

การพัฒนาแนวคิดและทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ผ่านการเรียนรู้  
โดยใช้กิจกรรมเป็นฐานในรายวิชาเคมี หน่วย กรด-เบส  
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ทิพวรรณ เมืองมูล

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาเคมีศึกษา

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

ตุลาคม 2561


ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์และคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ได้พิจารณา  
วิทยานิพนธ์ของ ทิพวรรณ เมืองมูล ฉบับนี้แล้วเห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา  
ตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเคมีศึกษา ของมหาวิทยาลัยบูรพาได้

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์


  
..... อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก  
(ดร.นวศินธุ์ ธิกษ์บำรุง)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


  
..... ประธาน  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นินนาท จันทรสุรีย์)

  
..... กรรมการ  
(ดร.นวศินธุ์ ธิกษ์บำรุง)

  
..... กรรมการ  
(ดร.เอกพงษ์ สุวัฒน์มาลา)

  
..... กรรมการ  
(ดร.เวรวดี โชคแสงการ)

คณะวิทยาศาสตร์อนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตาม  
หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเคมีศึกษาของมหาวิทยาลัยบูรพา

  
..... คณะบดีคณะวิทยาศาสตร์  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เอกรัฐ ศรีสุข)  
วันที่: เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2561

ทุนโครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สควค.)

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จเรียบร้อยด้วยดี เนื่องจากได้รับความกรุณาจาก ดร.นวศิษฎ์ รักษ์บำรุง อาจารย์ที่ปรึกษาหลักวิทยานิพนธ์ และ ดร.ชวลีพร พุฒนวล ซึ่งกรุณาแนะนำแนวทางการศึกษาหาความรู้ ข้อเสนอแนะ ให้คำปรึกษา ความช่วยเหลือ สละเวลาตรวจสอบแก้ไข ข้อบกพร่องต่าง ๆ ตลอดจนให้กำลังใจมาโดยตลอดระยะเวลาในการดำเนินการทำวิจัย ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งยิ่งและขอกราบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้ และขอกราบขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นินนาท์ จันทรสุรีย์ ประธานการสอบ และ ดร. เอกพงษ์ สุวัฒน์มาลา ผู้ทรงคุณวุฒิ ภายในที่ได้ให้คำแนะนำเพิ่มเติมเพื่อความสมบูรณ์ของวิทยานิพนธ์

ขอขอบพระคุณ ดร.เขवालักษณ์ ขันหัวโตน และ ดร.นภาพร วรรณพรม ผู้ทรงคุณวุฒิที่กรุณาตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการทำวิจัย พร้อมทั้งให้คำแนะนำข้อเสนอแนะต่าง ๆ ส่งผลให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ถูกต้องและสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณผู้อำนวยการสถานศึกษา คณะครู และนักเรียน โรงเรียนดอกคำใต้ วิทยาคม อำเภอดอกคำใต้ จังหวัดพะเยา ที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีในการทดลอง เก็บรวบรวมข้อมูล ตลอดจนการทำวิทยานิพนธ์ ขอขอบพระคุณบิดามารดา คณาจารย์ และเพื่อนนิสิตปริญญาโท สาขาเคมีศึกษาทุกคนที่มีส่วนช่วยเหลือและให้กำลังใจเป็นอย่างดีตลอดมา

ขอขอบคุณ โครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค.) ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ที่สนับสนุนทุนการศึกษาจนจบการศึกษา

คุณค่าของงานวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ขอมอบเป็นเครื่องตอบแทนพระคุณบิดา มารดา ครู-อาจารย์ทุกท่าน และผู้มีพระคุณทุกท่านที่ได้อบรม สั่งสอนชี้แนะแนวทางให้เกิดความรู้ ความคิด สนับสนุนให้ความช่วยเหลือและปรารถนาดีต่อผู้วิจัยมาโดยตลอด

ทิพวรรณ เมืองมูล

57920066: สาขาวิชา: เคมีศึกษา; วท.ม. (เคมีศึกษา)

คำสำคัญ: การเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐาน/ ทักษะการแก้ปัญหา/ แนวคิดทางวิทยาศาสตร์

ทิพวรรณ เมืองมูล: การพัฒนาแนวคิดและทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ผ่านการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐานในรายวิชาเคมี หน่วย กรด-เบส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 (DEVELOPMENT OF CONCEPTS AND PROBLEM SOLVING SKILLS BY ACTIVITY-BASED LEARNING IN CHEMISTRY SUBJECT : ACID-BASE UNIT FOR GRADE-11 STUDENTS) คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์: นวศิษฐ์ รัศม์บำรุง, Ph.D. 128 หน้า. ปี พ.ศ. 2561.

การวิจัยครั้งนี้มีจุดประสงค์เพื่อพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์และพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาโดยใช้กิจกรรมเป็นฐานในรายวิชาเคมี หน่วย กรด-เบส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนดอกคำใต้วิทยาคม ปีการศึกษา 2560 จำนวน 25 คน เครื่องมือที่ใช้ประกอบด้วยแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ จำนวน 6 แผน แบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ แบบทดสอบวัดทักษะในการแก้ปัญหา และ แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียน สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติทดสอบ t-test ผลการวิจัยพบว่า หลังจากจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐานในรายวิชาเคมี หน่วย กรด-เบส นักเรียนมีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์หลังจัดกิจกรรมสูงกว่าก่อนการจัดกิจกรรมอย่างมีนัยสำคัญที่ .05 ( $t = 13.61, p < .05$ ) มีค่าดัชนีประสิทธิผล 0.5304 และทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนหลังการจัดกิจกรรมสูงขึ้นกว่าก่อนการจัดกิจกรรมอย่างมีนัยสำคัญที่ .05 ( $t = 17.00, p < .05$ ) มีค่าดัชนีประสิทธิผล 0.7423 โดยนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐานอยู่ในระดับมากที่สุด ( $\bar{X} = 4.58$ )

57920066: MAJOR: CHEMISTRY EDUCATION; M.Sc. (CHEMISTRY EDUCATION)

KEYWORDS : ACTIVITY-BASED LEARNING/ PROBLEM SOLVING SKILLS/

SCIENTIFIC CONCEPT

TIPPAWAN MUANGMOON: DEVELOPMENT OF CONCEPTS AND PROBLEM SOLVING SKILLS BY ACTIVITY-BASED LEARNING IN CHEMISTRY SUBJECT : ACID-BASE UNIT FOR GRADE-11 STUDENTS. ADVISORY COMMITTEE: NAWASIT

RAKBAMRUNG, Ph.D. 118 P. 2018.

