้อ	ผู้เชี่ยวชาญ					ค่า <i>IOC</i>
	1	2	3	4	5			1	2	3	4	5	
9	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	29	+1	+1	+1	+1	+1	1.0
10	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	30	+1	+1	+1	+1	+1	1.0
11	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	31	+1	+1	+1	+1	+1	1.0
12	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	32	+1	+1	+1	+1	+1	1.0
13	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	33	+1	+1	+1	+1	+1	1.0
14	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	34	+1	+1	0	+1	+1	0.8
15	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	35	+1	+1	+1	+1	+1	1.0
16	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	36	+1	+1	+1	+1	+1	1.0
17	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	37	+1	+1	+1	+1	+1	1.0
18	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	38	+1	+1	+1	+1	+1	1.0
19	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	39	+1	+1	+1	+1	+1	1.0
20	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	40	+1	+1	+1	+1	+1	1.0

ตารางที่ ข-6 ผลการวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนก (*D*) และค่าความยากง่าย (*P*) และค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับของแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ และผลิตภัณฑ์

ข้อ	<i>D</i>	<i>P</i>	ข้อ	<i>D</i>	<i>P</i>
1	0.20	0.31	21	0.08	0.08
2	-0.04	0.24	22	0.04	0.18
3	0.21	0.34	23	0.22	0.22
4	0.21	0.26	24	0.21	0.34
5	-0.10	0.17	25	0.20	0.24
6	0.20	0.31	26	0.20	0.33
7	-0.03	0.08	27	0.04	0.11

ตารางที่ ข-6 (ต่อ)

ข้อ	D	P	ข้อ	D	P
8	0.12	0.30	28	0.20	0.27
9	0.21	0.37	29	0.13	0.20
10	0.20	0.36	30	0.21	0.46
11	0.00	0.11	31	0.03	0.23
12	0.08	0.34	32	0.24	0.24
13	0.21	0.43	33	0.04	0.33
14	0.04	0.07	34	0.26	0.34
15	0.27	0.73	35	0.29	0.40
16	0.20	0.33	36	0.22	0.33
17	0.18	0.27	37	0.21	0.52
18	0.22	0.51			
19	0.10	0.54			
20	0.27	0.31			

ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.89

หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ โดยการหาสัมประสิทธิ์แอลฟา ( $\alpha$  Coefficient) โดยใช้สูตรครอนบาค (Cronbach)

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

หาความแปรปรวนจากสูตร

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

$$= \frac{30(21,048) - (660 \times 660)}{30 \times 29}$$

$$= \frac{631,440 - 435,600}{870}$$

$$= 225.10$$

หาค่าความเชื่อมั่น เมื่อ

$$n = 30$$

$$\sum S_i^2 = 31.54$$

$$S_t^2 = 225.10$$

จากสูตร

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

แทนค่า

$$= \frac{30}{29} \left\{ 1 - \frac{31.54}{225.10} \right\}$$

$$= 1.03 \times 0.86$$

$$= 0.89$$

ตารางที่ ข-7 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดเจตคติต่อวิชาเคมี

ข้อ	ผู้เชี่ยวชาญ					ค่า IOC	ข้อ	ผู้เชี่ยวชาญ					ค่า IOC
	1	2	3	4	5			1	2	3	4	5	
1	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	16	+1	+1	0	+1	+1	0.8
2	+1	+1	0	+1	+1	0.8	17	+1	+1	+1	+1	+1	1.0
3	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	18	+1	+1	+1	+1	+1	1.0
4	+1	+1	-1	+1	+1	0.6	19	+1	+1	+1	+1	+1	1.0
5	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	20	+1	+1	0	+1	+1	0.8
6	+1	+1	-1	+1	+1	0.6	21	+1	+1	+1	+1	+1	1.0
7	+1	+1	0	+1	+1	0.8	22	+1	+1	0	+1	+1	0.8
8	+1	+1	0	+1	+1	0.8	23	+1	+1	0	+1	+1	0.8
9	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	24	+1	+1	0	+1	+1	0.8
10	+1	+1	0	0	+1	0.6	25	+1	+1	-1	+1	+1	0.6
11	+1	+1	0	+1	+1	0.8	26	+1	+1	0	+1	+1	0.8
12	+1	+1	-1	+1	+1	0.6	27	+1	+1	+1	+1	+1	1.0
13	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	28	+1	+1	-1	+1	+1	0.6
14	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	29	+1	+1	+1	+1	+1	1.0
15	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	30	+1	+1	-1	+1	+1	0.6

ตารางที่ ข-8 ผลการวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนก ( $D$ ) และค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับของแบบทดสอบ  
วัดเจตคติต่อวิชาเคมี

ข้อ	$r_{xy}$
1	0.37
2	0.39
3	0.38
4	0.56
5	0.46
6	0.69
7	0.69
8	0.36
9	0.47
10	0.54
11	0.61
12	0.72
13	0.76
14	0.73
15	0.67
16	0.59
17	0.55
18	0.63
19	0.69
20	0.70

$$\sum r_{xy} = 11.56$$

ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.92

หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดเจตคติต่อวิชาเคมี โดยการหาสัมประสิทธิ์แอลฟา ( $\alpha$  Coefficient) โดยใช้สูตรครอนบาค (Cronbach)

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

หาค่าความแปรปรวนจากสูตร

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

$$= \frac{30(336,027) - (3,129 \times 3,129)}{30 \times 29}$$

$$= \frac{10,080,810 - 9,790,641}{870}$$

$$= 333.53$$

หาค่าความเชื่อมั่น เมื่อ  $n = 30$

$$\sum S_i^2 = 35.40$$

$$S_t^2 = 333.53$$

จากสูตร

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

แทนค่า

$$= \frac{30}{29} \left\{ 1 - \frac{35.40}{333.53} \right\}$$

$$= 1.03 \times 0.89$$

$$= 0.92$$

ตารางที่ ข-9 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ได้จากการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน  
หลังเรียน (คะแนนเต็ม 30 คะแนน)

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

คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนมีค่าเท่ากับ 22.03 คะแนน

ตารางที่ ข-10 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ได้จากการทดสอบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์  
หลังเรียน (คะแนนเต็ม 60 คะแนน)

คนที่	คะแนนหลังเรียน	คนที่	คะแนนหลังเรียน
1	48	18	36
2	42	19	42
3	40	20	48
4	49	21	52
5	48	22	42
6	48	23	38
7	40	24	41
8	47	25	44
9	45	26	44
10	50	27	42
11	47	28	38
12	45	29	36
13	46	30	45
14	45	31	48
15	43	32	55
16	40	33	52
17	38	34	43

คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนมีค่าเท่ากับ 44.32 คะแนน

ตารางที่ ข-11 คะแนนเจตคติต่อวิชาเคมีที่ได้จากการทำแบบวัดเจตคติต่อวิชาเคมีก่อนเรียน  
และหลังเรียน (คะแนนเต็ม 5 คะแนน)

คนที่	คะแนนก่อนเรียน (5)	คะแนนหลังเรียน (5)
1	3.25	4.40
2	3.15	4.15
3	3.10	4.00
4	3.00	4.40
5	3.25	4.10
6	3.45	4.20
7	3.10	4.00
8	3.30	4.90
9	3.40	3.75
10	2.90	4.00
11	2.40	4.20
12	2.50	4.20
13	1.90	4.20
14	2.60	3.95
15	2.95	4.25
16	2.15	4.25
17	3.25	4.20
18	3.45	4.20
19	3.45	3.80
20	2.70	4.30
21	2.85	4.30



ตารางที่ ข-11 (ต่อ)

คนที่	คะแนนก่อนเรียน(5)	คะแนนหลังเรียน (5)
22	3.10	4.05
23	2.25	4.05
24	3.05	4.20
25	2.10	3.85
26	3.40	4.55
27	2.80	4.50
28	3.45	4.15
29	3.05	4.00
30	3.40	3.50
31	3.45	3.95
32	3.00	4.45
33	3.05	4.50
34	2.95	4.50

คะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนมีค่าเท่ากับ 2.98 คะแนน

คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนมีค่าเท่ากับ 4.18 คะแนน

ตารางที่ ข-12 แสดงการคำนวณหาค่า *t-test* ของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 กับเกณฑ์ที่กำหนด คือ ร้อยละ 70 (21 คะแนนจากคะแนนเต็ม 30 คะแนน) โดยใช้โปรแกรม SPSS for Windows

**One-Sample Statistics**

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
VAR00003	34	22.0294	2.48005	.42532

**One-Sample Test**

	Test Value = 21					
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
VAR00003	2.420	33	.021	1.02941	.1641	1.8947

ตารางที่ ข-13 แสดงการคำนวณหาค่า *t-test* ของแบบวัดคณินทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 กับเกณฑ์ที่กำหนด คือ ร้อยละ 70 (42 คะแนนจากคะแนนเต็ม 60 คะแนน) โดยใช้โปรแกรม SPSS for Windows

**One-Sample Statistics**

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
VAR00003	34	44.3235	4.68214	.80298

**One-Sample Test**

	Test Value = 42					
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
VAR00003	2.894	33	.007	2.32353	.6899	3.9572

ตารางที่ ข-14 แสดงการคำนวณหาค่า  $t$ -test ของแบบวัดเจตคติต่อวิชาเคมีของนักเรียนชั้น  
มัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้โปรแกรม SPSS for Windows

**Paired Samples Statistics**

	Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1 VAR00001	2.9750	34	.42822	.07344
VAR00002	4.1765	34	.26692	.04578

**Paired Samples Correlations**

	N	Correlation	Sig.
Pair 1 VAR00001 & VAR00002	34	-.025	.888

**Paired Samples Test**

	Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
				Lower	Upper			
Pair 1 VAR00001 - VAR00002	-1.20147	.51027	.08751	-1.37951	-1.02343	13.729	33	.000

**ภาคผนวก ค**

**เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย**

- แผนการจัดการเรียนรู้
- แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- แบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์
- แบบทดสอบวัดเจตคติต่อวิชาเคมี



### แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

แผนจัดการเรียนรู้ที่ 3 นางสาวประภัสสร สารธนะ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์  
 รายวิชา วิทยาศาสตร์เพิ่มเติม รหัส ว33225 เคมีอินทรีย์  
 เรื่อง ความหมายและการสังเคราะห์พอลิเมอร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6  
 ภาคเรียน/ปีการศึกษา 2/2558 วัน/เดือน/ปี 10/10/2558 เวลา 2 ชั่วโมง  
 จำนวนนักเรียน 35-40 คน

#### มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยา มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

#### ผลการเรียนรู้

-อธิบายความหมายของพอลิเมอร์ มอนอเมอร์ และปฏิกิริยาพอลิเมอไรเซชันแบบเติมและแบบควบแน่นได้

#### จุดประสงค์การเรียนรู้

##### ด้านความรู้ความเข้าใจ (K)

1. นักเรียนสามารถอธิบายความหมายของมอนอเมอร์และพอลิเมอร์ได้
2. นักเรียนสามารถอธิบายการเกิดพอลิเมอไรเซชันแบบเติมและแบบควบแน่นได้

##### ด้านทักษะกระบวนการ (P)

1. นักเรียนสามารถจำลองภาพมอนอเมอร์และพอลิเมอร์ และชนิดของพอลิเมอร์ที่เป็นองค์ประกอบได้
2. นักเรียนสามารถทำกิจกรรมได้อย่างถูกต้อง

##### ด้านคุณลักษณะ (A)

- แสดงความมีเหตุผล มีความสนใจใฝ่รู้ มีความเพียรพยายาม มุ่งมั่น ในการแสวงหาความรู้และยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

### สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

พอลิเมอร์ (polymer) คือ สารประกอบที่มีโมเลกุลขนาดใหญ่ เกิดจาก โมเลกุลเดี่ยวจำนวนมากยึดต่อกันด้วยพันธะโคเวเลนต์ และโมเลกุลเดี่ยวหรือหน่วยย่อยเรียก มอนอเมอร์ (monomer) พอลิเมอร์ที่ประกอบด้วยมอนอเมอร์ ชนิดเดียวกันเรียกว่า พอลิเมอร์เอกพันธ์ (homopolymer) ถ้าประกอบด้วยมอนอเมอร์ต่างชนิดกันเชื่อมต่อกัน เรียกว่า พอลิเมอร์ร่วม (copolymer)

ปฏิกิริยาพอลิเมอไรเซชันในกระบวนการสังเคราะห์พอลิเมอร์ แบ่งเป็น 2 แบบคือ ปฏิกิริยาพอลิเมอไรเซชันแบบเติม (addition polymerization) เกิดจากมอนอเมอร์ที่มีพันธะคู่ระหว่างอะตอมของคาร์บอน เมื่อให้ความร้อนภายใต้ความดันสูงและมีตัวเร่งปฏิกิริยาที่เหมาะสมจะเกิดการรวมตัวต่อกันเป็นสายยาว และปฏิกิริยาพอลิเมอไรเซชันแบบควบแน่น (condensation polymerization) เกิดจากมอนอเมอร์ที่มีหมู่ฟังก์ชันมากกว่า 1 หมู่ทำปฏิกิริยากันได้เป็นพอลิเมอร์และได้สารโมเลกุลเล็ก เช่น น้ำ ก๊าซแอมโมเนีย เกิดขึ้นด้วย

### สาระการเรียนรู้

พอลิเมอร์ (polymer) คือสารประกอบที่มีโมเลกุลขนาดใหญ่ ที่ประกอบด้วยโมเลกุลเดี่ยวจำนวนมาก ซึ่งอาจจะเหมือนกันหรือต่างกันได้ มาเชื่อมต่อกันด้วยพันธะโคเวเลนต์

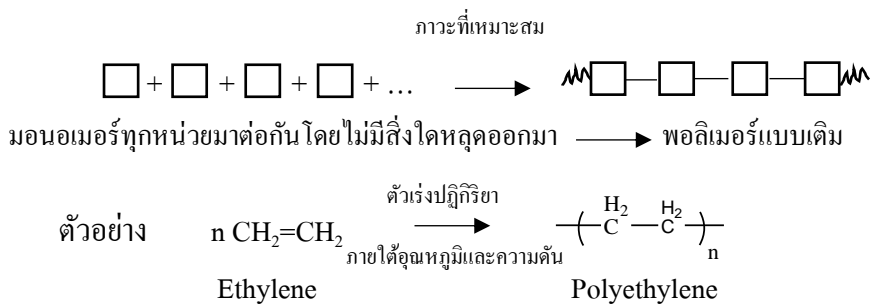
มอนอเมอร์ (monomer) คือ โมเลกุลเดี่ยวหรือหน่วยย่อยที่เป็นองค์ประกอบของพอลิเมอร์ ประเภทของพอลิเมอร์แบ่งตามชนิดของมอนอเมอร์ที่เป็นองค์ประกอบ เป็น 2 ชนิดคือ

1. พอลิเมอร์เอกพันธ์ (homopolymer) เป็นพอลิเมอร์ที่ประกอบด้วยมอนอเมอร์ชนิดเดียวกัน เช่น แป้ง (ประกอบด้วยมอนอเมอร์ที่เป็นกลูโคสทั้งหมด) พอลิเอทิลีน (ประกอบด้วยมอนอเมอร์ที่เป็นเอทิลีนทั้งหมด)

2. พอลิเมอร์ร่วม (copolymer) เป็นพอลิเมอร์ที่ประกอบด้วยมอนอเมอร์ต่างชนิดกัน เช่น โพรตีน (ประกอบด้วยมอนอเมอร์ที่เป็นกรดอะมิโนต่างชนิดกัน) พอลิเอสเทอร์ พอลิเอไมด์ เป็นต้น

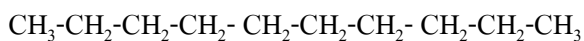
ปฏิกิริยาการสังเคราะห์พอลิเมอไรเซชันในกระบวนการสังเคราะห์พอลิเมอร์ แบ่งเป็น 2 แบบ ดังนี้

1. ปฏิกิริยาพอลิเมอไรเซชันแบบเติม (addition polymerization) เกิดจากมอนอเมอร์ที่มีพันธะคู่ระหว่างอะตอมของคาร์บอน เช่น เอทิลีน ( $C_2H_4$ ) โดยเมื่อให้ความร้อนกับเอทิลีนที่อุณหภูมิสูงกว่า 100 องศาเซลเซียส ภายใต้ความดันสูงและมีตัวเร่งปฏิกิริยาที่เหมาะสมพันธะคู่จะแตกออกและเกิดการรวมตัวต่อกันเป็นสายยาว ดังปฏิกิริยา



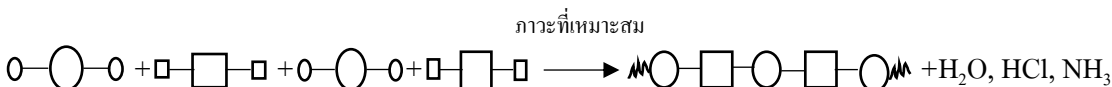
n คือ จำนวนโมเลกุลของมอนอเมอร์

ถ้า n=5 พอลิเอทิลีนมีสูตร โครงสร้าง ดังนี้

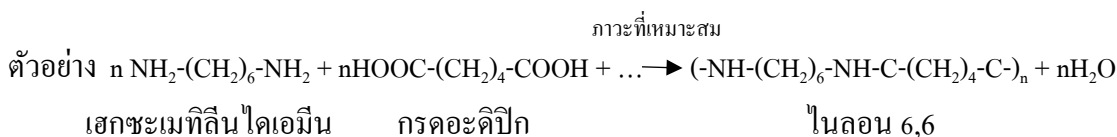


เขียนแบบย่อเป็น  $\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_8-\text{CH}_3$

2. ปฏิกิริยาพอลิเมอไรเซชันแบบควบแน่น (condensation polymerization) เกิดจากมอนอเมอร์ที่มีหมู่ฟังก์ชันมากกว่า 1 หมู่ทำปฏิกิริยากันได้เป็นพอลิเมอร์และสารโมเลกุลเล็ก เช่น น้ำ ก๊าซแอมโมเนีย ก๊าซไฮโดรเจนคลอไรด์ เมทานอล เกิดขึ้นด้วย