The purposes of this research were to develop scientific concepts and problem solving skills of students by activity-based learning in acid-base chemistry. The target group consisted of 25 grade-11 students from Dokkhamtaiwittayakhom School in the academic year of 2017. The research tools were consisted of the 6 lesson plans, the evaluation tests of scientific concepts and the test of problem solving skills. The students' satisfaction on this activity-based learning was also evaluated. The results were analyzed in the terms of average, standard deviation and t-test values. Those results indicated that the scientific concepts of students post-activities were higher than that of pre-activities with statistic significant number of .05 ( $t=13.61$ ,  $p<.05$ ) with the effectiveness index of 0.5304. The problem solving skills of students post-activities were also higher than that of pre-activities with statistic significant number of .05 ( $t=17.00$ ,  $p<.05$ ) with the effectiveness index of 0.7423. Furthermore, the satisfaction of the students with activity-based learning was in the highest levels ( $\bar{X} = 4.58$ ).

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
สารบัญ.....	ฉ
สารบัญตาราง.....	ช
สารบัญภาพ.....	ฉ
บทที่	
1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	4
สมมติฐานของการวิจัย.....	4
กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	4
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับการวิจัย.....	5
ขอบเขตการวิจัย.....	5
นิยามศัพท์.....	6
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	9
การใช้กิจกรรมเป็นฐาน.....	9
แบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์.....	13
ทักษะในการแก้ปัญหา.....	17
ความพึงพอใจ.....	19
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	20
3 วิธีดำเนินวิจัย.....	24
แบบแผนการวิจัย.....	24
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	25
กลุ่มตัวอย่าง.....	25
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	25
การสร้างและการหาคุณภาพเครื่องมือ.....	26
วิธีดำเนินการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล.....	45

## สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	46
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	47
4 ผลการวิจัย.....	51
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	51
การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	51
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	52
5 สรุปและอภิปรายผล.....	57
สรุปผลการวิจัย.....	58
อภิปรายผล.....	58
ข้อเสนอแนะ.....	61
บรรณานุกรม.....	63
ภาคผนวก.....	66
ภาคผนวก ก.....	67
ภาคผนวก ข.....	69
ภาคผนวก ค.....	89
ภาคผนวก ง.....	125
ประวัติย่อของผู้วิจัย.....	129



## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1 การเปรียบเทียบการจัดการเรียนรู้แบบใหม่และแบบดั้งเดิม.....	11
2 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหา สาระสำคัญ และผลการเรียนรู้.....	26
3 การออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้.....	29
4 การออกแบบการจัดการเรียนรู้.....	29
5 การออกแบบจำนวนแบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ตามด้านพุทธิพิสัย.....	34
6 ความสัมพันธ์ของเนื้อหา ผลการเรียนรู้ และจำนวนข้อสอบ.....	41
7 แสดงเกณฑ์การประเมินการให้คะแนนทักษะการแก้ปัญหา.....	43
8 ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของแนวคิดวิทยาศาสตร์ทั้งก่อน และหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐานในรายวิชาเคมี หน่วย กรด-เบส.....	52
9 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนแนวคิดวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐานในรายวิชาเคมี หน่วย กรด-เบส.....	52
10 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีประสิทธิผลแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนและ หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐานในรายวิชาเคมี หน่วย กรด-เบส..	53
11 ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานทักษะการแก้ปัญหากลุ่ม ตัวอย่างทั้งก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐานในรายวิชา เคมี หน่วย กรด-เบส.....	53
12 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนทักษะการแก้ปัญหของนักเรียน ก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐานในรายวิชาเคมี หน่วย กรด-เบส.....	54
13 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีประสิทธิผลทักษะการแก้ปัญหของนักเรียนก่อนและหลัง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐานในรายวิชาเคมี หน่วย กรด-เบส.....	54
14 แสดงผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ กิจกรรมเป็นฐานในรายวิชาเคมี หน่วย กรด-เบส.....	55

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
ข-1 การวิเคราะห์หาความเหมาะสมการจัดการเรียนรู้ ประเมินแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐาน แผนที่ 1 เรื่อง สารละลายนอนอิเล็กโทรไลต์และสารละลายอิเล็กโทรไลต์.....	70
ข-2 การวิเคราะห์หาความเหมาะสมการจัดการเรียนรู้ ประเมินแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐาน แผนที่ 2 เรื่อง สารละลายกรดและสารละลายเบส.....	71
ข-3 การวิเคราะห์หาความเหมาะสมการจัดการเรียนรู้ ประเมินแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐาน แผนที่ 3 เรื่อง การแตกตัวของกรดและเบส.....	72
ข-4 การวิเคราะห์หาความเหมาะสมการจัดการเรียนรู้ ประเมินแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐาน แผนที่ 4 เรื่อง pH ของสารละลาย.....	73
ข-5 การวิเคราะห์หาความเหมาะสมการจัดการเรียนรู้ ประเมินแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐาน แผนที่ 5 เรื่อง อินดิเคเตอร์สำหรับกรด-เบส.....	74
ข-6 การวิเคราะห์หาความเหมาะสมการจัดการเรียนรู้ ประเมินแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐาน แผนที่ 6 เรื่อง พีชเปลี่ยนสี.....	75
ข-7 แสดงค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์กับผลการเรียนรู้ในรายวิชาเคมี หน่วย กรด-เบส.....	76
ข-8 แสดงค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างสถานการณ์กับพฤติกรรมที่ต้องการวัด.....	78
ข-9 แสดงค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อความกับความรูสึกของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ โดยใช้กิจกรรมเป็นฐานในรายวิชาเคมี หน่วย กรด-เบส.....	80
ข-10 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย(P) และค่าอำนาจจำแนก(D) แบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ในรายวิชาเคมี หน่วยกรด-เบส.....	81
ข-11 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย(P) และค่าอำนาจจำแนก(D) ของแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาในรายวิชาเคมี หน่วยกรด-เบส.....	83
ข-12 แสดงคะแนนแบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ในรายวิชาเคมี หน่วย กรด-เบส ของกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 25 คน ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้.....	84
ข-13 แสดงคะแนนแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาในรายวิชาเคมี หน่วย กรด-เบส ของกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 25 คน ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้.....	86

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
ข-14 แสดงจำนวนและร้อยละของกลุ่มตัวอย่างตามระดับความพึงพอใจในการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐานในรายวิชาเคมี หน่วย กรด-เบส จำนวน 25 คน หลังการจัดการเรียนรู้.....	88

## สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1 กรอบแนวคิดของการศึกษา.....	4
2 แผนแบบการทดลอง.....	24
ง-1 ภาพแสดงการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐานในรายวิชาเคมี หน่วย กรด-เบส แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 และ 2.....	126
ง-2 ภาพแสดงการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐานในรายวิชาเคมี หน่วย กรด-เบส แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 และ 4.....	127
ง-3 ภาพแสดงการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐานในรายวิชาเคมี หน่วย กรด-เบส แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 และ 6.....	128

# บทที่ 1

## บทนำ

### ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคต วิทยาศาสตร์ได้เข้ามามีบทบาทสำคัญยิ่ง เพราะเกี่ยวข้องกับในชีวิตประจำวัน การงานอาชีพต่าง ๆ ตลอดจนเทคโนโลยี เครื่องมือเครื่องใช้ และผลผลิตต่าง ๆ ที่มนุษย์ได้ใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตและการทำงาน สิ่งเหล่านี้ล้วนเป็นผลของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ วิจัย มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและมีประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ ดังนั้นทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะมีความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างสรรค์ขึ้น สามารถนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์ และมีคุณธรรม (กรมวิชาการ, 2551)

ในศตวรรษที่ 21 ซึ่งถือเป็นยุคแห่งเทคโนโลยีสารสนเทศ เราไม่สามารถต้านกระแสความเปลี่ยนแปลงของสังคมโลกในปัจจุบันและอนาคต ที่มีการสื่อสารอย่างรวดเร็วมีการแข่งขันสูงทั้งในด้านการศึกษา อาชีพ เศรษฐกิจ (สุพรรณิ ชาญประเสริฐ, 2556) ดังนั้นการศึกษาในยุคนี้จะต้องมีการพัฒนานักเรียนอย่างรอบด้าน ครอบคลุมในหลายมิติ ทั้งในด้านร่างกาย จิตใจ สติปัญญา สังคมและอารมณ์ ซึ่งทักษะที่จำเป็นควรมีอยู่ 3 ด้านหลัก ๆ คือ ทักษะการจัดการเรียนรู้ และนวัตกรรม ทักษะชีวิตและการทำงาน และทักษะด้านสารสนเทศ สื่อและเทคโนโลยี ซึ่งจะเป็นการจัดการเรียนรู้เพื่อรู้ทุกสิ่งอย่าง การเรียนเพื่อการปฏิบัติลงมือทำ การเรียนเพื่อการดำเนินชีวิตอยู่ร่วมกับผู้อื่น ได้อย่างมีความสุข ทำประโยชน์แก่ผู้อื่น มีคุณธรรม เห็นอกเห็นใจซึ่งกันและกัน เข้าใจความแตกต่าง และเรียนรู้เพื่อให้รู้จักตัวเองอย่างถ่องแท้ รู้ถึงศักยภาพ ความถนัด ความสนใจ ซึ่งการจัดการเรียนรู้ของครูนั้น ครูต้องเปลี่ยนแปลงรูปแบบที่มุ่งเน้นให้โลกของนักเรียนและโลกของความเป็นจริง เป็นศูนย์กลางของการจัดการเรียนรู้ เปลี่ยนจากนักเรียนได้รับความรู้จากครูผู้สอนเพียงอย่างเดียวไปสู่การจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนได้เรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติ มีส่วนร่วมในการจัดการเรียนรู้ พัฒนาทักษะในการคิดวิเคราะห์ คิดสร้างสรรค์ และการแก้ปัญหา

การจัดการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning) เป็นการจัดการเรียนรู้ผ่านการปฏิบัติ การลงมือทำ ความรู้ที่เกิดขึ้นได้มาจากประสบการณ์ กระบวนการในการจัดการเรียนรู้ ซึ่งได้ลงมือทำมากกว่าการฟังเพียงอย่างเดียว นักเรียนได้อ่าน เขียน โต้ตอบ และการวิเคราะห์ปัญหา (สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาศรีนครินทร์ เขต 3, 2558) การจัดการเรียนรู้เชิงรุกจะครอบคลุมวิธีการ

จัดการเรียนรู้หลาย ๆ วิธี เช่น การจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐาน การจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน การจัดการเรียนรู้ที่เน้นทักษะกระบวนการคิด การจัดการเรียนรู้แบบการบริการ การจัดการเรียนรู้จากการสืบค้น การจัดการเรียนรู้ด้วยการค้นพบ เป็นต้น และการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐานนั้น เป็นการจัดกิจกรรมที่มุ่งเน้นส่งเสริมให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการจัดการเรียนรู้ ส่งเสริมให้นักเรียนมีความตื่นตัวกระตือรือร้น กระตุ้นให้เกิดการจัดการเรียนรู้ด้วยตนเองมากกว่า การฟังครูผู้สอนอย่างเดียว มุ่งเน้นความรับผิดชอบในการจัดการเรียนรู้ผ่านการอ่าน เขียน คิด อภิปราย และเข้าร่วมในการแก้ปัญหา ซึ่งจะครอบคลุมการประเมินทั้งด้านพุทธรพิสัย ทักษะพิสัย และจิตพิสัย ดังจะเห็นได้จากกรีชนิกร ทัพชัย (2552) ได้ทำการพัฒนาระบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐาน กรณีศึกษาการแก้ปัญหาความก้าวร้าวของนักเรียนช่วงชั้นที่ 2 พบว่าจากการทำแบบประเมิน SDQ ก่อนจัดการเรียนรู้ได้คะแนนเฉลี่ย 16.20 และหลังจัดการเรียนรู้ได้คะแนนเฉลี่ย 12.80 เมื่อเทียบกับเกณฑ์การวิเคราะห์ผลแล้ว ถ้าได้คะแนนไม่เกิน 15 ถือว่ามีพฤติกรรมปกติ แสดงให้เห็นว่าระบบที่พัฒนาขึ้นสามารถช่วยแก้ปัญหาพฤติกรรมก้าวร้าวในเด็กช่วงชั้นที่ 2 ได้น้องนาง ปรี่องาม (2554) ได้พัฒนากิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานในเนื้อหา รายวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส พบว่าจะกระตุ้นให้นักเรียนอยากรู้อยากเห็น อยากหาคำตอบ มีความกระตือรือร้นในการศึกษาค้นคว้าข้อมูล นักเรียนจะมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์สถานการณ์ ปัญหา ตัวปัญหา และวิธีการแก้ปัญหาได้

นอกจากการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนแล้ว การจัดการเรียนรู้นอกห้องเรียนยังเป็นการช่วยพัฒนาศักยภาพความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของผู้เข้าร่วมกิจกรรมได้ ดังจะเห็นได้จาก Mindy, Nicole, Bhasker, Sauradip, and William (2015) ได้ศึกษาการจัดการปัญหาช่องว่างระหว่างเพศในสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ (STEM) โดยการออกแบบและดำเนินการผ่านค่ายเคมีศึกษาสำหรับโรงเรียนมัธยมหญิง พบว่า ผู้เข้าร่วมค่ายมีการเปลี่ยนแปลงทัศนคติต่อวิทยาศาสตร์ที่จะนำวิทยาศาสตร์ไปปรับใช้ในชีวิตประจำวัน มีความกระตือรือร้นต่อวิทยาศาสตร์ รู้คุณค่า และสนใจที่จะติดตามอาชีพที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ เช่นเดียวกับ Marle et al. (2014) ที่ได้ศึกษา CSI (Crime Scene Investigation) ซ็อกโกแลตการสืบสวนทางวิทยาศาสตร์ และ กรณีของการขโมยสูตร : การใช้สถานการณ์ปัญหาเป็นฐาน เพื่อเพิ่มการมีส่วนร่วมทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนโรงเรียนมัธยม โดยได้จัดกิจกรรมค่ายกำหนดกิจกรรมจากสถานการณ์ที่สมจริง โดยนักเรียนจะได้ทำงานเป็นทีมเพื่อรวบรวมพยานหลักฐาน ตรวจสอบสถานที่เกิดเหตุ รวบรวมและวิเคราะห์หลักฐาน วินิจฉัยตัวอย่าง หลังจากการดำเนินกิจกรรมพบว่านักเรียนมีแรงจูงใจทางวิทยาศาสตร์ ความเชื่อมั่นทางทางวิทยาศาสตร์