มอนอเมอร์ต่างชนิดกันมีหมู่ฟังก์ชันต่างชนิดกันต่อกันเป็น โมเลกุลใหญ่  $\longrightarrow$  พอลิเมอร์ควบแน่นและมีโมเลกุลเล็กอื่นๆหลุดออกมาด้วย



### 5. ตารางการเรียนรู้แกนกลาง (วิชาพื้นฐาน)/สาระเนื้อหา (วิชาเพิ่มเติม)

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

- ความสามารถในการสื่อสาร  ความสามารถในการคิด  ความสามารถในการ

แก้ปัญหา

- ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต  ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี

### 6. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

- รักษาดี ศาสน์ กษัตริย์  ซื่อสัตย์สุจริต  มีวินัย  ใฝ่เรียนรู้
- อยู่อย่างพอเพียง  มุ่งมั่นในการทำงาน  รักความเป็นไทย  มีจิตสาธารณะ

## 7. ชิ้นงาน/ภาระงาน

- 7.1 ใบงานที่ 1 ความหมายของพอลิเมอร์
- 7.2 ใบงานที่ 2 เรื่อง การสังเคราะห์พอลิเมอร์
- 7.3 แผนผังความคิด เรื่อง ความหมายและการสังเคราะห์พอลิเมอร์

## 8. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้

วิธีสอนตามแนวคอนสตรัคติวิซึม

ขั้นตอนการเรียนรู้	กิจกรรมการเรียนการสอน	สื่อประกอบ	เวลา
<b>1. <u>ขั้นเกิดความคิดแย้งทางปัญญา</u></b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ครูใช้คำถามซักถามความรู้เดิมของนักเรียน ดังนี้               <ul style="list-style-type: none"> <li>- ขวดน้ำดื่มที่นักเรียนใช้ ผลิตมาจากสิ่งใด (พลาสติก หรือ พอลิเมอร์ ขึ้นอยู่กับความรู้เดิมของนักเรียน)</li> <li>- พอลิเมอร์ใช่พลาสติกหรือไม่ (พลาสติกเป็นผลิตภัณฑ์จากพอลิเมอร์)</li> </ul> </li> <li>2. ให้นักเรียนสำรวจเครื่องแต่งกายของใช้ส่วนตัวว่ามีสิ่งใดบ้างที่เป็นพอลิเมอร์ (เสื้อผ้า ริมบิ้นผูกผม กระดุม กลองแว่นตา แล้วแต่นักเรียนแต่ละคน)</li> <li>3. ให้นักเรียนยกตัวอย่างพอลิเมอร์ที่นักเรียนรู้จัก ที่อยู่นอกห้องเรียนมา 4-5 ชนิด (แป้ง โปรตีน เซลลูโลส พอลิไวนิลคลอไรด์ แล้วแต่นักเรียนแต่ละคน)</li> <li>4. จากนั้นให้แสวงหาคำตอบว่าสิ่งที่นักเรียนยกตัวอย่างมานั้นใช่พอลิเมอร์หรือไม่ เกิดขึ้นมาตามธรรมชาติหรือสังเคราะห์จากปฏิกิริยาใด</li> <li>5. ให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมแล้วสร้างองค์ความรู้ตามความเข้าใจของตนเองเกี่ยวกับพอลิเมอร์</li> </ol>	- ข้อคำถาม	20 นาที
<b>2. <u>ขั้นแสวงหาคำตอบ</u></b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ครูเตรียม ลูกบิดเดี่ยวๆ 1 ลูก ลูกบิดสี่เหลี่ยมร้อยต่อกัน หลากๆ ลูก ลูกบิดหลายๆสี่ร้อยต่อกันหลายๆลูก ให้นักเรียนแบ่งกลุ่มตามความสมัครใจกลุ่มละ 4-5 คน ทำใบงาน ศึกษาจากใบความรู้ หนังสือเรียน อินเทอร์เน็ตให้นักเรียนศึกษาวาดรูปสิ่งที่สังเกต และช่วยกันเปรียบเทียบ บันทึกผลให้ตรง</li> </ol>	- ใบความรู้เรื่อง ความหมายและการสังเคราะห์พอลิเมอร์	40 นาที



	<p>กับคำจำกัดความของมอนอเมอร์ พอลิเมอร์ และยกตัวอย่างประกอบคำจำกัดความนั้นๆ</p> <p>2. จากนั้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายสิ่งที่นักเรียนยกตัวอย่างมานั้นใช่พอลิเมอร์หรือไม่ เกิดขึ้นมาตามธรรมชาติหรือสังเคราะห์จากปฏิกิริยาใด แล้วสังเกตว่าการสังเคราะห์พอลิเมอร์ ด้วยปฏิกิริยาพอลิเมอไรเซชันแบบเติมและปฏิกิริยาพอลิเมอร์ไรเซชันแบบควบแน่น ว่าเป็นความแตกต่างกันอย่างไร ยกตัวอย่างประกอบคำอธิบาย</p>	<p>- หนังสือเรียนเคมีเพิ่มเติม เล่ม 5</p> <p>- ใบงาน เรื่อง ความหมายและการสังเคราะห์พอลิเมอร์</p>	
<p><b>3. ขั้น</b> <b>ตรวจสอบ</b> <b>ความเข้าใจ</b></p>	<p>1. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายสิ่งที่ศึกษา สังเกต และช่วยกันเปรียบเทียบคำจำกัดความของพอลิเมอร์</p> <p>2. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายความเหมือนและความแตกต่างกันของปฏิกิริยาพอลิเมอไรเซชันแบบเติมและแบบควบแน่น</p> <p>4. ครูเปิด VDO เรื่อง พอลิเมอร์ให้นักเรียนดู</p> <p>5. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปเกี่ยวกับความหมายของพอลิเมอร์และปฏิกิริยาการสังเคราะห์พอลิเมอร์</p> <p>6. ให้นักเรียนแต่ละคนเขียนแผนผังความคิดเรื่องความหมายและการสังเคราะห์พอลิเมอร์</p>	<p>- ใบงาน เรื่อง ความหมายและการสังเคราะห์พอลิเมอร์</p> <p>- แผนผังความคิดเรื่องความหมายและการสังเคราะห์พอลิเมอร์</p>	40 นาที
<p><b>4. ขั้นใช้ความรู้ที่เรียนมา</b></p>	<p>1. นักเรียนและครูร่วมกันแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับประโยชน์ที่ได้รับจากการปฏิบัติกิจกรรม และให้นักเรียนเขียนบทความเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์ของพอลิเมอร์ที่เกิดจากปฏิกิริยาพอลิเมอไรเซชันแบบเติม 5 ชนิด และแบบควบแน่น 5 ชนิด พร้อมทั้งบอกวิธีการกำจัดพอลิเมอร์ดังกล่าวเพื่อไม่ให้เกิดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม</p>	<p>- กระดาษรายงาน</p>	20 นาที

## 9. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

### 9.1 สื่อการเรียนรู้

1. หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้เพิ่มเติมเคมี เล่ม 5
2. ใบความรู้ เรื่อง ความหมายและการสังเคราะห์พอลิเมอร์
3. ใบงาน เรื่อง ความหมายและการสังเคราะห์พอลิเมอร์
4. PowerPoint เรื่อง ความหมายและการสังเคราะห์พอลิเมอร์

### 9.2 แหล่งการเรียนรู้

1. ห้องสมุด
2. แหล่งข้อมูลสารสนเทศ

## 10. การวัดและประเมินผล

สิ่งที่ต้องการวัด	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การประเมิน
<b>1. ด้านความรู้</b> 1. นักเรียนสามารถอธิบายความหมายของมอนอเมอร์และพอลิเมอร์ได้ 2. นักเรียนสามารถอธิบายการเกิดพอลิเมอร์ไรเซชันแบบเติมและแบบควบแน่นได้	1. การซักถาม 2. การตรวจการทำกิจกรรมในใบงาน กลุ่ม 3. การตรวจจากการเขียนแผนผังความคิด	1. แบบทดสอบปากเปล่า 2. แบบประเมินการทำกิจกรรมในใบงาน 3. แบบทดสอบการเขียนแผนผังความคิด	1. นักเรียนร้อยละ 70 สามารถตอบคำถามได้อย่างถูกต้อง 2. นักเรียนสามารถทำแบบทดสอบได้ถูกต้อง ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 70 3. นักเรียนสามารถเขียนแผนผังความคิดอย่างถูกต้อง ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 70
<b>2. ด้านทักษะกระบวนการ</b> 1. นักเรียนสามารถจำลองภาพมอนอเมอร์และพอลิเมอร์ และชนิดของพอลิเมอร์ที่เป็นองค์ประกอบได้ 2. นักเรียนสามารถทำกิจกรรมได้อย่างถูกต้อง	1. ตรวจจากการทำกิจกรรมในใบงาน กลุ่ม	1. แบบประเมินการทำกิจกรรมในใบงาน	1. นักเรียนสามารถทำแบบทดสอบได้ถูกต้อง ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 70

<p><b>3. ด้านคุณลักษณะที่พึงประสงค์</b></p> <p><b>ประสงค์</b></p> <p>1. นักเรียนที่ความร่วมมือในการตอบคำถามและแสดงความคิดเห็น</p> <p>2. นักเรียนมีความสนใจและตั้งใจในการเรียนและการทำกิจกรรม</p>	<p>1. การสังเกต</p> <p>พฤติกรรมกรเรียนและพฤติกรรมกรทำงานกลุ่ม</p>	<p>1. แบบสังเกต</p> <p>พฤติกรรมกรเรียนและพฤติกรรมกรทำงานกลุ่ม</p>	<p>1. นักเรียนต้องผ่านเกณฑ์ระดับดีขึ้นไป (ประเมินรายกลุ่ม)</p>
--	---	---	--

### บันทึกผลการสอน

#### ผลการสอน

ในการทำกิจกรรมนักเรียนให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมเป็นอย่างดี

นักเรียนมากกว่าร้อยละ 70 สามารถตอบคำถามในห้องเรียน ทำแบบทดสอบหลังเรียน ได้ถูกต้อง

นักเรียนมีส่วนร่วมทำกิจกรรมและรู้สึกสนุกสนานเพลิดเพลิน

#### ปัญหาและอุปสรรค/ข้อบกพร่อง

การจัดกิจกรรมใช้เวลานานจึงทำให้นักเรียนทราบเพียงมโนทัศน์ที่สำคัญเกี่ยวกับเรื่องพอลิเมอร์เท่านั้น

#### ข้อเสนอแนะและแนวทางแก้ไข

ควรเตรียมอุปกรณ์และอธิบายขั้นตอนในการทำกิจกรรมและจัดกิจกรรมให้กระชับมากขึ้น เพื่อให้มีเวลามากพอสำหรับให้นักเรียนดูคลิป VDO เพิ่มเติมให้เข้าใจเพิ่มมากขึ้น

ลงชื่อ.....ประภัสสร สารชนะ.....ผู้สอน

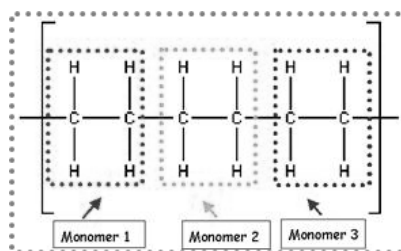
(นางสาวประภัสสร สารชนะ)

วันที่...10.../....10...../...2558..บันทึก

## ใบความรู้ เรื่อง การสังเคราะห์พอลิเมอร์

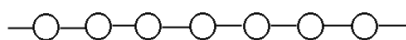
**พอลิเมอร์ (polymer)** คือสารประกอบที่มีโมเลกุลขนาดใหญ่ ที่ประกอบด้วยโมเลกุลเดี่ยวจำนวนมาก ซึ่งอาจจะเหมือนกันหรือต่างกันได้ มาเชื่อมต่อกันด้วยพันธะโคเวเลนต์

**มอนอเมอร์ (monomer)** คือ โมเลกุลเดี่ยวหรือหน่วยย่อยที่เป็นองค์ประกอบของพอลิเมอร์ ดังภาพ



ประเภทของพอลิเมอร์แบ่งตามชนิดของมอนอเมอร์ที่เป็นองค์ประกอบ เป็น 2 ชนิดคือ

1. **พอลิเมอร์เอกพันธ์ (homopolymer)** เป็นพอลิเมอร์ที่ประกอบด้วยมอนอเมอร์ชนิดเดียวกัน เช่น แป้ง (ประกอบด้วยมอนอเมอร์ที่เป็นกลูโคสทั้งหมด) พอลิเอทิลีน (ประกอบด้วยมอนอเมอร์ที่เป็นเอทิลีนทั้งหมด)



2. **พอลิเมอร์ร่วม (copolymer)** เป็นพอลิเมอร์ที่ประกอบด้วยมอนอเมอร์ต่างชนิดกัน เช่น โปรตีน (ประกอบด้วยมอนอเมอร์ที่เป็นกรดอะมิโนต่างชนิดกัน) พอลิเอสเทอร์ พอลิเอไมด์ เป็นต้น

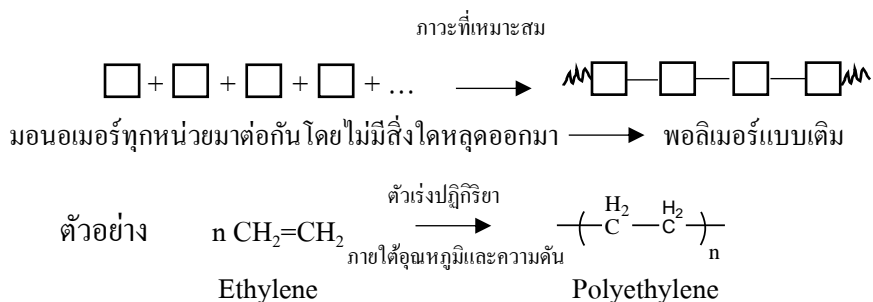


**การสังเคราะห์พอลิเมอร์**

ปฏิกิริยาการสังเคราะห์พอลิเมอร์ เรียกว่า ปฏิกิริยาพอลิเมอไรเซชัน (polymerization)

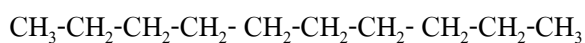
ปฏิกิริยาการสังเคราะห์พอลิเมอไรเซชันในกระบวนการสังเคราะห์พอลิเมอร์ แบ่งเป็น 2 แบบ ดังนี้

1. **ปฏิกิริยาพอลิเมอไรเซชันแบบเติม (addition polymerization)** เกิดจากมอนอเมอร์ที่มีพันธะคู่ระหว่างอะตอมของคาร์บอน เช่น เอทิลีน ( $C_2H_4$ ) โดยเมื่อให้ความร้อนกับเอทิลีนที่อุณหภูมิสูงกว่า 100 องศาเซลเซียส ภายใต้อุณหภูมิสูงและมีตัวเร่งปฏิกิริยาที่เหมาะสมพันธะคู่จะแตกออกและเกิดการรวมตัวต่อกันเป็นสายยาว ดังปฏิกิริยา



$n$  คือ จำนวนโมเลกุลของมอนอเมอร์

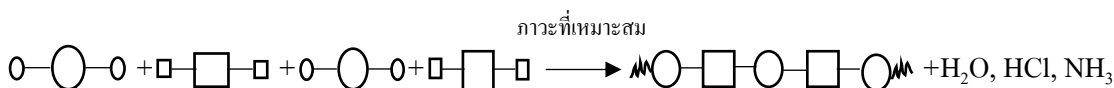
ถ้า  $n=5$  พอลิเอทิลีนมีสูตร โครงสร้าง ดังนี้



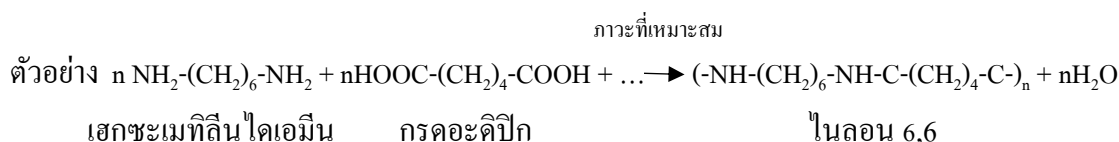
เขียนแบบย่อเป็น  $\text{CH}_3\text{-(CH}_2\text{)}_8\text{-CH}_3$

## 2. ปฏิกิริยาพอลิเมอไรเซชันแบบควบแน่น (condensation polymerization) เกิดจาก

มอนอเมอร์ที่มีหมู่ฟังก์ชันมากกว่า 1 หมู่ทำปฏิกิริยากันได้เป็นพอลิเมอร์และสารโมเลกุลเล็ก เช่น น้ำ ก๊าซแอมโมเนีย ก๊าซไฮโดรเจนคลอไรด์ เมทานอล เกิดขึ้นด้วย



มอนอเมอร์ต่างชนิดกันมีหมู่ฟังก์ชันต่างชนิดกันต่อกันเป็น โมเลกุลใหญ่  $\longrightarrow$  พอลิเมอร์ควบแน่นและมีโมเลกุลเล็กอื่นๆหลุดออกมาด้วย



**เกร็ดความรู้ :** พอลิเอทิลีนเป็นพอลิเมอร์ที่แข็ง โปร่งแสง มีความเหนียว และไม่ทำปฏิกิริยากับสารเคมีส่วนใหญ่ เมื่อนำมาหลอมและขึ้นรูปได้เป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ เช่น ถู และภาชนะใส่อาหาร ท่อสายยาง ของเล่นเด็ก เป็นต้น

### เรื่อง ความหมายของพอลิเมอร์

เลขที่สมาชิกในกลุ่ม.....ชั้น.....