และมีความรู้ทางวิทยาศาสตร์ สอดคล้องกับ Lu and Anariba (2014) ที่พบว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ซึ่งให้นักเรียนได้ออกแบบทดลองเกี่ยวกับเนื้อหาเรื่องเคมีไฟฟ้า พบว่าเหมาะสมมากในการนำมาใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมปลายเพื่อสร้างพื้นฐานในวิชาเคมีโดยไม่ต้องคำนึงว่าพวกเขา มีความสนใจวิทยาศาสตร์มากน้อยเพียงใด

การจัดการเรียนรู้ที่ผ่านมา ครูจะใช้วิธีการสอนแบบบรรยายและการอธิบายให้นักเรียนฟัง เป็นการถ่ายทอดความรู้จากครูผู้สอนมากกว่าที่จะให้นักเรียนเป็นผู้ลงมือปฏิบัติ จึงทำให้นักเรียนไม่มีความกระตือรือร้น เบื่อหน่าย ง่วงนอน ไม่กล้าแสดงความคิดเห็น นักเรียนขาดทักษะการคิดการแก้ปัญหา ทักษะกระบวนการทางด้านวิทยาศาสตร์ อาทิเช่น การระบุปัญหา การตั้งสมมติฐาน การกำหนดและควบคุมตัวแปร เป็นต้น โดยเฉพาะเนื้อหาในหน่วย กรด-เบส พบว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ต่ำกว่าเนื้อหาในหน่วยอื่น นักเรียนมองว่ารายละเอียดของเนื้อหาในหน่วย กรด-เบส มีมากไม่สามารถจำเนื้อหาได้ครบ ขาดการฝึกฝนในการทำโจทย์ที่มากพอในห้องเรียนและนอกห้องเรียน ไม่สามารถนำกระบวนการแก้ปัญหาไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ ครูจึงควรเปลี่ยนบทบาทในการจัดกิจกรรมและสร้างสรรค์กิจกรรมที่น่าสนใจ ประยุกต์ความรู้และกิจกรรมจากสิ่งใกล้ตัวเพื่อเน้นนักเรียนเป็นสำคัญ ประกอบกับในห้องเรียนนักเรียนมีพีชที่หลากหลายทำให้เกิดแนวคิดที่จะใช้พีชใกล้ตัวในห้องเรียนเข้ามาเป็นสื่อในการจัดการเรียนรู้โดยให้นักเรียนได้ศึกษา และตรวจสอบคุณสมบัติความเป็นอินดิเคเตอร์ของพีชในห้องเรียน

จากแนวคิดและรายงานผลการวิจัยข้างต้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจในแนวคิดการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐานมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ในรายวิชาเคมี หน่วย กรด-เบส เพื่อให้นักเรียนมีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เรื่อง กรด-เบส เพิ่มขึ้น และทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ซึ่งถือเป็นรูปแบบที่ส่งเสริมให้นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ในรายวิชาเคมี และเป็นการจัดการเรียนรู้ที่อาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ที่จะช่วยให้การปฏิรูปการจัดการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ เกิดผลอย่างสูงสุดกับนักเรียนให้เกิดทักษะที่จำเป็นสำหรับศตวรรษที่ 21

### วัตถุประสงค์ของการวิจัย

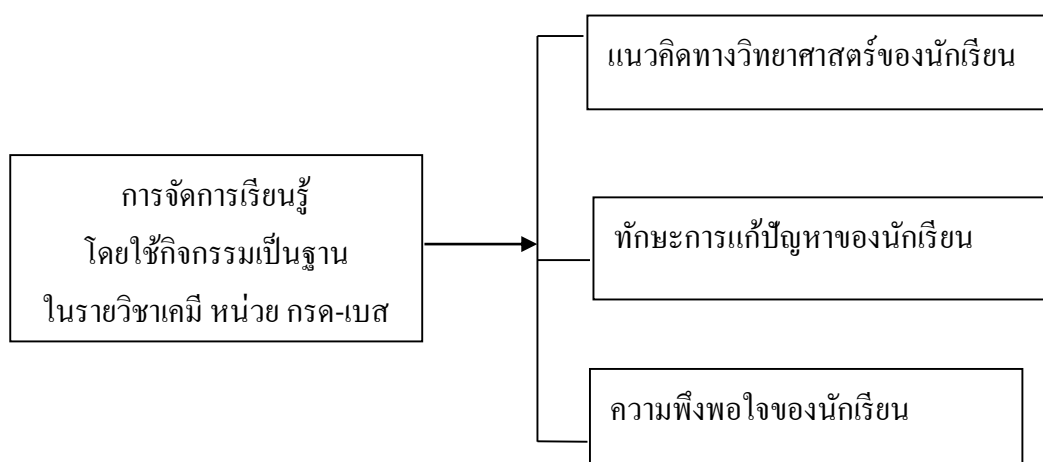
1. เพื่อพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐานในรายวิชาเคมี หน่วย กรด-เบส
2. เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนในการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐานในรายวิชาเคมี หน่วย กรด-เบส
3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนในการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐานในรายวิชาเคมี หน่วย กรด-เบส

### สมมติฐานการวิจัย

1. แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐานในรายวิชาเคมี หน่วย กรด-เบส เพิ่มสูงขึ้นกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้ที่ระดับนัยสำคัญ .05
2. ทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐานในรายวิชาเคมี หน่วย กรด-เบส เพิ่มสูงขึ้นกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้ที่ระดับนัยสำคัญ .05
3. ความพึงพอใจของนักเรียนในการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐานในรายวิชาเคมี หน่วย กรด-เบสอยู่ในระดับมาก

### กรอบแนวคิดในการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะพัฒนาการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐาน โดยมีกรอบแนวคิดของการศึกษาประกอบด้วยขั้นตอนดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดของการศึกษา



## ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. นักเรียนได้พัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ของตนเอง ซึ่งช่วยให้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ
2. นักเรียนมีความกระตือรือร้น สนใจ ใฝ่เรียนรู้ ที่จะศึกษาหาความรู้ทั้งในชั้นเรียนและนอกชั้นเรียน
3. เป็นการส่งเสริมให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะกระบวนการคิด ทักษะกระบวนการในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจากสิ่งรอบตัว
4. เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับครู เพื่อพัฒนาแนวคิด และทักษะการแก้ปัญหานักเรียนต่อไป

## ขอบเขตของการวิจัย

### 1. ขอบเขตด้านเนื้อหา

ผู้วิจัยได้พัฒนาการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐานในรายวิชาเคมี หน่วยกรด-เบส ซึ่งในการเรียนรู้จะประกอบด้วย ใบความรู้ ใบงาน การทดลอง แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ แผนการจัดการเรียนรู้แบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหา และแบบสอบถามความพึงพอใจ เนื้อหาประกอบไปด้วยสารละลายอิเล็กโทรไลต์และสารละลาย อิเล็กโทรไลต์ สารละลายกรด และสารละลายเบส การแตกตัวของกรดและเบส pH ของสารละลายและอินดิเคเตอร์สำหรับกรด-เบส

### 2. ขอบเขตด้านประชากร

ประชากร ได้แก่ นักเรียนโรงเรียนดอกคำใต้วิทยาคม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนวิทย์-คณิต อำเภอดอกคำใต้ จังหวัดพะเยา จำนวน 55 คน

### 3. ขอบเขตด้านกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนโรงเรียนดอกคำใต้วิทยาคมที่เรียนแผนการเรียนวิทย์-คณิต ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 อำเภอดอกคำใต้ จังหวัดพะเยา ได้มาโดยการเลือกแบบบังเอิญ (Haphazard or Accidental Sampling) จากความสมัครใจของนักเรียน จำนวน 25 คน

### 4. ขอบเขตด้านตัวแปร

4.1 ตัวแปรต้น คือ การจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐานในรายวิชาเคมี หน่วยกรด-เบส

#### 4.2 ตัวแปรตาม คือ

4.2.1 แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐานในรายวิชาเคมี หน่วย กรด-เบส

4.2.2 ทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนในการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐานในรายวิชาเคมี หน่วย กรด-เบส

4.2.3 ความพึงพอใจของนักเรียนในการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐานในรายวิชาเคมี หน่วย กรด-เบส

#### 5. ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษา

ระยะเวลาในการจัดการเรียนรู้ โดยทำการจัดการเรียนรู้นอกเวลาเรียนในเดือน ธันวาคม ปีการศึกษา 2560 ภายใน โรงเรียนดอกคำใต้วิทยาคม อำเภอดอกคำใต้ จังหวัดพะเยา โดยใช้เวลาจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 21 ชั่วโมง จำนวน 6 วัน

#### นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐาน หมายถึง รูปแบบกิจกรรมที่จัดประสบการณ์ตรง เน้นบทบาทและการมีส่วนร่วมให้กับนักเรียนนอกเวลาเรียนในรายวิชาเคมี หน่วย กรด-เบส ซึ่งให้นักเรียนได้เล่นเกม ทำการทดลอง ออกแบบแก้ปัญหาจากสิ่งใกล้ตัว โดยการทำกิจกรรมร่วมกันเป็นกลุ่ม

2. นักเรียน หมายถึง นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่เรียนแผนการเรียนวิทย์-คณิต ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนดอกคำใต้วิทยาคม อำเภอดอกคำใต้ จังหวัดพะเยา โดยการสมัครเข้าร่วมกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ในรายวิชาเคมี หน่วย กรด-เบส

3. แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้ความเข้าใจของนักเรียน เกี่ยวกับหน่วย กรด-เบส โดยสามารถสรุปความรู้ได้ ซึ่งได้จากการทำแบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ หน่วย กรด-เบส ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น แล้วนำไปใช้กับนักเรียนในด้านความรู้ ความเข้าใจ เกี่ยวกับเรื่อง กรด-เบส ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้

4. แบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ รายวิชาเคมี หน่วย กรด-เบส หมายถึง เครื่องมือที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อวัดความรู้ความเข้าใจจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐาน จำนวน 35 ข้อ คัดเหลือใช้จริง 20 ข้อ ประกอบไปด้วยเนื้อหา คือ สารละลายนอนอิเล็กโทรไลต์และสารละลายอิเล็กโทรไลต์ สารละลายกรดและสารละลายเบส การแตกตัวของกรดและเบส pH ของสารละลายและอินดิเคเตอร์สำหรับกรด-เบส ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ตอน

### ตอนที่ 1 แบบวัดแนวคิดชนิดเลือกตอบ ทั้งคำตอบและเหตุผล

1. เป็นแบบวัดที่ประกอบด้วย 2 ส่วน ส่วนที่ 1 ให้นักเรียนเลือกตอบคำตอบที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียว และส่วนที่ 2 เป็นแบบเลือกตอบเกี่ยวกับเหตุผลที่นักเรียนใช้ตอบคำถามในส่วนที่ 1

#### 2. เกณฑ์การให้คะแนน

- หากตอบถูกทั้ง 2 ส่วน คือ ส่วนของคำตอบและเหตุผล ถือว่านักเรียนมีแนวคิดที่ถูกต้อง ให้ 2 คะแนน

- หากคำตอบถูกต้อง แต่เลือกตอบเหตุผลถูกต้องเพียงบางส่วน ถือว่านักเรียนมีแนวคิดที่ไม่สมบูรณ์ ให้ 1 คะแนน

- หากตอบถูกต้องในส่วนใดส่วนหนึ่งในสองส่วน หรือตอบผิดทั้ง 2 ส่วน ถือว่านักเรียนมีแนวคิดที่คลาดเคลื่อน ให้ 0 คะแนน

### ตอนที่ 2 แบบวัดแนวคิดชนิดเลือกตอบ พร้อมอธิบายเหตุผลที่เลือก

1. เป็นแบบวัดที่ประกอบด้วย 2 ส่วน ส่วนที่ 1 ให้นักเรียนเลือกตอบคำตอบที่ถูกเพียงข้อเดียว และส่วนที่ 2 เป็นแบบอธิบายเหตุผลที่นักเรียนใช้ตอบคำถามในส่วนที่ 1

#### 2. เกณฑ์การให้คะแนน

- หากตอบถูกทั้ง 2 ส่วน คือ ส่วนของคำตอบและอธิบายเหตุผลได้ถูกต้องครบถ้วน ถือว่านักเรียนมีแนวคิดที่ถูกต้อง ให้ 2 คะแนน

- หากคำตอบถูกต้อง แต่อธิบายเหตุผลได้ถูกต้องเพียงบางส่วน แต่บางส่วนไม่ได้กล่าวถึง ถือว่านักเรียนมีแนวคิดที่ไม่สมบูรณ์ ให้ 1 คะแนน

- หากตอบถูกต้องในส่วนใดส่วนหนึ่งในสองส่วน หรือตอบผิดทั้ง 2 ส่วน ถือว่านักเรียนมีแนวคิดที่คลาดเคลื่อน ให้ 0 คะแนน