**กิจกรรมที่ 1 คำชี้แจง :** ให้นักเรียนทำกิจกรรม พร้อมเติมคำในช่องว่างให้สมบูรณ์

#### ขั้นตอนการทำกิจกรรม

- 1.เตรียม ลูกบิดเดี่ยวๆ 1ลูก ลูกบิดสี่เดี่ยวร้อยต่อกันหลายๆลูก ลูกบิดหลายๆสี่ร้อยต่อกันหลายๆลูก
- 2.ให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม 6-7 คน ทำใบงาน ศึกษาจากใบความรู้ หนังสือเรียน อินเทอร์เน็ตให้นักเรียนศึกษา วาดรูปสิ่งที่สังเกต และช่วยกันเปรียบเทียบ บันทึกผลให้ตรงกับคำจำกัดความของพอลิเมอร์ และยกตัวอย่างประกอบคำจำกัดความนั้นๆ

#### บันทึกผลการทำกิจกรรม

รายการ	ภาพจำลองลูกบิด	ความหมาย	ตัวอย่าง
มอนอเมอร์ (.....)			
พอลิเมอร์ (.....)			
พอลิเมอร์เอกพันธ์ (.....)			
พอลิเมอร์ร่วม (.....)			

กิจกรรมที่ 2 คำชี้แจง : ให้นักเรียนทำกิจกรรม พร้อมเติมคำในช่องว่างให้สมบูรณ์

ขั้นตอนการทำกิจกรรม

1. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาปฏิกิริยาพอลิเมอร์ไรเซชันแบบเติม และปฏิกิริยาพอลิเมอร์ไรเซชันแบบควบแน่น ว่ามีความเหมือนหรือความแตกต่างกันอย่างไร ยกตัวอย่างประกอบ


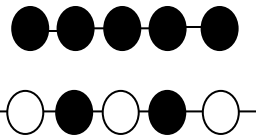

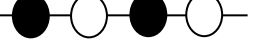
คำอธิบาย

ปฏิกิริยา	ลักษณะสำคัญ	ตัวอย่างพอลิเมอร์
1.ปฏิกิริยาพอลิเมอร์ไรเซชันแบบเติม		
2.พอลิเมอร์ไรเซชันแบบควบแน่น		

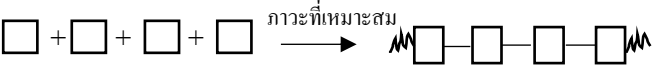
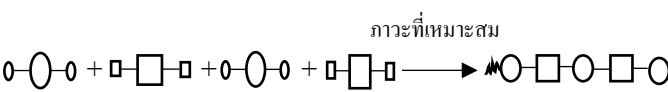
### เฉลยใบงาน

#### เรื่อง ความหมายและการสังเคราะห์พอลิเมอร์

#### บันทึกผลการทำกิจกรรม

รายการ	ภาพจำลองลูกปัด	ความหมาย	ตัวอย่าง	คำจำกัดความ สั้นๆ
มอนอเมอร์ (monomer)		โมเลกุลเดี่ยวหรือหน่วยย่อยที่เป็นองค์ประกอบของพอลิเมอร์	เอทิลีน กลูโคส	-
พอลิเมอร์ (polymer)		สารประกอบที่มีโมเลกุลขนาดใหญ่ ที่ประกอบด้วยโมเลกุลเดี่ยวจำนวนมาก ซึ่งอาจจะเหมือนกันหรือต่างกันได้ มาเชื่อมต่อกันด้วยพันธะโคเวเลนต์	พอลิเอทิลีน พอลิสไตรีน	-
พอลิเมอร์ เอกพันธ์ (homopolymer)		เป็นพอลิเมอร์ที่ประกอบด้วยมอนอเมอร์ชนิดเดียวกัน	พอลิเอทิลีน แป้ง พอลิไวนิล คลอไรด์	-
พอลิเมอร์ร่วม (copolymer)		เป็นพอลิเมอร์ที่ประกอบด้วยมอนอเมอร์ต่างชนิดกัน	พอลิเอสเทอร์ พอลิเอไมด์ ไนลอน-6,6	-

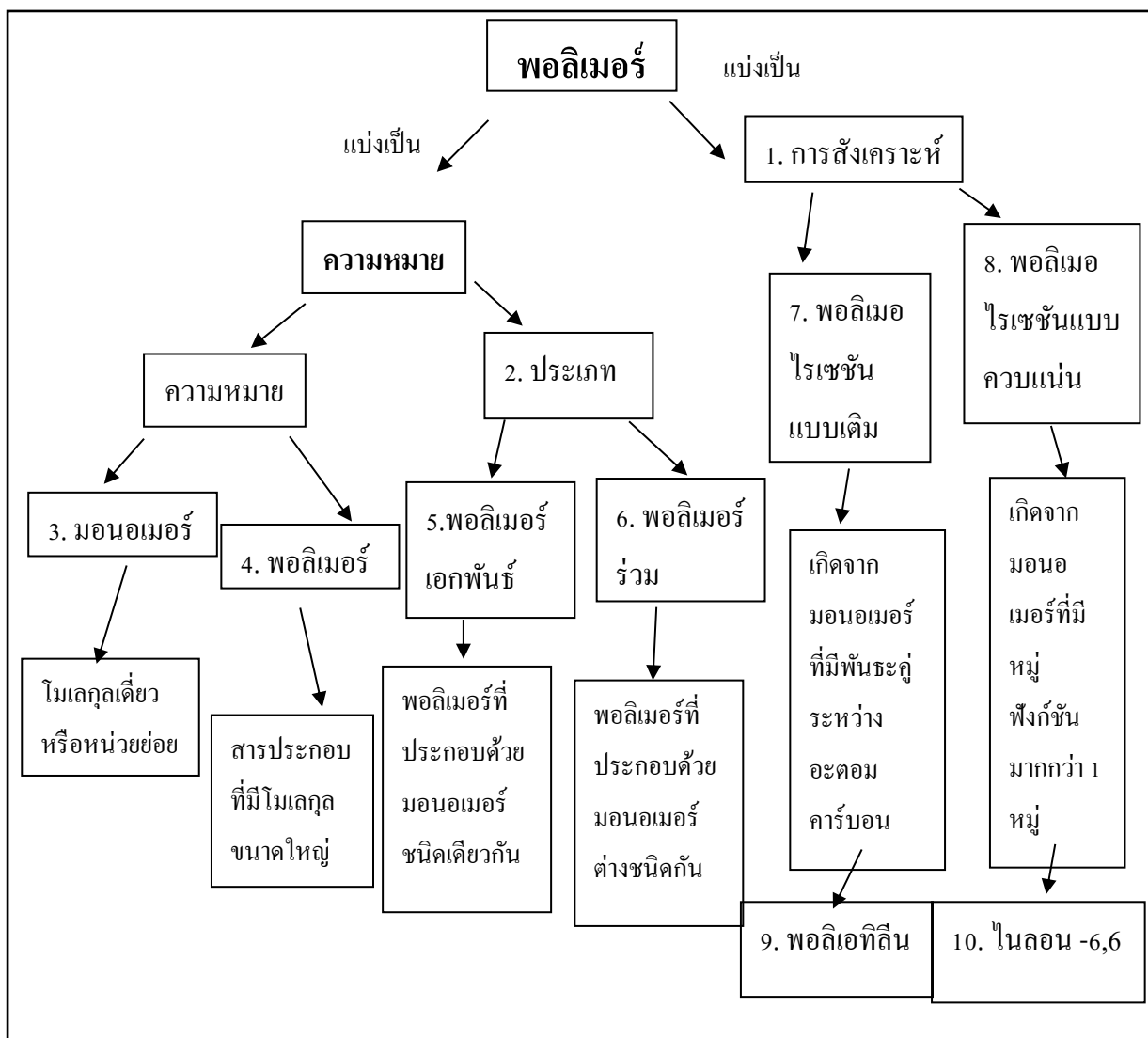


ปฏิกิริยา	ลักษณะ	ตัวอย่าง
<p>1.ปฏิกิริยาพอลิเมอไรเซชันแบบเติม</p> <p></p> <p>มอนอเมอร์ทุกหน่วยมาต่อกันโดยไม่มีสิ่งใดหลุดออกมา → พอลิเมอร์แบบเติม</p> <p>ตัวอย่าง <math>n \text{ CH}_2=\text{CH}_2 \xrightarrow[\text{ตัวเร่งปฏิกิริยา}]{\text{ภายใต้อุณหภูมิและความดัน}} \left( \text{---}\overset{\text{H}_2}{\text{C}}\text{---}\overset{\text{H}_2}{\text{C}}\text{---} \right)_n</math> Ethylene Polyethylene</p>	<p>เกิดจากมอนอเมอร์ที่มีพันธะคู่ระหว่างอะตอมของคาร์บอน โดยเมื่อให้ความร้อนที่อุณหภูมิที่เหมาะสม ภายใต้ความดันสูงและมีตัวเร่งปฏิกิริยาที่เหมาะสม พันธะคู่จะแตกออกและเกิดการรวมตัวต่อกันเป็นสายยาว</p>	<p>พอลิเอทิลีน พอลิไวนิล แอลกอฮอล์</p>
<p>2.พอลิเมอไรเซชันแบบควบแน่น</p> <p></p> <p>+H<sub>2</sub>O, HCl, NH<sub>3</sub> มอนอเมอร์ต่างชนิดกันมีหมู่ฟังก์ชันต่างชนิดกันต่อกันเป็นโมเลกุลใหญ่ → พอลิเมอร์ควบแน่นและมีโมเลกุลเล็กอื่นๆหลุดออกมาด้วย</p> <p>ตัวอย่าง <math>n \text{ NH}_2\text{---}(\text{CH}_2)_6\text{---NH}_2 + n \text{ HOOC---}(\text{CH}_2)_4\text{---COOH} + \dots</math> เฮกซะเมทิลีนไดเอมีน กรดอะดิปิก ↓ <math>(\text{---NH---}(\text{CH}_2)_6\text{---NH---C---}(\text{CH}_2)_4\text{---C---})_n + n \text{ H}_2\text{O}</math> ไนลอน 6,6</p>	<p>เกิดจากมอนอเมอร์ที่มีหมู่ฟังก์ชันมากกว่า 1 หมู่ทำปฏิกิริยากันได้เป็นพอลิเมอร์และสารโมเลกุลเล็ก เช่น น้ำ ก๊าซแอมโมเนีย ก๊าซไฮโดรเจน กลอไรด์ เมทานอล เกิดขึ้นด้วย</p>	<p>ไนลอน-6,6 ไนลอน-6,10 พอลิเอทิลีน อะดิเปต</p>

**แบบทดสอบ แผนผังความคิด**  
**เรื่อง ความหมายและการสังเคราะห์พอลิเมอร์**

ชื่อ.....ชั้น.....

คำชี้แจง : จงเลือกคำที่กำหนดให้ต่อไปนี้ “การสังเคราะห์ มอนอเมอร์ พอลิเมอร์ พอลิเมอร์เอกพันธ์ พอลิเมอร์ร่วม พอลิเมโรไซเซชันแบบเติม พอลิเมโรไซเซชันแบบควบแน่น ประเภท พอลิเอทีลีน ไนลอน-6,6” เติมลงไปในช่องว่างตามหมายเลขต่างๆ



ข้อใดที่นักเรียนตอบถูก ได้ 1 คะแนน ตอบผิด ให้ 0 คะแนน  
เกณฑ์การประเมิน ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 70

**แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนและพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม**

วันที่ประเมิน..10/10/58...เรื่องที่สอน....ความหมายและการสังเคราะห์พอลิเมอร์.....ชั้น...ม.6/7....

รายการประเมิน	คะแนนกลุ่ม					
	1	2	3	4	5	6
<b>พฤติกรรมการเรียน</b>						
1. มีความตั้งใจ สนใจในขณะที่เรียนและทำกิจกรรม	1	1	1	1	1	1
2. รับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย	1	1	1	1	1	1
3. ให้ความร่วมมือในการตอบคำถาม	1	1	1	1	1	1
4. การรักษาความสะอาด	1	1	1	1	0	1
5. ไม่คุยเล่นกันในขณะเรียน	0	1	1	0	1	1
<b>พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม</b>						
1. มีการแบ่งหน้าที่กันภายในกลุ่มอย่างรวดเร็ว และเป็นระเบียบเรียบร้อย	1	1	1	1	1	0
2. มีการปรึกษาหารือกันก่อนทำงาน	1	1	0	1	1	1
3. รับผิดชอบหน้าที่และงานที่ได้รับมอบหมาย	1	1	1	1	0	1
4. ยอมรับฟังความคิดเห็นซึ่งกันและกัน	0	1	1	0	1	1
5. มีการซักถาม และทบทวนเนื้อหาให้สมาชิกทุกคนเกิดความเข้าใจตรงกัน	1	0	1	1	0	1
รวม (10)	8	9	9	8	7	9

ข้อใดที่นักเรียนปฏิบัติ ได้ 1 คะแนน ไม่ปฏิบัติ ให้ 0 คะแนน

เกณฑ์การประเมินจากแบบสังเกตกำหนด ดังนี้

	ระดับคุณภาพ
9-10	ดีมาก
6-8	ดี
3-5	พอใช้
0-2	ควรปรับปรุง

ลงชื่อ.....ประภัสสร สารชนะ.....ผู้ประเมิน  
(นางสาวประภัสสร สารชนะ)



### แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

แผนจัดการเรียนรู้ที่ 4 นางสาวประภัสสร สารธนะ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์  
 รายวิชา วิทยาศาสตร์เพิ่มเติม รหัส ว33225 เคมีอินทรีย์ เรื่อง การเกิดพอลิเมอร์  
 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียน/ปีการศึกษา 2/2558 วัน/เดือน/ปี 01/02/2559  
 เวลา 2 ชั่วโมง จำนวนนักเรียน 35-40 คน

#### มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร  
 การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยา มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่  
 ที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

#### ผลการเรียนรู้

-อธิบายการเกิด และสมบัติของพอลิเมอร์ได้

#### จุดประสงค์การเรียนรู้

##### ด้านความรู้ความเข้าใจ (K)

1. นักเรียนสามารถยกตัวอย่างพอลิเมอร์ธรรมชาติและพอลิเมอร์สังเคราะห์ได้
2. นักเรียนสามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างกับสมบัติของพอลิเมอร์ได้
3. นักเรียนสามารถเปรียบเทียบสมบัติของเทอร์โมพลาสติกและเทอร์โมเซตได้
4. นักเรียนสามารถเลือกใช้ประโยชน์ของเทอร์โมพลาสติกและเทอร์โมเซตได้

##### ด้านทักษะกระบวนการ (P)

- นักเรียนสามารถทำกิจกรรมได้อย่างถูกต้อง

##### ด้านคุณลักษณะ (A)

- แสดงความมีเหตุผล มีความสนใจใฝ่รู้ มีความเพียรพยายาม มุ่งมั่น ในการเสาะ  
 แสวงหาความรู้และยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

## สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

**1. ประเภทของพอลิเมอร์** การจัดจำแนกประเภทพอลิเมอร์จึงสามารถทำได้หลายวิธีขึ้นอยู่กับว่าใช้ลักษณะใดเป็นเกณฑ์

**1.1 พิจารณาตามแหล่งกำเนิด** เป็นวิธีการพิจารณาโดยดูจากวิธีการกำเนิดของพอลิเมอร์ชนิดนั้น

**1) พอลิเมอร์ธรรมชาติ (Natural Polymers)** เป็นพอลิเมอร์ที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ สามารถพบได้ในสิ่งมีชีวิตทุกชนิด โดยพอลิเมอร์ธรรมชาติเหล่านี้เป็นสิ่งที่สิ่งมีชีวิตผลิตขึ้นโดยอาศัยกระบวนการทางเคมีต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นภายในเซลล์

**2) พอลิเมอร์สังเคราะห์ (Synthetic Polymers)** เกิดจากการสังเคราะห์ขึ้นโดยมนุษย์ ด้วยวิธีการนำสารมอนอเมอร์จำนวนมากมาทำปฏิกิริยาเคมีภายใต้สภาวะที่เหมาะสม

**1.2. พิจารณาตามโครงสร้างของพอลิเมอร์** แบ่งออกเป็น 3 แบบ คือ

**1) พอลิเมอร์แบบเส้น (Chain length polymer)** เป็นพอลิเมอร์ที่เกิดจากมอนอเมอร์สร้างพันธะต่อกันเป็นสายยาว

**2) พอลิเมอร์แบบกิ่ง (Branched polymer)** เป็นพอลิเมอร์ที่เกิดจากมอนอเมอร์ยึดกันแตกกิ่งก้านสาขา มีทั้งโซ่สั้นและโซ่ยาว กิ่งที่แตกจาก พอลิเมอร์ของโซ่หลัก

**3) พอลิเมอร์แบบร่างแห (Cross-linking polymer)** เป็นพอลิเมอร์ที่เกิดจากมอนอเมอร์ต่อเชื่อมกันเป็นร่างแห

## 2. พลาสติก (Plastic)

### 2.1 ประเภทของพลาสติก

**1) เทอร์โมพลาสติก** เมื่อได้รับความร้อนจะอ่อนตัว และเมื่อเย็นลงจะแข็งตัว สามารถเปลี่ยนรูปได้ พลาสติกประเภทนี้โครงสร้างโมเลกุลเป็นโซ่ตรงยาว มีการเชื่อมต่อระหว่างโซ่พอลิเมอร์น้อยมาก จึงสามารถหลอมเหลว หรือเมื่อผ่านการอัดแรงมากจะไม่ทำลายโครงสร้างเดิม

**2) พลาสติกเทอร์โมเซต** จะคงรูปหลังการผ่านความร้อนหรือแรงดันเพียงครั้งเดียว เมื่อเย็นลงจะแข็งมาก ทนความร้อนและความดัน ไม่อ่อนตัวและเปลี่ยนรูปร่างไม่ได้ แต่ถ้าอุณหภูมิสูงก็จะแตกและไหม้เป็นขี้เถ้าสีดำ

## สาระการเรียนรู้

**1.ประเภทของพอลิเมอร์** พอลิเมอร์เป็นสารที่มีอยู่มากมายหลายชนิด ซึ่งในแต่ละชนิดก็จะมีสมบัติและการกำเนิดที่แตกต่างกัน ดังนั้นการจัดจำแนกประเภทพอลิเมอร์จึงสามารถทำได้หลายวิธีขึ้นอยู่กับว่าใช้ลักษณะใดเป็นเกณฑ์ในการพิจารณา เราสามารถจำแนกประเภทพอลิเมอร์ได้ โดยอาศัยลักษณะต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