### ตอนที่ 3 แบบวัดแนวคิดชนิดถูก-ผิด พร้อมอธิบายเหตุผลประกอบ

1. เป็นแบบวัดที่ประกอบด้วย 2 ส่วน ส่วนที่ 1 ให้นักเรียนทำเครื่องหมายถูก (✓) หน้าข้อความที่นักเรียนคิดว่าถูก และเครื่องหมายผิด (X) หน้าข้อความที่นักเรียนคิดว่ามีแนวคิดคลาดเคลื่อน และส่วนที่ 2 เป็นแบบอธิบายเหตุผลที่นักเรียนใช้ตอบคำถามในส่วนที่ 1

#### 2. เกณฑ์การให้คะแนน

- หากตอบถูกทั้ง 2 ส่วน คือ ส่วนของคำตอบและอธิบายเหตุผลได้ถูกต้องครบถ้วน ถือว่านักเรียนมีแนวคิดที่ถูกต้อง ให้ 2 คะแนน

- หากคำตอบถูกต้อง แต่อธิบายเหตุผลได้ถูกต้องเพียงบางส่วน แต่บางส่วนไม่ได้กล่าวถึง ถือว่านักเรียนมีแนวคิดที่ไม่สมบูรณ์ ให้ 1 คะแนน

- หากตอบถูกต้องในส่วนตัวส่วนหนึ่งในสองส่วน หรือตอบผิดทั้ง 2 ส่วน ถือว่านักเรียนมีแนวคิดที่คลาดเคลื่อน ให้ 0 คะแนน

5. ทักษะการแก้ปัญหาหมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการใช้ความรู้ ความคิด และ ประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหาที่พบ เพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมายที่ต้องการ ขั้นตอนการแก้ปัญหาผู้วิจัยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์มาประยุกต์ใช้ โดยมี 4 ขั้นตอน ดังนี้

5.1 ขั้นระบุปัญหา

5.2 ขั้นตั้งสมมติฐาน

5.3 ขั้นออกแบบการทดลอง

5.4 ขั้นสรุปผลการทดลอง

6. แบบวัดทักษะการแก้ปัญหาคือการจัดการเรียนรู้ โดยใช้กิจกรรมเป็นฐานในรายวิชา เคมี หน่วย กรด-เบส หมายถึง เครื่องมือที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อวัดความรู้ความเข้าใจจากการจัดการเรียนรู้ โดยการสร้างสถานการณ์และให้นักเรียนได้เขียนตอบ

7. ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียน วิทยาศาสตร์ ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ โดยใช้กิจกรรมเป็นฐาน รายวิชาเคมี หน่วย กรด-เบส ที่สมัครใจ เข้าร่วมกิจกรรม จำนวน 25 คน วัดได้จากแบบสอบถามมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ คือ พอใจมากที่สุด พอใจมาก พอใจปานกลาง พอใจน้อย พอใจน้อยที่สุด

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องจากเอกสารตำรา งานวิจัยต่าง ๆ เพื่อเป็นแนวทางในการวิจัย โดยนำเสนอตามลำดับดังนี้

1. การจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐาน (Activity-Based Learning)
2. แบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์
3. ทักษะการแก้ปัญหา
4. ความพึงพอใจ
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### การจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐาน (Activity-Based Learning)

การจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐานเป็นส่วนหนึ่งของวิธีการจัดการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning) ซึ่งเป็นการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นส่งเสริมให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการจัดการเรียนรู้ ได้มีการอภิปรายแลกเปลี่ยน การลงมือปฏิบัติ และการนำความรู้ไปใช้ซึ่งเป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ (วัชรรา เล่าเรียนดี, ประณัฐ กิจรุ่งเรือง และอรพิน ศิริสัมพันธ์, 2560)

##### 1. ความหมายของการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐาน

สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาสุรินทร์ เขต 3 (2558) ได้ให้ความหมายว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐาน หมายถึง การเอากิจกรรมเป็นที่ตั้งเพื่อที่จะฝึกหรือพัฒนาให้นักเรียนให้เกิดการจัดการเรียนรู้ให้บรรลุวัตถุประสงค์หรือเป้าหมายที่กำหนด เป็นรูปแบบการสอนที่เน้นบทบาทและการมีส่วนร่วม

วิโรจน์ ลักษณะอดิสร (2550) ได้ให้ความหมายว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐานเป็นแนวคิดที่มุ่งเน้นให้นักเรียนซึมซับความรู้ ความเข้าใจ ผ่านการเล่น เกม กิจกรรมกลุ่ม เน้นการกระตุ้นให้เข้าใจในเนื้อหาสาระระหว่างทำกิจกรรม เพื่อให้นักเรียนสามารถพัฒนาแนวคิด ความรู้เฉพาะตนขึ้นมาเอง

สามารถสรุปได้ว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐาน หมายถึง การจัดการจัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมโดยตรง ได้ปฏิบัติจริงจนเกิดความเข้าใจ เกิดการจัดการเรียนรู้ผ่านการทำกิจกรรม เช่น การเล่นเกม การทดลอง เป็นต้น โดยการทำกิจกรรมร่วมกันเป็นกลุ่ม

## 2. ลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐาน

- 2.1 ส่งเสริมให้นักเรียนมีความตื่นตัวและกระตือรือร้นด้านการรู้จักคิด
- 2.2 กระตุ้นให้เกิดการจัดการเรียนรู้จากตัวนักเรียนเองมากกว่าการฟังผู้สอนในห้องเรียนและการท่องจำ
- 2.3 พัฒนาทักษะการจัดการเรียนรู้ของนักเรียน ให้สามารถเรียนรู้ได้ด้วยตัวเอง ทำให้เกิดการจัดการเรียนรู้อย่างต่อเนื่องนอกห้องเรียนอีกด้วย
- 2.4 ได้ผลลัพธ์ในการถ่ายทอดความรู้ใกล้เคียงกับการจัดการเรียนรู้รูปแบบอื่น แต่ได้ผลดีกว่าในการพัฒนาทักษะด้านการคิดและการเขียนของนักเรียน
- 2.5 นักเรียนมีความพึงพอใจกับการจัดการเรียนรู้แบบนี้มากกว่ารูปแบบที่นักเรียนเป็นฝ่ายรับความรู้ ซึ่งเป็นการจัดการเรียนรู้แบบตั้งรับ (Passive Learning)
- 2.6 มุ่งเน้นความรับผิดชอบของนักเรียนในการจัดการเรียนรู้โดยผ่านการอ่าน เขียน คิด อภิปราย และเข้าร่วมในการแก้ปัญหา ตามลำดับขั้นการจัดการเรียนรู้ของบลูมทั้งในด้านพุทธิพิสัย ทักษะพิสัย และจิตพิสัย