**1.1 พิจารณาตามแหล่งกำเนิด** เป็นวิธีการพิจารณาโดยดูจากวิธีการกำเนิดของพอลิเมอร์ชนิดนั้น ซึ่งจะสามารถจำแนกพอลิเมอร์ได้เป็น 2 ประเภท คือ พอลิเมอร์ธรรมชาติ และพอลิเมอร์สังเคราะห์

**1) พอลิเมอร์ธรรมชาติ (Natural Polymers)** เป็นพอลิเมอร์ที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ สามารถพบได้ในสิ่งมีชีวิตทุกชนิด โดยพอลิเมอร์ธรรมชาติเหล่านี้เป็นสิ่งที่สิ่งมีชีวิตผลิตขึ้นโดยอาศัยกระบวนการทางเคมีต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นภายในเซลล์ และมีการเก็บสะสมไว้ใช้ประโยชน์ตามส่วนต่าง ๆ ดังนั้น พอลิเมอร์ธรรมชาติจึงมีความแตกต่างกันไปตามชนิดของสิ่งมีชีวิตและตำแหน่งที่พบในสิ่งมีชีวิต ตัวอย่าง พอลิเมอร์ธรรมชาติ ได้แก่ เส้นใยพืช เซลลูโลส และไคติน เป็นต้น

**2) พอลิเมอร์สังเคราะห์ (Synthetic Polymers)** เกิดจากการสังเคราะห์ขึ้นโดยมนุษย์ ด้วยวิธีการนำสารมอนอเมอร์จำนวนมากมาทำปฏิกิริยาเคมีภายใต้สภาวะที่เหมาะสม ทำให้มอนอเมอร์เหล่านั้นเกิดพันธะโคเวเลนต์ต่อกันกลายเป็นโมเลกุลพอลิเมอร์ โดยสารมอนอเมอร์ที่มักใช้เป็นสารตั้งต้นในกระบวนการสังเคราะห์พอลิเมอร์ คือ สารไฮโดรคาร์บอนที่เป็นผลพลอยได้จากการกลั่นน้ำมันดิบและการแยกแก๊สธรรมชาติ เช่น เอทิลีน สไตรีน โพรพิลีน ไวนิลคลอไรด์ เป็นต้น

**1.2. พิจารณาตามโครงสร้างของพอลิเมอร์** แบ่งออกเป็น 3 แบบ คือ

**1) พอลิเมอร์แบบเส้น (Chain length polymer)** เป็นพอลิเมอร์ที่เกิดจากมอนอเมอร์สร้างพันธะต่อกันเป็นสายยาว โซ่พอลิเมอร์เรียงชิดกันมากกว่าโครงสร้างแบบอื่น ๆ จึงมีความหนาแน่นและจุดหลอมเหลวสูง มีลักษณะแข็ง ชุ่มเหนียวกว่าโครงสร้างอื่น ๆ ตัวอย่าง PVC พอลิสไตรีน พอลิเอทิลีน ดังภาพ



2) พอลิเมอร์แบบกิ่ง (Branched polymer) เป็นพอลิเมอร์ที่เกิดจากมอนอเมอร์ชนิดกันแตกกิ่งก้านสาขา มีทั้งโซ่สั้นและโซ่ยาว กิ่งที่แตกจาก พอลิเมอร์ของโซ่หลัก ทำให้ไม่สามารถจัดเรียงโซ่พอลิเมอร์ให้ชิดกันได้มาก จึงมีความหนาแน่นและจุดหลอมเหลวต่ำยืดหยุ่นได้ ความเหนียวต่ำ โครงสร้างเปลี่ยนรูปได้ง่ายเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น ตัวอย่าง พอลิเอทิลีนชนิดความหนาแน่นต่ำ ดังภาพ



3) พอลิเมอร์แบบร่างแห (Cross-linking polymer) เป็นพอลิเมอร์ที่เกิดจากมอนอเมอร์ต่อเชื่อมกันเป็นร่างแห พอลิเมอร์ชนิดนี้มีความแข็งแรง และเปราะหักง่าย ตัวอย่าง เบกาไลต์ เมลามีนใช้ทำถ้วยชาม ดังภาพ



2. พลาสติก (Plastic) คือ สารที่สามารถทำให้เป็นรูปต่าง ๆ ได้ด้วยความร้อน พลาสติกเป็นพอลิเมอร์ ขนาดใหญ่ โมเลกุลมาก

### 2.1 สมบัติทั่วไปของพลาสติก

- 1) มีความเสถียรมากในธรรมชาติ สลายตัวยาก มีมวลน้อย และเบา
- 2) เป็นฉนวนความร้อนและไฟฟ้าที่ดี
- 3) ส่วนมากอ่อนตัวและหลอมเหลวเมื่อได้รับความร้อน จึงเปลี่ยนเป็นรูปต่างๆ ได้ตามประสงค์

### 2.2 ประเภทของพลาสติก

1) เทอร์โมพลาสติก เมื่อได้รับความร้อนจะอ่อนตัว และเมื่อเย็นลงจะแข็งตัว สามารถเปลี่ยนรูปได้ พลาสติกประเภทนี้โครงสร้างโมเลกุลเป็นโซ่ตรงยาว มีการเชื่อมต่อระหว่างโซ่พอลิเมอร์น้อยมาก จึงสามารถหลอมเหลว หรือเมื่อผ่านการอัดแรงมากจะไม่ทำลายโครงสร้างเดิม ตัวอย่าง พอลิเอทิลีน พอลิโพรพิลีนพอลิสไตรีน



2) พลาสติกเทอร์โมเซต จะคงรูปหลังการผ่านความร้อนหรือแรงดันเพียงครั้งเดียว เมื่อเย็นลงจะแข็งมาก ทนความร้อนและความดัน ไม่อ่อนตัวและเปลี่ยนรูปร่างไม่ได้ แต่ถ้าอุณหภูมิสูงก็จะแตกและไหม้เป็นขี้เถ้าสีดำ พลาสติกประเภทนี้โมเลกุลจะเชื่อมโยงกันเป็นร่างแหจับกันแน่น แรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลแข็งแรงมาก จึงไม่สามารถนำมาหลอมเหลวได้ ตัวอย่าง เมลามีน พอลิยูรีเทน



##### 5. ตารางการเรียนรู้แกนกลาง (วิชาพื้นฐาน)/สาระเนื้อหา (วิชาเพิ่มเติม)

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

- ความสามารถในการสื่อสาร     ความสามารถในการคิด     ความสามารถในการแก้ปัญหา
- ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต     ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี

##### 6. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

- รักษาดี ศาสน์ กษัตริย์     ซื่อสัตย์สุจริต     มีวินัย     ใฝ่เรียนรู้
- อยู่อย่างพอเพียง     มุ่งมั่นในการทำงาน     รักความเป็นไทย     มีจิตสาธารณะ

##### 7. ชิ้นงาน/ภาระงาน

7.1 ใบงานที่ 1 การเกิดพอลิเมอร์

7.2 แบบทดสอบ เรื่อง การเกิดพอลิเมอร์






## 8. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้

วิธีสอนตามแนวคอนสตรัคติวิซึม

ขั้นตอน การเรียนรู้	กิจกรรมการเรียนการสอน	สื่อประกอบ	เวลา
<p><b>1. <u>ขั้นเกิดความรู้</u></b> <b><u>ขัดแย้งทางปัญญา</u></b></p>	<p>1. ครูถามคำถามว่าทำไมขวดน้ำพลาสติกสามารถนำมารีไซเคิลได้ แต่จานเมลามีนไม่สามารถนำมารีไซเคิลได้ (เพราะเป็นพลาสติกคนละชนิดกัน ขวดน้ำรีไซเคิลได้เพราะเมื่อให้ความร้อนแล้วอ่อนตัวสามารถนำมาขึ้นรูปใหม่ได้ แต่จานเมลามีนทนความร้อนไม่สามารถนำมาขึ้นรูปใหม่ได้)</p> <p>2. ครูถามคำถามว่าเพราะอะไรพลาสติกบางชนิดเมื่อให้ความร้อนแล้วสามารถขึ้นรูปใหม่ได้ แต่บางชนิดทำไม่ได้ (เพราะพลาสติกแต่ละชนิดมีโครงสร้างที่แตกต่างกัน ถ้ามีโครงสร้างที่เป็นร่างแห จะทนต่อความร้อน เมื่อให้ความร้อนสูงจะแตกและไหม้ จะไม่สามารถขึ้นรูปใหม่ได้ แต่ถ้าพลาสติกแบบเส้นและกึ่ง จะอ่อนตัวเมื่อได้รับความร้อนและขึ้นรูปใหม่ได้)</p> <p>2. ครูให้นักเรียนดู VDO การขึ้นรูปใหม่เมื่อได้รับความร้อนของไข่ดิบและน้ำแข็ง เปรียบเทียบเป็นประเภทเทอร์โมเซตและเทอร์โมพลาสติก แล้วถามคำถามเพื่อให้นักเรียน ศึกษา ค้นคว้า คือ</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- เทอร์โมพลาสติกคืออะไร มีโครงสร้างเป็นอย่างไร</li> <li>- เทอร์โมเซตคืออะไร มีโครงสร้างเป็นอย่างไร</li> <li>- โครงสร้างแบบเส้น แบบกึ่ง และแบบร่างแห มีลักษณะเป็นอย่างไร</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ข้อคำถาม</li> <li>- ภาพผลิตภัณฑ์</li> <li>- VDO เรื่องเทอร์โมเซตและเทอร์โมพลาสติก</li> </ul>	20 นาที
<p><b>2. <u>ขั้นแสวงหา</u></b> <b><u>คำตอบ</u></b></p>	<p>1. ครูอธิบายให้นักเรียนฟังว่าโครงสร้างของพอลิเมอร์มี 3 โครงสร้างคือ โครงสร้างแบบเส้น โครงสร้างแบบกึ่ง โครงสร้างแบบร่างแห ให้นักเรียนคิดว่าโครงสร้างแต่ละโครงสร้างมีลักษณะเหมือนกันหรือต่างกันอย่างไร</p> <p>2. ครูให้นักเรียนแสดงโครงสร้างจากนามธรรม ให้เป็นรูปธรรม โดยนักเรียนแต่ละคนเป็นมอนอเมอร์เชื่อมต่อกันเป็นโครงสร้างของพอลิเมอร์ด้วยการจับมือกัน ดังนี้</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ใบความรู้เรื่อง การเกิดพอลิเมอร์</li> </ul>	40 นาที

	<p>- กลุ่มที่ 1 แสดง โครงสร้างแบบเส้น (ให้ยืนเรียงกันเป็นแถว 3 แถว โดยมีการจับมือกันเฉพาะในแถว แล้วให้ความร้อนโดยการดึงออกจากกันสามารถเปลี่ยนรูปร่างได้หรือไม่)</p> <p>- กลุ่มที่ 2 แสดง โครงสร้างแบบกึ่ง (ให้นักเรียนเข้าแถวกัน 3 แถว โดยมีการจับมือกันในแถว แล้วแต่ละแถวจับมือกับกึ่งที่ยื่นออกมา แล้วให้ความร้อนโดยการดึงออกจากกันสามารถเปลี่ยนรูปร่างได้หรือไม่)</p> <p>- กลุ่มที่ 3 แสดง โครงสร้างแบบร่างแห (ให้นักเรียนเข้าแถวกัน 3 แถว โดยมีการจับมือกันในแถว แล้วแต่ละแถวจับมือกับกึ่งที่ยื่นออกมา แล้วกึ่งกับกึ่งก็จับกันเองด้วย ให้ความร้อนโดยการดึงออกจากกันสามารถเปลี่ยนรูปร่างได้หรือไม่)</p> <p>3. เมื่อแสดง โครงสร้างให้เพื่อนๆดูเสร็จแล้วให้บอกว่า กลุ่มของตัวเองเป็น โครงสร้างของพลาสติกประเภทเทอร์โมเซต หรือเทอร์โมพลาสติก</p>		
<p><b>3. <u>ขั้นตรวจสอบความเข้าใจ</u></b></p>	<p>1. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับ โครงสร้างแต่ละ โครงสร้าง คือ โครงสร้างแบบเส้น โครงสร้างแบบกึ่ง โครงสร้างแบบร่างแห จาก โครงสร้างที่นักเรียนจับกันในแต่ละกลุ่ม</p> <p>2. จากที่แต่ละกลุ่มบอกประเภทว่าเป็นประเภทเทอร์โมเซต หรือเทอร์โมพลาสติก ให้ช่วยกันสรุปในประเด็นต่างๆ ดังนี้</p> <p><b>1.ประเภทของพอลิเมอร์</b></p> <p><b>1.1 พิจารณาตามแหล่งกำเนิด</b></p> <p>1) พอลิเมอร์ธรรมชาติ (Natural Polymers)</p> <p>2) พอลิเมอร์สังเคราะห์ (Synthetic Polymers)</p> <p><b>1.2. พิจารณาตามโครงสร้างของพอลิเมอร์ แบ่งออกเป็น 3 แบบ คือ</b></p>	<p>-power point เรื่องการเกิดพอลิเมอร์</p>	<p>40 นาที</p>

	<p>1) พอลิเมอร์แบบเส้น (Chain length polymer)</p>  <p>2) พอลิเมอร์แบบกิ่ง (Branched polymer)</p>  <p>3) พอลิเมอร์แบบร่างแห (Cross-linking polymer)</p>  <p>2. พลาสติก (Plastic)</p> <p>2.1 สมบัติทั่วไปของพลาสติก</p> <p>2.2 ประเภทของพลาสติก</p> <p>1) เทอร์โมพลาสติก</p> <p>2) พลาสติกเทอร์โมเซต</p> <p>2.3 การเลือกใช้ประโยชน์ของเทอร์โมพลาสติกและเทอร์โมเซต</p> <p>3. ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดเรื่อง การเกิดพอลิเมอร์</p>		
<p>4. <u>ขั้นใช้ความรู้ที่เรียนมา</u></p>	<p>1. นักเรียนและครูร่วมกันแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับประโยชน์ที่ได้รับจากการปฏิบัติกิจกรรม โดยให้นักเรียนเขียนอธิบายว่าในชีวิตประจำวันของนักเรียนเคยใช้พลาสติกชนิดใดที่ไม่เหมาะสม แล้วใช้พลาสติกชนิดใดที่เหมาะสม ยกตัวอย่างมาประเด็นละ 5 ข้อ พร้อมทั้งแนวทางการแก้ไข</p>	<p>- กระดาษ รายงาน</p>	<p>20 นาที</p>

## 9. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

### 9.1 สื่อการเรียนรู้

1. หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้เพิ่มเติมเคมี เล่ม 5
2. ใบความรู้ เรื่อง การเกิดพอลิเมอร์
3. PowerPoint เรื่อง การเกิดพอลิเมอร์

### 9.2 แหล่งการเรียนรู้

1. ห้องสมุด
2. แหล่งข้อมูลสารสนเทศ

## 10. การวัดและประเมินผล

สิ่งที่ต้องการวัด	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การประเมิน
<b>1. ด้านความรู้</b> 1. นักเรียนสามารถยกตัวอย่างพอลิเมอร์ธรรมชาติและพอลิเมอร์สังเคราะห์ได้ 2. นักเรียนสามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างกับสมบัติของพอลิเมอร์ได้ 3. นักเรียนสามารถเปรียบเทียบสมบัติของเทอร์โมพลาสติกและเทอร์โมเซตได้ 4. นักเรียนสามารถเลือกใช้ประโยชน์ของเทอร์โมพลาสติกและเทอร์โมเซตได้	1. การซักถาม 2. การตรวจการทำแบบฝึกหัด	1. แบบทดสอบปากเปล่า 2. แบบฝึกหัด	1. นักเรียนร้อยละ 70 สามารถตอบคำถามได้อย่างถูกต้อง 2. นักเรียนสามารถทำแบบทดสอบได้ถูกต้อง ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 70
<b>2. ด้านทักษะกระบวนการ</b> 1. นักเรียนสามารถทำกิจกรรมได้อย่างถูกต้อง	1. ตรวจจากการทำงานกลุ่ม	1. แบบประเมินการทำกิจกรรมในใบงาน	1. นักเรียนสามารถทำแบบทดสอบได้ถูกต้อง ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 70
<b>3. ด้านคุณลักษณะที่พึงประสงค์</b> - แสดงความมีเหตุผล มีความสนใจใฝ่รู้ มีความเพียรพยายาม มุ่งมั่น ในการแสวงหาความรู้ และยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น	1. การสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้และพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	1. แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้และพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	1. นักเรียนต้องผ่านเกณฑ์ระดับดีขึ้นไป (ประเมินรายกลุ่ม)

**บันทึกผลการสอน****ผลการสอน**

ในการทำกิจกรรมนักเรียนให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมเป็นอย่างดี

นักเรียนมากกว่าร้อยละ 70 สามารถตอบคำถามในห้องเรียน ทำแบบทดสอบหลังเรียนได้ถูกต้อง

นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์และกล้าแสดงออกในการทำกิจกรรม

**ปัญหาและอุปสรรค/ข้อบกพร่อง**

การจัดกิจกรรม นักเรียนเกิดข้อสงสัย ทำให้เสียงดังและเกิดความวุ่นวายในการแสดง โครงสร้างของ  
พอลิเมอร์

**ข้อเสนอแนะและแนวทางแก้ไข**

ควรอธิบายขั้นตอนในการทำกิจกรรมชัดเจน เพื่อให้การจัดกิจกรรมเป็นระเบียบ

ลงชื่อ.....ประภัสสร สารชนะ.....ผู้สอน

(นางสาวประภัสสร สารชนะ)

วันที่...01.../...02...../...2559...บันทึก

## ใบความรู้ เรื่อง การเกิดพอลิเมอร์

**1.ประเภทของพอลิเมอร์** พอลิเมอร์เป็นสารที่มีอยู่มากมายหลายชนิด ซึ่งในแต่ละชนิดก็จะมีสมบัติและการกำเนิดที่แตกต่างกัน ดังนั้นการจัดจำแนกประเภทพอลิเมอร์จึงสามารถทำได้หลายวิธีขึ้นอยู่กับว่าใช้ลักษณะใดเป็นเกณฑ์ในการพิจารณา เราสามารถจำแนกประเภทพอลิเมอร์ได้ โดยอาศัยลักษณะต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

**1.1 พิจารณาตามแหล่งกำเนิด** เป็นวิธีการพิจารณาโดยดูจากวิธีการกำเนิดของพอลิเมอร์ชนิดนั้น ซึ่งจะสามารถจำแนกพอลิเมอร์ได้เป็น 2 ประเภท คือ พอลิเมอร์ธรรมชาติ และพอลิเมอร์สังเคราะห์

**1) พอลิเมอร์ธรรมชาติ (Natural Polymers)** เป็นพอลิเมอร์ที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ สามารถพบได้ในสิ่งมีชีวิตทุกชนิด โดยพอลิเมอร์ธรรมชาติเหล่านี้เป็นสิ่งที่สิ่งมีชีวิตผลิตขึ้นโดยอาศัยกระบวนการทางเคมีต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นภายในเซลล์ และมีการเก็บสะสมไว้ใช้ประโยชน์ตามส่วนต่าง ๆ ดังนั้นพอลิเมอร์ธรรมชาติจึงมีความแตกต่างกันไปตามชนิดของสิ่งมีชีวิตและตำแหน่งที่พบในสิ่งมีชีวิต ตัวอย่างพอลิเมอร์ธรรมชาติ ได้แก่ เส้นใยพืช เซลลูโลส และไคติน เป็นต้น

**2) พอลิเมอร์สังเคราะห์ (Synthetic Polymers)** เกิดจากการสังเคราะห์ขึ้นโดยมนุษย์ ด้วยวิธีการนำสารมอนอเมอร์จำนวนมากมาทำปฏิกิริยาเคมีภายใต้สภาวะที่เหมาะสม ทำให้มอนอเมอร์เหล่านั้นเกิดพันธะโคเวเลนต์ต่อกันกลายเป็นโมเลกุลพอลิเมอร์ โดยสารมอนอเมอร์ที่มักใช้เป็นสารตั้งต้นในกระบวนการสังเคราะห์พอลิเมอร์ คือ สารไฮโดรคาร์บอนที่เป็นผลพลอยได้จากกลั่นน้ำมันดิบและการแยกแก๊สธรรมชาติ เช่น เอทิลีน สไตรีน โพรพิลีน ไวนิลคลอไรด์ เป็นต้น

**1.2. พิจารณาตามโครงสร้างของพอลิเมอร์** แบ่งออกเป็น 3 แบบ คือ

**1) พอลิเมอร์แบบเส้น (Chain length polymer)** เป็นพอลิเมอร์ที่เกิดจากมอนอเมอร์สร้างพันธะต่อกันเป็นสายยาว โซ่พอลิเมอร์เรียงชิดกันมากกว่าโครงสร้างแบบอื่น ๆ จึงมีความหนาแน่นและจุดหลอมเหลวสูง มีลักษณะแข็ง ชุ่มเหนียวกว่าโครงสร้างอื่น ๆ ตัวอย่าง PVC พอลิสไตรีน พอลิเอทิลีน ดังภาพ



**2) พอลิเมอร์แบบกิ่ง (Branched polymer)** เป็นพอลิเมอร์ที่เกิดจากมอนอเมอร์ยึดกันแตกกิ่งก้านสาขา มีทั้งโซ่สั้นและโซ่ยาว กิ่งที่แตกจาก พอลิเมอร์ของโซ่หลัก ทำให้ไม่สามารถ

จัดเรียงโซ่พอลิเมอร์ให้ชิดกันได้มาก จึงมีความหนาแน่นและจุดหลอมเหลวต่ำยืดหยุ่นได้ ความเหนียวต่ำ โครงสร้างเปลี่ยนรูปได้ง่ายเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น ตัวอย่าง พอลิเอทิลีนชนิดความหนาแน่นต่ำ ดังภาพ



3) พอลิเมอร์แบบร่างแห (Cross-linking polymer) เป็นพอลิเมอร์ที่เกิดจากมอนอเมอร์ต่อเชื่อมกันเป็นร่างแห พอลิเมอร์ชนิดนี้มีความแข็งแรง และเปราะหักง่าย ตัวอย่าง เบกาไลต์ เมลามีนใช้ทำถ้วยชาม ดังภาพ



2. พลาสติก (Plastic) คือ สารที่สามารถทำให้เป็นรูปต่างๆ ได้ด้วยความร้อน พลาสติกเป็นพอลิเมอร์ ขนาดใหญ่ มวลโมเลกุลมาก

### 2.1 สมบัติทั่วไปของพลาสติก

- 1) มีความเสถียรมากในธรรมชาติ สลายตัวยาก มีมวลน้อย และเบา
- 2) เป็นฉนวนความร้อนและไฟฟ้าที่ดี
- 3) ส่วนมากอ่อนตัวและหลอมเหลวเมื่อได้รับความร้อน จึงเปลี่ยนเป็นรูปต่างๆ ได้ตามประสงค์

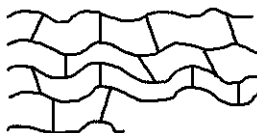
### 2.2 ประเภทของพลาสติก

1) เทอร์มอพลาสติก เมื่อได้รับความร้อนจะอ่อนตัว และเมื่อเย็นลงจะแข็งตัว สามารถเปลี่ยนรูปได้ พลาสติกประเภทนี้โครงสร้างโมเลกุลเป็นโซ่ตรงยาว มีการเชื่อมต่อระหว่างโซ่พอลิเมอร์น้อยมาก จึงสามารถหลอมเหลว หรือเมื่อผ่านการอัดแรงมากจะไม่ทำลายโครงสร้างเดิม ตัวอย่าง พอลิเอทิลีน พอลิโพรพิลีน พอลิสไตรีน



2) พลาสติกเทอร์มอเซต จะคงรูปหลังการผ่านความร้อนหรือแรงดันเพียงครั้งเดียว เมื่อเย็นลงจะแข็งมาก ทนความร้อนและความดัน ไม่อ่อนตัวและเปลี่ยนรูปร่างไม่ได้ แต่ถ้าอุณหภูมิ

สูงก็จะแตกและไหม้เป็นขี้เถ้าสีดำ พลาสติกประเภทนี้โมเลกุลจะเชื่อมโยงกันเป็นร่างแหจับกันแน่น แรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลแข็งแรงมาก จึงไม่สามารถนำมาหลอมเหลวได้ ตัวอย่าง เมลามีน พอลิยูรีเทน



### ตารางแสดงความแตกต่างระหว่างเทอร์โมพลาสติกและเทอร์โมเซต

เทอร์โมพลาสติก	เทอร์โมเซต
1. เป็นพอลิเมอร์แบบเส้นหรือแบบกิ่ง	1. เป็นพอลิเมอร์แบบเชื่อมโยงหรือแบบร่างแห
2. จะอ่อนตัวหรือหลอมเหลวเมื่อได้รับความร้อน	2. จะแข็งตัวเมื่อได้รับความร้อน
3. ต้องทำให้เย็นก่อนเอาออกจากแม่แบบ มิฉะนั้นจะเสียรูปทรงได้	3. ไม่ต้องรอให้เย็นก่อนเอาออกจากแม่แบบ
4. ไม่เกิดปฏิกิริยาพอลิเมอไรเซชันในแม่พิมพ์	4. เกิดปฏิกิริยาพอลิเมอไรเซชันในแม่พิมพ์
5. นำมารีไซเคิลโดยการหลอมและขึ้นรูปใหม่ได้	5. ไม่สามารถนำมารีไซเคิลได้

### 2.3 การเลือกใช้ประโยชน์ของเทอร์โมพลาสติกและเทอร์โมเซต

#### 2.3.1 เทอร์โมพลาสติก

1) พอลิเอทิลีน มีการใช้อย่างกว้างขวางเพราะว่าไม่แพง ยืดหยุ่นได้ ทนทานมาก และทนต่อสารเคมี LDPE ถูกขึ้นรูปเป็นขวด หีบห่ออาหาร และของเล่น พอลิเอทิลีนความหนาแน่นสูง (HDPE) มีความหนาแน่นอยู่ในช่วงตั้งแต่ 0.95 ถึง 0.97 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร โมเลกุลของ HDPE จะมีแฉก โบนคาร์บอนที่ยาวมากแต่ไม่มีไซดค์รูป ผลก็คือ โมเลกุลเหล่านี้เชื่อมกันอย่างแน่นหนามากขึ้น HDPE แข็งแรงกว่า แข็งกว่า และโปร่งแสงน้อยกว่าพอลิเอทิลีนความหนาแน่นต่ำ HDPE ใช้ทำถุง ถังน้ำมันรถ หีบห่อและท่อน้ำ

2) พอลิไวนิลคลอไรด์ พีวีซีจะทนต่อการสึกกร่อนและนำไปทำท่อน้ำ ขอบบ้าน และรางน้ำ พีวีซีสามารถทำให้อ่อนได้ด้วยสารเคมีบางชนิด รูปที่อ่อนของพีวีซีจะใช้เป็นหีบห่ออาหาร ชุคกันฝน พื้นรองเท้า ขวดแชมพู กระเบื้องปูพื้น ถุงมือ เมาะ และอื่นๆ



3) พอลิโพรพิลีนมีความทนทานและทนต่อสารเคมี ผลิตภัณฑ์พอลิโพรพิลีนต่างๆ ก็เช่น เชือก เส้นใย กระเป๋าเดินทาง อุปกรณ์ลอยน้ำต่างๆ และสไตรโพรโฟม

4) พอลิเอทิลีน เทเรฟทาเลท โมเลกุลของเอทิลีนจัดเรียงตัวอย่างเป็นระเบียบมาก ทำให้กลายเป็นวัสดุที่แข็งแรงและทนต่อการถลอกซึ่งจะใช้ผลิตฟิล์มและเส้นใยพอลิเอสเตอร์ พียูที่ จะผลิตโดยกระบวนการ injection molding ให้เป็นที่ปิดน้ำฝน เกียร์ รอก และถาดอาหาร

5) อะครีโลไนไทรล์ บิวทาไดอิน สไตรีน โഴพอลิเมอร์โดยเชื่อมติดกับโมเลกุลของ ยาง ข้อดีของเอบีเอส ก็คือวัสดุนี้จะรวมความแข็งและแข็งแรงของอะครีโลไนไทรล์และสไตรีน กับ ความเหนียวของยางพอลิบิวทาไดอิน แม้ว่าราคาของเอบีเอสที่ผลิตออกมาจะแพงกว่าพอลิสไตรีนถึง เกือบสองเท่า เอบีเอสก็นับได้ว่าเป็นเลิศในความแข็ง ความแวววาว ความเหนียว และสมบัติในการ เป็นฉนวน

6) พอลิเมทิล เมทาคริเลท เทอร์โมพลาสติกชนิดนี้ใช้ทำเลนส์สายตา กระจกหน้า เครื่องบิน หน้าต่างหลังคา และป้ายโฆษณา

7) พอลิเอไมด์ เส้นใยไนลอนที่ใช้กันอย่างแพร่หลายได้แก่ ไนลอน-6,6 และ ไนลอน-6 (ที่เป็นเลขเดียวกันก็เพราะว่าไนลอนนี้เกิดขึ้นโดยกรดอะมิโนชนิดเดียว) ซึ่งนำไปใช้ทำสิ่ง ทอ เชือก เอ็นตกปลา แปร่ง ฯลฯ

### 2.3.2 เทอร์โมเซต

1) พอลิยูรีเทน มีการใช้อย่างกว้างขวางในหลายรูปแบบ คือ โฟมอ่อนและโฟมแข็ง โฟมพอลิยูรีเทนอ่อนเซลล์เปิดจะใช้ในการทำเบาะ พูก และหีบห่อ ส่วนโฟมพอลิยูรีเทนแข็งจะใช้ เป็นฉนวนในตู้เย็น เครื่องแช่แข็ง และบ้าน

2) ฟีนอลิกส์ เรซินฟีนอลิก เป็นตัวต้านทานไฟฟ้าอย่างยอดเยี่ยม นำไปเคลือบ ผลิตภัณฑ์ต่างๆ ได้มากมาย เช่น แผงวงจรไฟฟ้า เรซินฟีนอลิกยังนำไปผ่านกระบวนการ compression molding เพื่อขึ้นรูปเป็นสวิทช์ไฟฟ้า กระดาษ แผ่นความร้อนและที่จับเตารีด โครงวิทยุ และโทรทัศน์ และฐานเครื่องปิ้งขนมปัง

3) เมลามีน-ฟอร์มาลดีไฮด์ และยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์ เรซินยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์ (UF) และเมลามีน-ฟอร์มาลดีไฮด์ (MF) ทนความร้อนได้มากกว่า กั้นรอยขีดข่วนได้มากกว่า และเป็นรอย ต่างได้น้อยกว่ายูเรียฟอร์มาลดีไฮด์ เรซินเอ็มเอฟจะใช้ในการผลิตเครื่องครัว ส่วนประกอบ อิเล็กทรอนิกส์ เครื่องเรือน ไม้อัดเคลือบ และดิคชั่นของไม้ให้กลายเป็นไม้อัด เรซินยูเรีย ฟอร์มาลดีไฮด์จะใช้ในผลิตภัณฑ์เช่น ปุ่มเครื่องใช้ไฟฟ้า ที่จับมีด และจาน

4) พอลิเอสเตอร์ไม้อิมตัว จะอยู่ในรูปของแผ่นพลาสติกขนาดใหญ่หรืออาจม้วนอยู่ ซึ่งจะนำไปขึ้นรูปเป็นผลิตภัณฑ์ เช่น พื้นห้องน้ำ ลำเรือเล็ก และวัสดุทำหลังคา บีเอ็มซีจะเป็นก้อน

พลาสติกขนาดใหญ่เพื่อเตรียมเข้ากระบวนการ compression molding เป็นตัวถังรถและส่วนประกอบรถยนต์อื่นๆ

5) อีพอกซี (Epoxy - EP) มีการใช้งานที่สำคัญในอุตสาหกรรมยานอวกาศ ส่วนประกอบอากาศยานทั้งหมดทำจากอีพอกซี อีพอกซีใช้ทำผิวปีกของเครื่องบินรบเอฟ-18 และเอฟ-22 รวมทั้งเป็น horizontal stabilizer ของเครื่องบินรบเอฟ-16 และเครื่องบินทิ้งระเบิดบี-1 นอกจากนี้แล้ว เกือบยี่สิบเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักเครื่องบินเจ็ทแฮร์เรียร์มีการเสริมรอบตัวถังด้วยกาวอีพอกซี

6) Reinforced Plastics หรือที่เรียกว่าคอมโพสิต เป็นพลาสติกที่เสริมความแข็งแรงด้วยเส้นใย เกล็ดใยเชือก ผ้า หรือวัสดุอื่นๆ เรซินเทอร์โมเซตติงอีพอกซีและเรซินพอลิเอสเตอร์ปกติใช้เป็นกาวเครื่องบินโบอิง 777 นำคอมโพสิตน้ำหนักเบาไปใช้อย่างมาก ผลิตภัณฑ์อื่นๆที่ทำจากคอมโพสิตก็ เช่น ลำเรือ ตัวถังรถ ไม้เทนนิส ไม้กอล์ฟ และเจ็ทสกี

## ใบงานที่ 1 เรื่อง การเกิดพอลิเมอร์

เลขที่สมาชิกในกลุ่ม.....ชั้น.....