## 3. ประเภทของการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐาน

การจัดการเรียนรู้โดยวิธีใช้กิจกรรมเป็นฐานมีหลากหลายกิจกรรม การนำมาใช้ขึ้นอยู่กับความเหมาะสม สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการจัดกิจกรรมนั้น ๆ ว่ามุ่งให้นักเรียนได้เรียนรู้หรือพัฒนาในเรื่องใด สามารถจำแนกออกเป็น 3 ประเภทหลัก ๆ คือ

- 3.1 กิจกรรมเชิงสำรวจ (Exploratory) ซึ่งเกี่ยวข้องกับการรวบรวม สังเกตความรู้ ความคิดรวบยอด และทักษะ
- 3.2 กิจกรรมเชิงสร้างสรรค์ (Constructive) ซึ่งเกี่ยวข้องกับการรวบรวม สังเกต ประสบการณ์โดยผ่านการปฏิบัติ หรือการทำงานที่ริเริ่มสร้างสรรค์
- 3.3 กิจกรรมเชิงการแสดงออก (Expressional) ได้แก่กิจกรรมที่เกี่ยวกับ การนำเสนอ การเสนอผลงาน

## 4. ตัวอย่างกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ที่นิยมใช้ในการจัดกิจกรรมโดยใช้กิจกรรมเป็นฐาน

- 4.1 การอภิปรายในชั้นเรียน (Class Discussion) ที่กระทำได้ในห้องเรียนปกติ และการอภิปรายออนไลน์
- 4.2 การอภิปรายกลุ่มย่อย (Small Group Discussion)

- 4.3 กิจกรรม “คิด-จับคู่-แลกเปลี่ยน” (Think-Pair-Share)
- 4.4 เซลล์การจัดการเรียนรู้ (Learning Cell)
- 4.5 การฝึกเขียนข้อความสั้น ๆ (One-minute Paper)
- 4.6 การโต้วาที (Debate)
- 4.7 บทบาทสมมุติ (Role Play)
- 4.8 การจัดการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์ (Situational Learning)
- 4.9 การเรียนแบบกลุ่มร่วมแรงร่วมใจ (Collaborative Learning Group)
- 4.10 ปฏิกริยาจากการชมวิดีโอ (Reaction to a video)
- 4.11 เกมในชั้นเรียน (Game)
- 4.12 แกลเลอรี วอล์ค (Gallery Walk)
- 4.13 การจัดการเรียนรู้โดยการสอน (Learning by Teaching)

จากแนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐาน ครูผู้สอนสามารถจัดกิจกรรมได้หลากหลายตามความเหมาะสมและสอดคล้องกับบริบทของนักเรียน กับระดับวัยของนักเรียน ซึ่งจะเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจ กระตือรือร้น และสามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองผ่านการจัดการเรียนรู้ไม่ว่าจะเป็นในห้องเรียนหรือนอกห้องเรียนดังจะเห็นได้จากตารางการเปรียบเทียบการจัดการเรียนรู้แบบใหม่และแบบดั้งเดิม ดังตารางที่ 1 (วัชรรา เล่าเรียนดี และคณะ, 2560)

ตารางที่ 1 การเปรียบเทียบการจัดการเรียนรู้แบบใหม่และแบบดั้งเดิม

การจัดการเรียนรู้แบบใหม่	การจัดการเรียนรู้แบบดั้งเดิม
<p>1. การจัดการเรียนรู้เพื่อสนองความต้องการของนักเรียนเป็นรายบุคคล</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ครูอำนวยความสะดวก สนับสนุน เป็นพี่เลี้ยง</li> <li>- ใช้หลากหลายวิธีการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนานักเรียนได้อย่างเต็มศักยภาพ</li> <li>- จุดเน้น คือ เราใจให้ผู้เรียนอยากรู้ อยากเห็น กระตุ้นความสนใจให้คิด ลงมือปฏิบัติเรียนรู้</li> </ul>	<p>1. การจัดการเรียนรู้แบบให้ทำตามหรือทำให้เหมือนต้นแบบ</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ครูเป็นศูนย์กลางของการจัดการเรียนรู้</li> <li>- เป็นการถ่ายทอดความรู้และทักษะให้กับนักเรียนโดยตรง</li> <li>- เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เป็นกระบวนการส่งผ่านการอบรม</li> </ul>

## ตารางที่ 1 (ต่อ)

การจัดการเรียนรู้แบบใหม่	การจัดการเรียนรู้แบบดั้งเดิม
<p>2. การจัดการเรียนรู้ที่เน้นท้องถิ่นและเน้นความเป็นสากล</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- มีแหล่งเรียนรู้ที่หลากหลายทั้งในและนอกโรงเรียน ในท้องถิ่น ในชุมชนและในจังหวัด</li> <li>- การเรียนรู้เน้นกลุ่ม/ทีม</li> <li>- การเรียนรู้เกิดได้ทุกเวลา ทุกสถาบัน เป็นการเรียนรู้ที่ยั่งยืน</li> <li>- การเรียนรู้ที่เน้นจากชั้นเรียนสู่โลกภายนอก</li> </ul>	<p>2. การจัดการเรียนรู้ภายในขอบเขตโรงเรียน</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ครูมีบทบาทสำคัญที่สุด ครูเป็นแหล่งความรู้ที่ยิ่งใหญ่และสมบูรณ์</li> <li>- เป็นการเรียนรู้แบบแยกส่วนไม่เน้นบูรณาการ</li> <li>- เป็นการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นเฉพาะในห้องเรียนในเวลาที่กำหนด</li> <li>- ประสบการณ์เรียนรู้มาจากโรงเรียนจัดเป็นหลัก</li> </ul>

## 5. การใช้คำถามในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบ 5 ขั้นตอน (SE Model of

## Instruction)

วันเพ็ญ คำเทศ (2558) ได้กล่าวว่า การใช้คำถามที่มีประสิทธิภาพของครูนั้นสำคัญมากที่จะช่วยให้นักเรียนเชื่อมโยงความรู้วิทยาศาสตร์ โดยเป็นคำถามที่กระตุ้นให้เกิดความคิดที่ลึกซึ้งมากขึ้น ซึ่งจะสอดคล้องกับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ด้วยการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry) เป็นคำถามที่มุ่งเน้นไปยังการตรวจสอบหาความจริง การตรวจสอบความรู้เดิม และการกระตุ้นให้เกิดการแสดงออกทางความคิด ซึ่งเป็นการสร้างคำอธิบายส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และพัฒนาความเข้าใจของนักเรียน สามารถใช้คำถามในหลายจุดประสงค์ เช่น เพื่อจัดการชั้นเรียน เพื่อลดความเพิกเฉยและเฉื่อยชาของนักเรียน ลดพฤติกรรมที่ดูสับสนวุ่นวาย เพื่อเริ่มต้นการสืบเสาะหาความรู้ คำถามปลายปิดต้องการให้นักเรียนใช้ข้อมูลจากหลายแหล่งเพื่อหาคำตอบที่ถูกต้องหรือเพื่อแก้ปัญหา คำถามปลายปิดของนักเรียนจะช่วยประเมินความรู้ความจำ ส่วนคำถามปลายเปิดจะช่วยกระตุ้นให้นักเรียนมีการอภิปรายเพื่อแลกเปลี่ยนความรู้