**กิจกรรมที่ 1 คำชี้แจง :** ให้นักเรียนทำกิจกรรม พร้อมเติมคำในช่องว่างให้สมบูรณ์

**ขั้นตอนการทำกิจกรรม**

1. ให้นักเรียนแต่ละคนเป็นมอนอเมอร์เชื่อมต่อกันด้วยการจับมือ ดังนี้

- กลุ่มที่ 1 แสดงโครงสร้างแบบเส้น      - กลุ่มที่ 2 แสดงโครงสร้างแบบกิ่ง

- กลุ่มที่ 3 แสดงโครงสร้างแบบร่างแห

2. เมื่อแสดงโครงสร้างให้เพื่อนๆเสร็จแล้วให้บอกว่า กลุ่มของตัวเองเป็นโครงสร้างของพลาสติกประเภทเทอร์โมเซต หรือเทอร์โมพลาสติก




3. ให้นักเรียนศึกษา วาดรูปสิ่งที่สังเกต และช่วยกันเปรียบเทียบ บันทึกผลให้ตรงกับคำจำกัดความของโครงสร้างและประเภทของพลาสติก

**บันทึกผลการทำกิจกรรม**

รายการ	ภาพโครงสร้าง	ประเภทของพลาสติก	ตัวอย่าง
แสดงโครงสร้างแบบเส้น			
โครงสร้างแบบกิ่ง			
โครงสร้างแบบร่างแห			

**เฉลยใบงานที่ 1 เรื่อง การเกิดพอลิเมอร์**

**บันทึกผลการทำกิจกรรม**

รายการ	ภาพโครงสร้าง	ประเภทของพลาสติก	ตัวอย่าง
แสดงโครงสร้างแบบเส้น		เทอร์โมพลาสติก	PVC พอลิสไตรีน พอลิเอทิลีน
โครงสร้างแบบกิ่ง		เทอร์โมพลาสติก	พอลิเอทิลีนชนิด ความหนาแน่นต่ำ
โครงสร้างแบบร่างแห		เทอร์โมเซต	เบกาไลต์ เมลามีน

### แบบทดสอบเรื่อง การเกิดพอลิเมอร์

1. ข้อใดเป็นพอลิเมอร์ธรรมชาติทั้งหมด (ความรู้ความจำ)
 

ก. แป้ง เซลลูโลส พอลิสไตรีน	ข. โปรตีน พอลิไอโซพรีน กรดนิวคลีอิก
ค. ยางพารา พอลิเอทิลีน เทฟลอน	ง. ไกลโคเจน ไขมัน ซิลิโคน
2. ข้อใดกล่าวถูกต้อง (ความรู้ความจำ)
 

ก. ไนลอนและพลาสติกเป็นพอลิเมอร์ธรรมชาติ	ข. โปรตีนจัดเป็นพอลิเมอร์ธรรมชาติ
ค. พอลิเมอร์ธรรมชาติเกิดจากการสังเคราะห์	ง. เซลลูโลสจัดเป็นพอลิเมอร์สังเคราะห์
3. ข้อใดเป็นสาเหตุที่ทำให้พลาสติกแต่ละชนิดมีสมบัติแตกต่างกัน (ความรู้ความจำ)
 

ก. เพราะมีโครงสร้างต่างกัน	ข. เพราะมีองค์ประกอบของมอนอเมอร์ต่างกัน
ค. เพราะมีการผลิตจากเม็ดพลาสติกต่างชนิดกัน	ง. ทั้งข้อ ก. และ ข.
4. พลาสติก A ไม่อ่อนตัวเมื่อได้รับความร้อน ที่อุณหภูมิสูงจะแตกและไหม้กลายเป็นเถ้า ส่วนพลาสติก B ไม่อ่อนตัวเมื่อได้รับความร้อน คัดไปง่าย ดับยาก พลาสติก A และ B คือสารใด (การคิดวิเคราะห์)
 

ก. เมลามีน, พอลิสไตรีน	ข. พีวีซี, พอลิเอทิลีน
ค. พอร์ไมกา, เมลามีน	ง. พอลิสไตรีน, พีวีซี
5. ข้อใดเป็นสมบัติของพลาสติกเทอร์โมเซต (ความรู้ความจำ)
 

ก. มีโครงสร้างแบบเส้นหรือแบบกิ่ง	ข. โคนึงงอได้ง่ายจึงขึ้นรูปใหม่ได้อีกหลายครั้ง
ค. ผลิตภัณฑ์ที่ได้รับความร้อนอีกครั้งจะแตกหัก	ง. ผลิตภัณฑ์นี้ใช้แล้วนำมาทำเป็นพลาสติกกรีไซเคิลได้
6. ข้อใดไม่ใช่คุณสมบัติของเทอร์โมพลาสติก (ความรู้ความจำ)
 

ก. มีโครงสร้างแบบเส้นหรือแบบกิ่ง	ข. ผลิตภัณฑ์นี้ได้รับความร้อนอีกครั้งจะแตกหัก
ค. ผลิตภัณฑ์นี้ใช้แล้วนำมาทำเป็นพลาสติกกรีไซเคิลได้	ง. โคนึงงอได้ง่ายจึงขึ้นรูปใหม่ได้อีกหลายครั้ง

## 7. วิธีทดสอบสมบัติบางประการของพลาสติกคือ (การสังเคราะห์)

- (1) เมื่อออกแรงดึงจะไม่ยืด
- (2) มีรอยขีดเล็กน้อย
- (3) เมื่อได้รับความร้อนสูงจะแตก
- (4) เมื่อทดสอบด้วยความร้อนจะอ่อนตัวแล้วทำให้เป็นรูปร่างเดิมได้
- (5) ถ้าทดสอบด้วยอุณหภูมิสูงมากๆจะแตกใหม่

ถ้านักเรียนต้องการออกแบบการทดสอบประเภทของพลาสติกเทอร์โมเซตที่มีโครงสร้างแบบร่างแห จะใช้วิธีใดในการทดสอบ

ก. 1, 2

ข. 1, 2, 3

ค. 1, 2, 5

ง. 1, 2, 3, 5

## 8. ข้อใดเป็นการเลือกปฏิบัติได้เหมาะสมที่สุด (การนำไปใช้)

- ก. เก็บขวดพลาสติกไม่ใช้แล้วไว้ใส่น้ำมันเบนซิน
- ข. ใช้ถ้วยชามที่ผลิตจากพอลิเอทิลีนอุ่นอาหารในเตาไมโครเวฟ
- ค. เก็บรวบรวมถ้วยชามเมลามีนที่ชำรุดไว้เพื่อการนำกลับมาใช้ใหม่
- ง. ใช้ภาชนะที่เคลือบด้วยพอลิเอทเธอร์ฟลูออโรเอทิลีนในการทอดปลา

## 9. ผลการทดลองหาสมบัติบางประการของพลาสติก 3 ชนิด มาดังนี้ (การคิดวิเคราะห์)

สิ่งที่สังเกต	ชนิดของพลาสติก		
	A	B	C
1. ลักษณะของสารเมื่ออังความร้อน	อ่อน	อ่อน	ไม่อ่อน
2. ความยากง่ายในการตีไฟ	ง่าย	ยาก	ง่าย
3. ลักษณะของเปลวไฟ	เปลวไฟสีน้ำเงิน	เปลวไฟสีเหลือง	เปลวไฟสีเหลือง
4. ตีไฟแล้วดับเอง	ไม่ดับ	ดับ	ไม่ดับ

ก. A และ B เป็นเทอร์โมเซต

ข. A และ B เป็นเทอร์โมพลาสติก

ค. A และ C เป็นเทอร์โมพลาสติก

ง. A เป็นเทอร์โมพลาสติก, B และ C เป็นเทอร์โมเซต

### แบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียนและพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม

วันที่ประเมิน....01/02/59.....เรื่องที่สอน....การเกิดพอลิเมอร์.....ชั้น...ม.6/7....

รายการประเมิน	คะแนนกลุ่ม					
	1	2	3	4	5	6
<b>พฤติกรรมนักเรียน</b>						
1. มีความตั้งใจ สนใจในขณะที่เรียนและทำกิจกรรม	1	0	1	1	1	1
2. รับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย	0	1	1	1	1	1
3. ให้ความร่วมมือในการตอบคำถาม	1	1	1	1	1	1
4. การรักษาความสะอาด	1	0	1	1	0	1
5. ไม่คุยเล่นกันในขณะเรียน	1	1	1	0	1	1
<b>พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม</b>						
1. มีการแบ่งหน้าที่กันภายในกลุ่มอย่างรวดเร็ว และเป็นระเบียบเรียบร้อย	1	1	1	1	1	1
2. มีการปรึกษาหารือกันก่อนทำงาน	1	1	0	0	1	1
3. รับผิดชอบหน้าที่และงานที่ได้รับมอบหมาย	1	1	1	1	0	1
4. ยอมรับฟังความคิดเห็นซึ่งกันและกัน	0	1	1	0	1	1
5. มีการซักถาม และทบทวนเนื้อหาให้สมาชิกทุกคนเกิดความเข้าใจตรงกัน	1	1	0	1	1	1
รวม (10)	8	8	8	7	8	10

ข้อใดที่นักเรียนปฏิบัติ ได้ 1 คะแนน ไม่ปฏิบัติ ให้ 0 คะแนน

เกณฑ์การประเมินจากแบบสังเกตกำหนด ดังนี้

	ระดับคุณภาพ
9-10	ดีมาก
6-8	ดี
3-5	พอใช้
0-2	ควรปรับปรุง

ลงชื่อ.....ประภัสสร สารชนะ.....ผู้ประเมิน  
(นางสาวประภัสสร สารชนะ)

**แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี**  
**ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์และผลิตภัณฑ์**

---

**คำชี้แจง** ข้อสอบเป็นแบบปรนัย จำนวน 30 ข้อ ให้นักเรียนกากบาท (X) คำตอบที่ถูกต้องเพียง 1

ตัวเลือกลงในกระดาษคำตอบ

1. ข้อใดถูกต้องที่สุด (ความเข้าใจ)

- ก. ปริมาณคาร์บอนและออกซิเจนในถ่านหินมีผลต่อพลังงานความร้อนที่ได้จากการเผาไหม้ถ่านหิน ถ้ามีคาร์บอนมากออกซิเจนน้อยจะให้พลังงานความร้อนน้อย
- ข. การเผาไหม้ถ่านหินแอนทราไซต์ไม่เกิด CO NO<sub>2</sub> และ SO<sub>2</sub> ซึ่งเป็นแก๊สพิษ เพราะแอนทราไซต์ไม่มีธาตุ N และ S
- ค. การเกิดถ่านหินตั้งแต่พีตจนถึงแอนทราไซต์จะมีปริมาณคาร์บอนเพิ่มมากขึ้น ส่วนปริมาณออกซิเจนและสารระเหยจะลดน้อยลง
- ง. ถ่านหินส่วนใหญ่มีคุณภาพต่ำอยู่ในชั้นลิกไนต์และแอนทราไซต์ เพราะส่วนใหญ่มีเถ้าปนอยู่มาก แต่มีกำมะถันเพียงเล็กน้อย

2. ข้อใดไม่ถูกต้อง เกี่ยวกับการเกิดหินน้ำมัน (ความรู้ความจำ)

- ก. เกิดในภาวะที่มีออกซิเจนจำกัด
  - ข. เกิดภายใต้แหล่งน้ำจืดหรือน้ำเค็มก็ได้
  - ค. มีโครงสร้างที่แน่นอน ในทุกแหล่งที่ค้นพบ
  - ง. เกิดจากการสะสมและทับถมของซากพืชและซากสัตว์เล็กๆ
3. ถ้านักเรียนกลั่นลำดับส่วนของน้ำมันปิโตรเลียม นักเรียนจะได้ส่วนต่างๆ ที่มีจุดเดือดเรียงลำดับจากน้อยไปมากดังนี้(ความรู้ความจำ)

- ก. แก๊สหุงต้ม น้ำมันก๊าด น้ำมันดีเซล เบนซิน
- ข. น้ำมันดีเซล น้ำมันก๊าด เบนซิน แก๊สหุงต้ม
- ค. แก๊สหุงต้ม เบนซิน น้ำมันก๊าด น้ำมันดีเซล
- ง. แก๊สหุงต้ม เบนซิน น้ำมันดีเซล น้ำมันก๊าด



4. ข้อความต่อไปนี้ข้อใด ผิด สำหรับกระบวนการแตกสลายของน้ำมันดิบ (ความเข้าใจ)

ก. กระบวนการนี้เกิดขึ้น ที่อุณหภูมิไม่สูงมากนัก แต่ต้องมีคะตะเลส

ข. ผลิตภัณฑ์ที่ได้บางชนิด อาจเป็นสารไม่อิ่มตัว

ค. ปฏิกิริยานี้มีการสูญเสียไฮโดรเจน

ง. แอลเคนที่มีโมเลกุลเป็นสายมีสาขา จะถูกเปลี่ยนเป็นแอลเคนที่มีโมเลกุลเป็นสายตรง ซึ่งใช้ในน้ำมันดิบ

5. การปรับปรุงโครงสร้างของโมเลกุลให้เป็นเชื้อเพลิง หรือเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพตามต้องการ และใช้เป็นสารตั้งต้นในการผลิตสารชนิดอื่นๆ ต่อไป ซึ่งทำได้หลายวิธีดังนี้ (การประเมินค่า)

1. การทำให้สารประกอบไฮโดรคาร์บอน โมเลกุลใหญ่แตกออกเป็นโมเลกุลเล็ก

2. การเปลี่ยนสารประกอบไฮโดรคาร์บอนแบบโซ่ตรงเป็นโซ่กิ่ง

3. การรวมสารประกอบแอลเคนกับแอลไคน์ ที่มีมวลโมเลกุลต่ำ

4. การรวมสารประกอบแอลคีนที่มีโมเลกุลเล็กเข้าด้วยกัน

นักเรียนคิดว่าวิธีดังกล่าวถูกต้องหรือไม่อย่างไร

ก. เป็นวิธีการที่ถูกต้อง

ข. ข้อ 1 เป็นวิธีการที่ไม่ถูกต้อง เพราะไม่จำเป็นต้องแตกโมเลกุลของสารประกอบไฮโดรคาร์บอนจากโมเลกุลใหญ่เป็นโมเลกุลเล็ก

ค. ข้อ 2 เป็นวิธีการที่ไม่ถูกต้อง เพราะการเปลี่ยนสารประกอบไฮโดรคาร์บอนแบบโซ่ตรงเป็นโซ่กิ่งเกิดขึ้นได้ยาก

ง. ข้อ 3 เป็นวิธีการที่ไม่ถูกต้อง เพราะต้องใช้วิธีการรวมสารประกอบแอลเคนกับแอลคีน ที่มีมวลโมเลกุลต่ำ

6. อุตสาหกรรมปิโตรเคมีขั้นปลายเป็นอุตสาหกรรมผลิตสิ่งใด (ความรู้ความจำ)

ก. พลาสติก

ข. มอนอเมอร์

ค. โทลูอิน

ง. สไตรีน

7. เหตุผลข้อใดต่อไปนี้นำให้น้ำมันเบนซินมีจุดเดือดต่ำกว่าน้ำมันดีเซล (ความเข้าใจ)

ก. น้ำมันเบนซินมีจำนวนอะตอมของคาร์บอนในโมเลกุลน้อยกว่าน้ำมันดีเซล

ข. น้ำมันเบนซินมีจำนวนอะตอมของคาร์บอนในโมเลกุลมากกว่าน้ำมันดีเซล

ค. น้ำมันเบนซินมีจำนวนอะตอมของไฮโดรเจนในโมเลกุลน้อยกว่าน้ำมันดีเซล

ง. น้ำมันเบนซินมีจำนวนอะตอมของไฮโดรเจนในโมเลกุลมากกว่าน้ำมันดีเซล

8. ถ้าจะเลือกใช้รถที่ไม่มีควันดำควรเลือกใช้รถประเภทใด (การนำไปใช้)

- ก. รถที่ใช้แก๊สธรรมชาติ                      ข. รถที่ใช้น้ำมันดีเซล  
ค. รถที่ใช้น้ำมันเบนซิน                    ง. รถที่ใช้น้ำมันหล่อลื่น

9. จากข้อมูล

1. ไอโซออกเทน 93% เฮปเทน 7% โดยมวล
2. ไอโซออกเทน 93% เตตระเอทิลเลด 7% โดยมวล
3. ไอโซออกเทน 90% เตตระเอทิลเลด 10% โดยมวล
4. ไอโซออกเทน 90% เฮปเทน 10% โดยมวล

ข้อใดเรียงลำดับองค์ประกอบของน้ำมันเชื้อเพลิงที่มีมลพิษน้อยที่สุด (การวิเคราะห์)

- ก.  $2 < 3 < 1 < 4$                                       ข.  $2 < 1 < 3 < 4$   
ค.  $1 < 2 < 4 < 3$                                       ง.  $1 < 4 < 2 < 3$

10. น้ำมันดีเซลที่มีเลขซีเทนเท่ากับ 55 หมายความว่าอย่างไร (ความรู้ ความจำ)

- ก. ประกอบด้วยซีเทน 55% และเบนซิน 45%  
ข. น้ำมันดีเซลที่เติม MTBE ลงไป 45%  
ค. น้ำมันที่มีสมบัติในการเผาไหม้เหมือนกับมีแอลฟาเมทิลเนฟทาซีน 55%  
ง. น้ำมันที่มีสมบัติในการเผาไหม้เหมือนกับน้ำมันดีเซลที่มี  $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{CH}_3$  55%

11. มอนอเมอร์ตั้งต้นของพอลิเมอร์  $\text{---}\overset{\text{H}_2}{\text{C}}\text{---}\overset{\text{H}}{\underset{\text{OCH}_3}{\text{C}}}\text{---}\overset{\text{H}_2}{\text{C}}\text{---}\overset{\text{H}}{\underset{\text{OCH}_3}{\text{C}}}\text{---}\overset{\text{H}_2}{\text{C}}\text{---}\overset{\text{H}}{\underset{\text{OCH}_3}{\text{C}}}\text{---}$  นี้คือข้อใด (ความเข้าใจ)

- ก.  $\text{H}_3\text{C---}\overset{\text{H}}{\underset{\text{OCH}_3}{\text{C}}}\text{---}\text{CH}_3$                                       ข.  $\text{H}_3\text{C---}\text{CH}_2\text{---}\overset{\text{H}}{\underset{\text{OCH}_3}{\text{C}}}\text{---}$   
ค.  $\text{H}_2\text{C=}\overset{\text{H}}{\underset{\text{OCH}_3}{\text{C}}}\text{---}$                                       ง.  $\text{H}_2\text{C=C---}\overset{\text{H}}{\underset{\text{OCH}_3}{\text{C}}}\text{---}\text{CH}_3$

12. ข้อใดเป็นผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากปฏิกิริยาระหว่างเฮกซะ

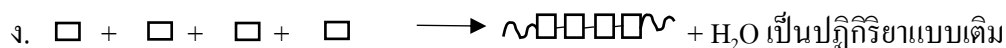
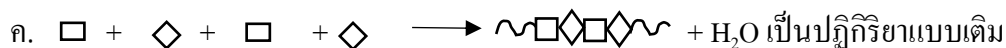
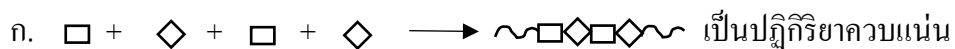
เมทิลีนไดเอมีน กับ กรดอะดิปีก (ความรู้ความจำ)

- ก. พอลิไวนิลคลอไรด์                                      ข. ไนลอน-6,6  
ค. ไนลอน-6,10    ง. พอลิเอทิลีนอะดิเปต

13. มอนอเมอร์ในข้อใดจะเกิดปฏิกิริยาพอลิเมอร์เชนแบบเติม (ความรู้ความจำ)

- ก.  $\text{H}_2\text{C=CH}_2$     ข.  $\text{H}_2\text{N-(CH}_2)_6\text{-NH}_2$   
ค.  $\text{CH}_3\text{-(CH}_2)_8\text{-CH}_3$                                       ง.  $\text{HO-(CH}_2)_2\text{-OH}$

14. ข้อใดอธิบายปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์ได้ถูกต้อง (ความเข้าใจ)



15. พอลิเมอร์ธรรมชาติในข้อใดจัดเป็นพอลิเมอร์ชนิดแบบเติม (ความรู้ความจำ)

ก. แป้ง

ข. ยาง

ค. โปรตีน

ง. ไกลโคเจน

16. ข้อใดเป็นพอลิเมอร์ธรรมชาติทั้งหมด (ความรู้ความจำ)

ก. แป้ง เซลลูโลส พอลิสไตรีน

ข. ไกลโคเจน ไขมัน ซิลิโคน

ค. ขางพารา พอลิเอทิลีน เทฟลอน

ง. โปรตีน พอลิไอโซพรีน กรดนิวคลีอิก

17. ข้อใดคือพอลิเมอร์สังเคราะห์ (ความรู้ความจำ)

ก. อีลาสโตเมอร์

ข. ไกลโคเจน

ค. พอลิเพปไทด์

ง. พอลินิวคลีโอไทด์

18. โสโมพอลิเมอร์เรียกอีกอย่างหนึ่งว่าอะไร (ความรู้ความจำ)

ก. พอลิเมอร์เดี่ยว

ข. พอลิเมอร์คู่

ค. พอลิเมอร์สาม

ง. พอลิเมอร์รวม

19. พลาสติกที่ใช้ทำถ้วยชามเป็นพอลิเมอร์ที่มีโครงสร้างแบบใด (ความรู้ความจำ)

ก. แบบเส้น

ข. แบบกิ่ง

ค. แบบตาข่าย

ง. แบบเส้นปนแบบกิ่ง

20. พอลิเมอร์ที่มีโครงสร้างดังรูป



พอลิเมอร์ที่มีโครงสร้างแบบใดมีความหนาแน่นมากที่สุด และพอลิเมอร์แบบใดมีความยืดหยุ่นได้ดีที่สุดตามลำดับ (การคิดวิเคราะห์)

ก. 3 และ 2

ข. 2 และ 3

ค. 1 และ 2

ง. 1 และ 3

21. ข้อใดเป็นสมบัติของพลาสติกเทอร์โมเซต (ความรู้ความจำ)

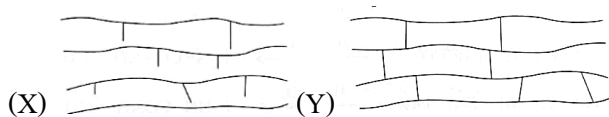
ก. มีโครงสร้างแบบเส้นหรือแบบกิ่ง

ข. โค้งงอได้ง่ายจึงขึ้นรูปใหม่ได้อีกหลายครั้ง

ค. ผลิตภัณฑ์ที่ได้รับความร้อนอีกครั้งจะแตกหัก

ง. ผลิตภัณฑ์นี้ใช้แล้วนำมาทำเป็นพลาสติกรีไซเคิลได้

22. จากสูตรโครงสร้างพอลิเมอร์ X และ Y ข้อความใดถูกต้องเกี่ยวกับโครงสร้างของ X และ Y (ความรู้ความจำ)



ก. ทั้ง X และ Y เป็นเทอร์โมพลาสติก

ข. X เป็นเทอร์โมพลาสติก ส่วน Y เป็นเทอร์โมเซต

ค. ทั้ง X และ Y เป็นเทอร์โมเซต

ง. X เป็นเทอร์โมเซต ส่วน Y เป็นเทอร์โมพลาสติก

23. มีพลาสติก A, B, C, D และ E ต้องการทดสอบว่าพลาสติกชนิดใด จัดอยู่ในประเภทพลาสติกเทอร์โมเซต มีวิธีการดังนี้

1. ตรวจสอบการติดไฟ
2. ทดลองให้ความร้อน
3. สังเกตสี และการอ่อนตัวเมื่อได้รับความร้อน
4. สังเกตจากขึ้นรูปใหม่เพื่อทำผลิตภัณฑ์ต่างๆ

จากวิธีการทดลองดังกล่าวในขั้นตอนใดไม่จำเป็นต้องทำการทดลอง เพราะเหตุใด (การวิเคราะห์)

- ก. ขั้นที่ 1 เพราะทั้งพลาสติกเทอร์โมเซต และเทอร์โมพลาสติกติดไฟง่ายเหมือนกัน
- ข. ขั้นที่ 2 เพราะไม่ต้องทดลองให้ความร้อนก็สามารถรู้ได้ว่าเป็นพลาสติกเทอร์โมเซต
- ค. ขั้นที่ 3 เพราะทั้งพลาสติกเทอร์โมเซต และเทอร์โมพลาสติกมีสีใกล้เคียงกัน และอ่อนตัวเมื่อได้รับความร้อนเหมือนกัน


ง. ขั้นที่ 4 เพราะเทอร์โมเซตไม่สามารถขึ้นรูปใหม่ได้ จะแตกเป็นชิ้นเล็กๆและไหม้กลายเป็นขี้เถ้า

24. ผลการทดลองหาสมบัติบางประการของพลาสติก 3 ชนิด มีดังนี้ (การคิดวิเคราะห์)

สิ่งที่สังเกต	ชนิดของพลาสติก		
	A	B	C
1. ลักษณะของสารเมื่ออังความร้อน	อ่อน	อ่อน	ไม่อ่อน
2. ความยากง่ายในการติดไฟ	ง่าย	ยาก	ง่าย
3. ลักษณะของเปลวไฟ	เปลวไฟสีน้ำเงิน	เปลวไฟสีเหลือง	เปลวไฟสีเหลือง
4. ติดไฟแล้วดับเอง	ไม่ดับ	ดับ	ไม่ดับ

- ก. A และ B เป็นเทอร์โมเซต
  - ข. A และ B เป็นเทอร์โมพลาสติก
  - ค. A และ C เป็นเทอร์โมพลาสติก
  - ง. A เป็นเทอร์โมพลาสติก, B และ C เป็นเทอร์โมเซต
25. ตัวถังของรถยนต์ที่ทำมาจากพลาสติกนั้นเป็นพลาสติกชนิดใด (ความรู้ความจำ)

- ก. พอลิเอสเตอร์
- ข. พอลิโพรพิลีน
- ค. พอลิไวนิลคลอไรด์
- ง. พอลิเอไมด์

26. สัญลักษณ์  ควรเป็นผลิตภัณฑ์ข้อใด (ความรู้ความจำ)
- ก. ถังน้ำ  
ข. ถังน้ำร้อนชนิดขุ่น  
ค. กระบอกฉีดยา  
ง. ถังน้ำร้อนชนิดขุ่น
27. จำนวนคาร์บอนของวัตถุที่ใช้ผลิต PVC และเทฟลอน มีกี่อะตอมต่อโมเลกุล (ความรู้ความจำ)
- ก. 2 อะตอมทั้งคู่  
ข. 2 และ 3 อะตอมตามลำดับ  
ค. 3 อะตอมทั้งคู่  
ง. 2 และ 4 อะตอมตามลำดับ
28. การทำให้ยางมีความแข็งแรง ยืดหยุ่น และอยู่ตัวมากขึ้น สามารถทนความร้อนได้ที่อุณหภูมิสูง ต้องนำยางธรรมชาติมาทำปฏิกิริยากับสารใด (ความรู้ความจำ)
- ก. ฟอสฟอรัส  
ข. แบบเรียมซัลเฟต  
ค. กำมะถัน  
ง. ไบแก้ว
29. เราควรใช้ยางชนิดใดที่มีสมบัติทนต่อสภาพที่ต้องสัมผัสกับน้ำมันเบนซินหรือตัวทำละลายอินทรีย์อื่นและยังทนไฟด้วย (ความรู้ความจำ)
- ก. พอลิไอโซพรีน  
ข. ยางเอสปีอาร์  
ค. นีโอพรีน  
ง. ยางกัตตา
30. เส้นใยชนิดใดที่เหมาะสมจะนำมาใช้ เพราะมีคุณสมบัติทนทานต่อเชื้อรา แบคทีเรีย สารเคมี ซักง่าย แห้งเร็ว (ความรู้ความจำ)
- ก. ฝ้าย  
ข. ไหม  
ค. ลินิน  
ง. ไนลอน

## เฉลยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1. ค.                      16. ง.

2. ค.                      17. ก.

3. ค.                      18. ก.

4. ง.                      19. ค.

5. ง.                      20. ค.

6. ก.                      21. ค.

7. ก.                      22. ค.

8. ค.                      23. ง.

9. ง.                      24. ข.

10. ง.                      25. ก.

11. ค.                      26. ข.

12. ข.                      27. ก.

13. ก.                      28. ค.

14. ข.                      29. ค.

15. ข.                      30. ง.

แบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ วิชาเคมี

เรื่อง เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์และผลิตภัณฑ์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

คำชี้แจง แบบวัดมโนทัศน์เป็นแบบปรนัย จำนวน 20 ข้อ ให้นักเรียนกากบาท (X) คำตอบที่ถูกเพียง 1 ตัวเลือกพร้อมทั้งอธิบายเหตุผลที่เลือกตอบข้อนั้นลงในกระดาษคำตอบ

1. ถ่านหินเกิดจากอะไร และจำแนกอายุการเกิดและปริมาณคาร์บอนที่เป็นองค์ประกอบได้เป็นอะไรบ้าง

- ก. การทับถมและสลายตัวของซากพืช, พีต ลิกไนต์ แอนทราไซต์
- ข. การทับถมและสลายตัวของซากสัตว์, พีต ลิกไนต์ ทุมินัส
- ค. การทับถมและสลายตัวของซากพืชและสัตว์, ลิกไนต์ บิทูมินัส คราไซต์
- ง. การทับถมและสลายตัวของซากหิน, ซับบิทูมินัส บิทูมินัส

เหตุผล \_\_\_\_\_

2. ข้อใดอธิบายการเกิดหินน้ำมันได้ไม่ถูกต้อง

- ก. หินน้ำมันเกิดจากการสะสมและทับถมของซากพืชพวกสาหร่ายและสัตว์เล็กอื่นๆ
- ข. หินน้ำมันเกิดที่บริเวณหนองบึงหรือในทะเลสาป
- ค. การเกิดหินน้ำมันจะได้สารอินทรีย์ที่ยืดหยุ่นคล้ายยาง เรียกว่า เคทิน
- ง. หินน้ำมันเกิดภายใต้ภาวะที่เหมาะสมเป็นเวลานานนับล้านปี

เหตุผล \_\_\_\_\_

3. จากข้อความต่อไปนี้

- (1) น้ำมันดิบแยกจากกันโดยการกลั่นลำดับส่วน
- (2) แก๊สธรรมชาติประกอบด้วยสารประกอบไฮโดรคาร์บอนและสารประกอบอื่นๆ ที่ปรากฏอยู่ในสถานะแก๊สเท่านั้น
- (3) พีโตรเลียมเกิดจากการทับถมและสลายตัวของซากพืชน้ำและซากสัตว์น้ำ
- (4) การปรับปรุงโครงสร้างโมเลกุลของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน ทำได้โดย

กระบวนการแตกสลายเท่านั้น

ข้อใดกล่าวได้ถูกต้อง

- ก. (1) เท่านั้น    ข. (2) และ (3)    ค. (1) และ (3)    ง. (1), (3) และ (4)

เหตุผล \_\_\_\_\_



## 4. ข้อใดไม่ถูกต้อง

ก. แก๊สธรรมชาติประกอบด้วยสารประกอบไฮโดรคาร์บอนและสารประกอบอื่นๆ ที่ปรากฏอยู่ที่สถานะของเหลวและแก๊ส

ข. เมื่อนำแก๊สธรรมชาติมาผ่านกระบวนการแยกแก๊ส จะได้ผลิตภัณฑ์ที่นำไปเป็นเชื้อเพลิงและสารตั้งต้นในอุตสาหกรรมได้

ค. ผลิตภัณฑ์จากการกลั่นน้ำมันดิบหรือการแยกแก๊สธรรมชาติใช้เป็นสารตั้งต้นในอุตสาหกรรมปิโตรเคมี ซึ่งแบ่งเป็นอุตสาหกรรมขั้นต้น ขั้นกลางและขั้นปลาย

ง. ปิโตรเคมีภัณฑ์ในอุตสาหกรรมขั้นต้น ได้แก่ เมทานอล ขั้นกลาง ได้แก่ เบนซีน และขั้นปลาย ได้แก่ เอทิลีน

เหตุผล \_\_\_\_\_

5. ขยะจากพลาสติกเป็นปัญหาใหญ่ที่อาจก่อให้เกิดมลพิษของดินและน้ำได้ หากมีการจัดการไม่ถูกวิธี นักวิทยาศาสตร์จึงคิดค้นวิธีการกำจัดพลาสติกที่ใช้แล้วหลายวิธี วิธีใดไม่ใช่วิธีการกำจัดพลาสติกที่ใช้แล้ว

ก. การใช้แสงแดดและใช้สมบัติการละลายน้ำ

ข. การใช้ปฏิกิริยาชีวเคมี

ค. การเปลี่ยนพลาสติกให้เป็นปุ๋ย

ง. การนำกลับมาใช้ใหม่

เหตุผล \_\_\_\_\_

6. การแยกแก๊สธรรมชาติสารในข้อใดนำไปใช้ในอุตสาหกรรมปิโตรเคมี

ก. ไซลีน

ข. ฟีนอล

ค. โพรเพน

ง. ไนลอน

เหตุผล \_\_\_\_\_

## 7. ข้อใดกล่าว ถูกต้อง

ก. มอนอเมอร์ หมายถึง โมเลกุลเดี่ยวหรือ หน่วยย่อย

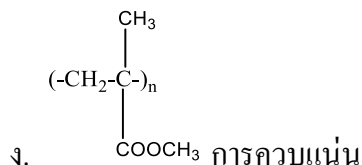
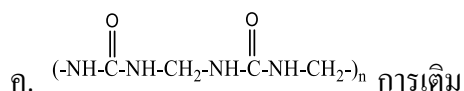
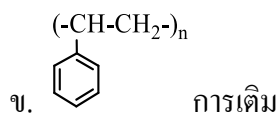
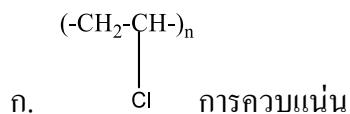
ข. พอลิเมอร์ คือ สารประกอบที่มีโมเลกุลขนาดเล็ก

ค. พอลิเมอร์เชื่อมต่อกันด้วยพันธะไอออนิก

ง. มอนอเมอร์เกิดจากพอลิเมอร์หลายๆชนิดมาเชื่อมต่อกัน

เหตุผล \_\_\_\_\_

8. ข้อใดบอกปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์ได้ถูกต้อง



เหตุผล \_\_\_\_\_

9. โครงสร้างของมอนอเมอร์  $\text{NH}_2-\text{CH}_2-\text{COOH}$  เกิดปฏิกิริยาพอลิเมอร์ไรเซชันแบบใด

- ก. ปฏิกิริยาพอลิเมอร์ไรเซชันแบบเติม      ข. ปฏิกิริยาพอลิเมอร์ไรเซชันแบบควบแน่น  
ค. ปฏิกิริยาพอลิเมอร์ไรเซชันแบบรวมตัว      ง. ปฏิกิริยาพอลิเมอร์ไรเซชันแบบไฮโดรไลซิส

เหตุผล \_\_\_\_\_

10. ข้อใดไม่ใช่พอลิเมอร์ธรรมชาติ

- ก. โปรตีน แป้ง      ข. ไกลโคเจน ยางธรรมชาติ  
ค. เซลลูโลส กรดนิวคลีอิก      ง. ไนลอน ลูไซค์

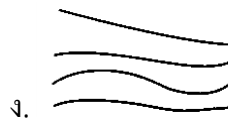
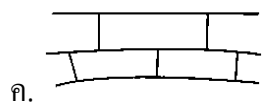
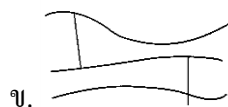
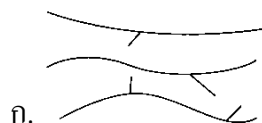
เหตุผล \_\_\_\_\_

11. สารข้อใดจัดเป็นโคพอลิเมอร์

- ก. โปรตีน      ข. เซลลูโลส      ค. ไกลโคเจน      ง. ยางธรรมชาติ

เหตุผล \_\_\_\_\_

12. โครงสร้างใดเป็นสูตรโครงสร้างของพอลิเอทิลีนความหนาแน่นสูง (HDPE)



เหตุผล \_\_\_\_\_



18. ข้อใดไม่ถูกต้อง

- ก. high density polyethylene (HDPE) ใช้ทำถุงร้อน
- ข. polystyrene (PS) ใช้ทำโฟมบรรจุอาหาร
- ค. polyamide (PA) ใช้ทำขวดน้ำดื่ม
- ง. polytetrafluoroethylene (PTFE) ใช้เคลือบภาชนะเพื่อไม่ให้อาหารติด

เหตุผล \_\_\_\_\_

19. ข้อใดไม่ใช่ประโยชน์ของยางสังเคราะห์ SBR

- |                |              |
|----------------|--------------|
| ก. พื้นรองเท้า | ข. สายพาน    |
| ค. จุกนมยาง    | ง. ล้อรถยนต์ |

เหตุผล \_\_\_\_\_

20. เส้นใยข้อใด คือสมบัติของใยธรรมชาติ

- |                   |                        |
|-------------------|------------------------|
| ก. ทนต่อแบคทีเรีย | ข. ดูดซับความชื้นได้ดี |
| ค. ราคาถูก        | ง. ผลิตได้มาก          |

เหตุผล \_\_\_\_\_

### เฉลยแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ วิชาเคมี

1. ตอบ ก.

เหตุผล ถ่านหินเกิดจากการทับถมและสลายตัวของซากพืช ภายในแหล่งน้ำ ที่มีภาวะความร้อนและความดันสูง มีธาตุคาร์บอนเป็นองค์ประกอบหลัก สามารถจำแนกอายุการเกิดและปริมาณคาร์บอนที่เป็นองค์ประกอบได้เป็น พีต ลิกไนต์ ซับบิทูมินัส บิทูมินัส และแอนทราไซต์

2. ตอบ ค.

เหตุผล หินน้ำมันเกิดจากการสะสมและทับถมของซากพืชพวกสาหร่ายและสัตว์เล็กอื่นๆ ภายในแหล่งน้ำและภาวะที่เหมาะสมเป็นเวลานานนับล้านปี เกิดสารอินทรีย์ คือ เคอโรเจน

3. ตอบ ค.

เหตุผล น้ำมันดิบเป็นสารผสมของสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่แยกออกจากกัน ได้โดยวิธีกลั่นลำดับส่วน สารผสมของสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่เกิดจากการทับถมและสลายตัวของซากพืชและสัตว์บริเวณใต้ทะเลเป็นเวลานานภายใต้ความร้อนและความดันสูงจนเปลี่ยนสภาพเป็นน้ำมันดิบและแก๊สธรรมชาติรวมเรียกว่า ปิโตรเลียม แต่แก๊สธรรมชาติประกอบด้วยสารประกอบไฮโดรคาร์บอนและสารประกอบอื่นๆ ที่ปรากฏอยู่ทั้งสถานะของเหลวและแก๊ส การปรับปรุงโครงสร้างโมเลกุลของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน ทำให้หลายวิธีโดยกระบวนการแตกสลายรีฟอร์มมิงแอลคิลเลชัน และโอลิโกเมอไรเซชัน

4. ตอบ ง.

เหตุผล แก๊สธรรมชาติประกอบด้วยสารประกอบไฮโดรคาร์บอนและสารประกอบอื่นๆ ที่ปรากฏอยู่ทั้งสถานะของเหลวและแก๊สเมื่อนำแก๊สธรรมชาติมาผ่านกระบวนการแยกแก๊ส จะได้ผลิตภัณฑ์ที่นำไปเป็นเชื้อเพลิงและสารตั้งต้นในอุตสาหกรรมได้ผลิตภัณฑ์จากการกลั่นน้ำมันดิบหรือการแยกแก๊สธรรมชาติใช้เป็นสารตั้งต้นในอุตสาหกรรมปิโตรเคมี ซึ่งแบ่งเป็นอุตสาหกรรมขั้นต้น ขึ้นกลาง และขั้นปลาย ปิโตรเคมีภัณฑ์ในอุตสาหกรรมขั้นต้น ได้แก่ เมทานอล เบนซีน และเอทิลีน

5. ตอบ ค.

เหตุผล การเปลี่ยนพลาสติกให้เป็นปุ๋ย ก่อให้เกิดมลพิษทางดิน สะสมในดินจะทำให้ดินขาดความสมบูรณ์ พืชเจริญเติบโตได้ไม่ดีเพราะน้ำและแร่ธาตุจะซึมผ่านไม่ได้ ต้องใช้วิธี การใช้แสงแดดและใช้สมบัติการละลายน้ำ การใช้ปฏิกิริยาชีวเคมี และการนำกลับมาใช้ใหม่



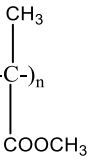
6. ตอบ ก.

เหตุผล การแยกแก๊สธรรมชาติไปใช้ประโยชน์ ได้สารไปใช้ในอุตสาหกรรมปิโตรเคมี คือ  $C_2$  อีเทน  $C_3$  โพรเพน และอื่นๆ ไปใช้เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมปิโตรเคมี

7. ตอบ ก.

เหตุผล มอนอเมอร์ คือ โมเลกุลเดี่ยว รวมกันหลายโมเลกุลได้เป็นพอลิเมอร์ พอลิเมอร์ เป็น สารประกอบที่มีโมเลกุลขนาดใหญ่ ที่ประกอบด้วยโมเลกุลเดี่ยวจำนวนมาก เชื่อมต่อกันด้วยพันธะ โคเวเลนต์ มอนอเมอร์ไม่ได้เกิดจากพอลิเมอร์หลายๆชนิดมาเชื่อมต่อกัน แต่พอลิเมอร์เกิดจาก มอนอเมอร์หลายโมเลกุลมาเชื่อมต่อกัน

8. ตอบ ข.

เหตุผล  $(-CH-CH_2-)_n$   และ  $(-CH_2-CH-)_n$   และ  $(-CH_2-C-)_n$   เกิดจากมอนอเมอร์ที่มีพันธะคู่ระหว่าง อะตอมคาร์บอน เกิดปฏิกิริยาพอลิเมอร์ไรเซชันแบบเติมที่ตำแหน่งพันธะคู่ ส่วน

$(-NH-C(=O)-NH-CH_2-NH-C(=O)-NH-CH_2-)_n$  เกิดปฏิกิริยาพอลิเมอร์ไรเซชันแบบควบแน่นเพราะมอนอเมอร์ไม่มี พันธะคู่ระหว่างอะตอมของคาร์บอน แต่มีหมู่ฟังก์ชันที่สามารถเกิดปฏิกิริยาได้อย่างน้อย 2 หมู่

9. ตอบ ข.

เหตุผล เนื่องจากเป็นมอนอเมอร์ที่มีหมู่ฟังก์ชันมากกว่า 1 หมู่ เกิดปฏิกิริยาได้เป็นพอลิเมอร์กับสาร โมเลกุลเล็ก

10. ตอบ ง.

เหตุผล ไนลอน ลูไซด์ เป็นพอลิเมอร์ที่เกิดจากการสังเคราะห์เพื่อใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ เรียก พอลิเมอร์สังเคราะห์ แต่ โพรตีน แป้ง ไกลโคเจน ยางธรรมชาติ เซลลูโลส กรดนิวคลีอิก เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ เรียก พอลิเมอร์ธรรมชาติ

11. ตอบ ก.

เหตุผล โพรตีน เป็นพอลิเมอร์ที่ประกอบด้วยมอนอเมอร์ต่างชนิดกัน เรียกว่า โคพอลิเมอร์ แต่ เซลลูโลส ไกลโคเจน ยางธรรมชาติ เป็นพอลิเมอร์ที่ประกอบด้วยมอนอเมอร์ชนิดเดียวกัน เรียก โฮโมพอลิเมอร์

12. ตอบ ง.

เหตุผล HDPE มีโครงสร้างแบบเส้นเป็นพอลิเมอร์สายโซ่ยาวเรียงชิดกันได้มากจึงมีความแข็ง ชุ่ม และเหนียว และมีความหนาแน่นสูง

13. ตอบ ค.

เหตุผล เกิดจากมอนอเมอร์เชื่อมต่อกันเป็นร่างแห ที่มีการเชื่อมโยงมาก จึงมีความแข็งแรงมาก ไม่ยืดหยุ่น เมื่อได้รับความร้อนจะไม่หลอมเหลว ไม่สามารถเปลี่ยนรูปร่างได้

14. ตอบ ง.

เหตุผล พอลิเมอร์แบบกิ่งและเส้น จะอ่อนตัวเมื่อได้รับความร้อน เมื่ออุณหภูมิลดลงจะสามารถแข็งตัวได้ แต่พอลิเมอร์แบบร่างแหเมื่อได้รับความร้อนจะไม่สามารถหลอมเหลวหรือเปลี่ยนแปลงรูปร่างได้

15. ตอบ ง.

เหตุผล พอลิเมอร์แบบกิ่งและเส้น เป็นเทอร์มอพลาสติก จะอ่อนตัวเมื่อได้รับความร้อน เมื่ออุณหภูมิลดลงจะสามารถแข็งตัวได้ แต่พอลิเมอร์แบบร่างแหเมื่อได้รับความร้อนจะไม่สามารถหลอมเหลวหรือเปลี่ยนแปลงรูปร่างได้ เป็นเทอร์โมเซต

16. ตอบ ข.

เหตุผล เทอร์มอพลาสติก จะอ่อนตัวเมื่อได้รับความร้อน เมื่ออุณหภูมิลดลงจะสามารถแข็งตัวได้ แต่เทอร์โมเซตเมื่อได้รับความร้อนจะไม่สามารถหลอมเหลวหรือเปลี่ยนแปลงรูปร่างได้

17. ตอบ ค.

เหตุผล เทอร์มอพลาสติก เป็นพอลิเมอร์ที่มีโครงสร้างโมเลกุลเป็นแบบเส้นหรือแบบกิ่ง จะอ่อนตัวเมื่อได้รับความร้อน และเมื่ออุณหภูมิลดลงจะแข็งตัว จึงสามารถตัดเป็นรูปทรงได้เมื่อได้รับความร้อน ส่วนเทอร์โมเซต เป็นพอลิเมอร์ที่มีโครงสร้างโมเลกุลเชื่อมต่อกันเป็นร่างแห เมื่อได้รับความร้อนจะไม่หลอมและแตกออกเมื่อได้รับความร้อนไม่สามารถเปลี่ยนรูปร่างได้

18. ตอบ ค.

เหตุผล polyamide (PA) ไม่ได้ใช้ทำขวดน้ำดื่ม แต่ใช้ทำเครื่องนุ่งห่ม ถูกรอง พรหม อวน หรือแห ส่วนขวดน้ำดื่มทำมาจาก polyethyleneterephthalate (PET)

19. ตอบ ค.

เหตุผล ยาง SBR เป็นยางสังเคราะห์ที่ทนทานต่อการเสียดสีได้ดี ใช้ในการทำพื้น  
รองเท้า สายพาน และยางรถยนต์

20. ตอบ ข.

เหตุผล เส้นใยธรรมชาติ มีลักษณะพองฟู ดูดซับความชื้นได้ดี ทอเป็นผ้าสวมใส่สบาย แต่แข็งแรง  
น้อย ทำความสะอาดยาก แห้งยาก เกิดเชื้อราได้ง่าย ส่วนเส้นใยสังเคราะห์ มีคุณสมบัติดีกว่าเส้นใย  
ธรรมชาติ ทนต่อแบคทีเรีย ผลิตได้มาก ราคาถูก แต่สวมใส่ไม่สบาย



### แบบวัดเจตคติต่อวิชาเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

คำชี้แจง 1. แบบวัดเจตคติต่อวิชาเคมี นี้มีทั้งหมด 20 ข้อ โดยแต่ละข้อจะประกอบด้วยข้อความเกี่ยวกับเคมี อยู่ทางด้านซ้ายมือ ส่วนด้านขวามือเป็นระดับความคิดเห็น 5 ระดับ คือ

- 5 หมายถึง เห็นด้วยอย่างยิ่ง หรือ ปฏิบัติมากที่สุด
- 4 หมายถึง เห็นด้วย หรือ ปฏิบัติมาก
- 3 หมายถึง ไม่แน่ใจ หรือ ปฏิบัติกลาง
- 2 หมายถึง ไม่เห็นด้วย หรือ ปฏิบัติน้อย
- 1 หมายถึง ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง หรือ ปฏิบัติน้อยที่สุด

2. ให้นักเรียนพิจารณาข้อความในแต่ละข้อแล้วทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างที่ตรงกับระดับความคิดเห็นของนักเรียนมากที่สุดในการตอบแบบวัดเจตคติต่อวิชาเคมีฉบับนี้ไม่มีความคิดเห็นใดที่ถูกหรือผิดเพราะเกิดจากความรู้สึกที่แท้จริงของนักเรียนและคำตอบของนักเรียนจะไม่มีผลต่อการเรียนของนักเรียนทั้งสิ้น

ข้อ ที่	ข้อความ	ระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
1	วิชาเคมีเป็นวิชาที่น่าค้นหา พิสูจน์ และทดลอง					
2	วิชาเคมีเป็นวิชาที่ยากเกินไปสำหรับการเรียนรู้					
3	วิชาเคมีทำให้รู้วิธีการป้องกันอันตรายได้					
4	วิชาเคมีไม่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้จริงในชีวิตประจำวัน					
5	ข้าพเจ้าสนใจศึกษาหาความรู้ในวิชาเคมี					
6	ข้าพเจ้ารู้สึกเบื่อหน่ายเมื่อต้องเรียนวิชาเคมี					
7	ข้าพเจ้ามีความกระตือรือร้นเมื่อได้เรียนวิชาเคมี					
8	ข้าพเจ้าไม่สนใจที่จะเป็นนักเคมี					

ข้อ ที่	ข้อความ	ระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
9	การเรียนเคมีสามารถนำไปเป็นพื้นฐานในการศึกษาต่อในระดับสูงได้					
10	การเรียนเคมีทำให้เราไม่มีจิตสำนึกในการรักษาธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม					
11	การเรียนเคมีทำให้เรารู้จักประยุกต์ใช้วัสดุชนิดอื่นทดแทนวัสดุจากธรรมชาติ					
12	การเรียนเคมีทำให้ไม่มั่นใจในการนำความรู้ไปใช้ได้ในชีวิตจริง					
13	ข้าพเจ้าชอบดูรายการเกี่ยวกับการทดลองเคมี					
14	ข้าพเจ้ารู้สึกเบื่อเมื่อต้องเข้าชมนิทรรศการ การทดลองเคมี					
15	ข้าพเจ้าชอบอ่านข่าวสาร ความก้าวหน้าที่เกี่ยวข้องกับเคมี					
16	ข้าพเจ้ารู้สึกอยากเรียนวิชาอื่นมากกว่าวิชาเคมี					
17	วิชาเคมีมีกิจกรรมที่ข้าพเจ้าชอบร่วมกิจกรรมทุกครั้ง					
18	การร่วมกิจกรรมเกี่ยวกับวิชาเคมีทำให้ข้าพเจ้ารู้สึกเครียด					
19	ข้าพเจ้าจะพยายามทำแบบฝึกหัดวิชาเคมีด้วยตัวเอง					
20	ข้าพเจ้าจะพยายามหลีกเลี่ยงที่จะทดลองกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับเคมี					

### เฉลยแบบวัดเจตคติต่อวิชาเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

คำชี้แจง 1. แบบวัดเจตคติต่อวิชาเคมี นี้มีทั้งหมด 20 ข้อ โดยแต่ละข้อจะประกอบด้วยข้อความเกี่ยวกับเคมี อยู่ทางด้านซ้ายมือ ส่วนด้านขวามือเป็นระดับความคิดเห็น 5 ระดับ คือ

5 หมายถึง เห็นด้วยอย่างยิ่ง หรือ ปฏิบัติมากที่สุด

4 หมายถึง เห็นด้วย หรือ ปฏิบัติมาก

3 หมายถึง ไม่แน่ใจ หรือ ปฏิบัติกลาง

2 หมายถึง ไม่เห็นด้วย หรือ ปฏิบัติน้อย

1 หมายถึง ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง หรือ ปฏิบัติน้อยที่สุด

2. ให้นักเรียนพิจารณาข้อความในแต่ละข้อแล้วทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างที่ตรงกับระดับความคิดเห็นของนักเรียนมากที่สุดในการตอบแบบวัดเจตคติต่อวิชาเคมีฉบับนี้ไม่มีความคิดเห็นใดที่ถูกหรือผิดเพราะเกิดจากความรู้สึกที่แท้จริงของนักเรียนและคำตอบของนักเรียนจะไม่มีผลต่อการเรียนของนักเรียนทั้งสิ้น

ข้อ ที่	ข้อความ	ระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
	<b>ความคิดเห็นทั่วไปต่อวิชาเคมี</b>					
1	วิชาเคมีเป็นวิชาที่น่าค้นหา พิสูจน์ และทดลอง	5	4	3	2	1
2	วิชาเคมีเป็นวิชาที่ยากเกินไปสำหรับการเรียนรู้	1	2	3	4	5
3	วิชาเคมีทำให้รู้วิธีการป้องกันอันตรายได้	5	4	3	2	1
4	วิชาเคมีไม่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้จริงในชีวิตประจำวัน	1	2	3	4	5
	<b>ความสนใจในวิชาเคมี</b>					
5	ข้าพเจ้าสนใจศึกษาหาความรู้ในวิชาเคมี	5	4	3	2	1
6	ข้าพเจ้ารู้สึกเบื่อหน่ายเมื่อต้องเรียนวิชาเคมี	1	2	3	4	5
7	ข้าพเจ้ามีความกระตือรือร้นเมื่อได้เรียนวิชาเคมี	5	4	3	2	1
8	ข้าพเจ้าไม่สนใจที่จะเป็นนักเคมี	1	2	3	4	5

ข้อ ที่	ข้อความ	ระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
9	การเห็นความสำคัญต่อวิชาเคมี การเรียนเคมีสามารถนำไปเป็นพื้นฐานในการศึกษาต่อใน ระดับสูงได้	5	4	3	2	1
10	การเรียนเคมีทำให้เราไม่มีจิตสำนึกในการรักษาธรรมชาติและ สิ่งแวดล้อม	1	2	3	4	5
11	การเรียนเคมีทำให้เรารู้จักประยุกต์ใช้วัสดุชนิดอื่นทดแทน วัสดุจากธรรมชาติ	5	4	3	2	1
12	การเรียนเคมีทำให้ไม่มั่นใจในการนำความรู้ไปใช้ได้ในชีวิต จริง	1	2	3	4	5
	<b>การนิยมชมชอบต่อวิชาเคมี</b>					
13	ข้าพเจ้าชอบดูรายการเกี่ยวกับการทดลองเคมี	5	4	3	2	1
14	ข้าพเจ้ารู้สึกเบื่อเมื่อต้องเข้าชมนิทรรศการ การทดลองเคมี	1	2	3	4	5
15	ข้าพเจ้าชอบอ่านข่าวสาร ความก้าวหน้าที่เกี่ยวข้องกับเคมี	5	4	3	2	1
16	ข้าพเจ้ารู้สึกอยากเรียนวิชาอื่นมากกว่าวิชาเคมี	1	2	3	4	5
	<b>การแสดงออกหรือมีส่วนร่วมในกิจกรรมเกี่ยวกับเคมี</b>					
17	วิชาเคมีมีกิจกรรมที่ข้าพเจ้าชอบร่วมกิจกรรมทุกครั้ง	5	4	3	2	1
18	การร่วมกิจกรรมเกี่ยวกับวิชาเคมีทำให้ข้าพเจ้ารู้สึกเครียด	1	2	3	4	5
19	ข้าพเจ้าจะพยายามทำแบบฝึกหัดวิชาเคมีด้วยตัวเอง	5	4	3	2	1
20	ข้าพเจ้าจะพยายามหลีกเลี่ยงที่จะทดลองกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับ เคมี	1	2	3	4	5