## 6. คำถามที่จะนำไปสู่การแลกเปลี่ยนเรียนรู้ในการจัดการจัดการเรียนรู้แบบ 5 ขั้นตอน

## (SE Model of Instruction)

การจัดการเรียนรู้แบบ 5 ขั้นตอน ซึ่งประกอบด้วยขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) ขั้นสร้างคำอธิบาย (Explanation) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) และขั้นประเมินการเรียนรู้ (Evaluation)



### 6.1 **ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)** ใช้คำถามเพื่อจุดประสงค์ ดังนี้

- 6.1.1 กระตุ้นและสร้างแรงจูงใจในการเรียนเนื้อหาที่ครูกำลังจะสอน
- 6.1.2 ตรวจสอบความรู้เดิม (Prior Knowledge) ของนักเรียน
- 6.1.3 เริ่มต้นการสืบเสาะหาความรู้

### 6.2 **ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)** ใช้คำถามเพื่อจุดประสงค์ ดังนี้

- 6.2.1 ให้นักเรียนสังเกต ทดลอง และเก็บรวบรวมข้อมูล
- 6.2.2 ให้นักเรียนมีการแสดงข้อมูลที่ได้จากการเก็บรวบรวม
- 6.2.3 ให้นักเรียนเชื่อมโยงข้อมูลและเลือกรูปแบบการนำเสนอข้อมูล

### 6.3 **ขั้นสร้างคำอธิบาย (Explanation)** ใช้คำถามเพื่อจุดประสงค์ ดังนี้

- 6.3.1 ใช้กฎ หลักการ และทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์มาอธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นจากขั้นสำรวจและค้นหา
- 6.3.2 กระตุ้นให้นักเรียนเชื่อมโยงหลักฐานที่เก็บรวบรวมได้กับความรู้เดิม
- 6.3.3 เตรียมนักเรียนให้พร้อมสำหรับความรู้ใหม่ที่กำลังจะได้รับ
- 6.3.4 แนะนำแนวทางให้นักเรียนเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ เพื่อให้เกิดการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Construct)

6.4 **ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)** ใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนประยุกต์ความรู้ใหม่กับสถานการณ์ใหม่ซึ่งแตกต่างไปจากเดิม

6.5 **ขั้นประเมินการเรียนรู้ (Evaluation)** ใช้คำถามเพื่อประเมินนักเรียนด้านความรู้ ทักษะกระบวนการ และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ รวมทั้งเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนให้ข้อมูลป้อนกลับ เกี่ยวกับการสอนของครู

## **แบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Concept Test)**

### **1. ความหมายของแนวคิดทางวิทยาศาสตร์**

ณัฐวิทย์ พจนตันติ (2548) ได้ให้ความหมายเกี่ยวกับแนวคิดวิทยาศาสตร์ไว้ว่า เป็นแนวคิดในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับประสบการณ์ของคน เน้นความรู้ที่เกิดขึ้นจริง สามารถวิเคราะห์และประยุกต์แนวคิดและกระบวนการในสถานการณ์จริงจนเชื่อมโยงการเรียนรู้ในห้องเรียนกับชีวิตประจำวันได้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ม.ป.ป.) ได้ให้ความหมายเกี่ยวกับแนวคิดว่าเป็นความรู้ ความเข้าใจ ของบุคคลเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งเรื่องใดเรื่องหนึ่ง โดยสามารถ

สรุป หรืออธิบายลักษณะที่เหมือนกันหรือแยกแยะลักษณะที่แตกต่างของสิ่งนั้นได้ ซึ่งการที่ครูจะทราบว่ามีนักเรียนมีแนวคิดหรือมีความรู้ความเข้าใจในเรื่องที่เรียนอย่างไรบ้างนั้นสามารถทำได้โดยการวัดแนวคิดของนักเรียน โดยใช้แบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์

## 2. กิจกรรมที่ส่งเสริมให้นักเรียนมีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละเรื่องมากขึ้น

- 2.1 กิจกรรมภาคสนาม
- 2.2 การทดลองในห้องปฏิบัติการ
- 2.3 การทำโครงงาน
- 2.4 การสืบเสาะ
- 2.5 การเรียนรู้ร่วมกัน
- 2.6 การแสดงบทบาทสมมติ
- 2.7 การศึกษารายกรณี
- 2.8 การทดลองโดยใช้สื่อจำลองเลียนแบบสถานการณ์จริง
- 2.9 การจัดนิทรรศการ
- 2.10 การโต้วาที

## 3. ประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนมีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์

- 3.1 นักเรียนสามารถประยุกต์ใช้เพื่อแก้ปัญหา
- 3.2 การเรียนรู้เกิดจากการทำกิจกรรมจึงได้เรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติสามารถจดจำและนำไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ ๆ ได้
- 3.3 นักเรียนตั้งคำถามมากขึ้นและใช้คำถามนั้นเพื่อจัดการเรียนรู้และระบุแหล่งเรียนรู้
- 3.4 นักเรียนมีทักษะของการระบุเหตุและผลของการสังเกตและการกระทำได้
- 3.5 นักเรียนมีความรู้ใหม่ ๆ ตลอดเวลา

## 4. รูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อให้เกิดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์

ณัฐวิทย์ พจนตันติ (2548) ได้เสนอรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อให้เกิดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

- 4.1 การระดมพลังสมองในหัวข้อที่ศึกษา
- 4.2 การบ่งชี้คำถามให้ชัดเจน
- 4.3 การระบุแหล่งค้นคว้าหาข้อมูล
- 4.4 การใช้แหล่งข้อมูลเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล
- 4.5 การวิเคราะห์ ตั้งเคราะห์ ประเมินและการสร้างสรรค์
- 4.6 การลงมือปฏิบัติ

## 5. ชนิดของแบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์

แบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้แนวคิดของนักเรียนมีหลายชนิด ดังนี้

**5.1 แบบวัดแนวคิดชนิดเลือกตอบ ทั้งคำตอบและเหตุผล** ประกอบด้วยคำถามแบบสองส่วนที่มีความสัมพันธ์เป็นเหตุเป็นผลกันโดยส่วนที่หนึ่งเป็นชนิดเลือกตอบที่มี 2-4 ตัวเลือก และให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียวและส่วนที่สองเป็นแบบเลือกตอบเกี่ยวกับเหตุผลที่นักเรียนใช้ตอบคำถามในส่วนที่หนึ่งและในตัวเลือกตอบสุดท้ายของทุกข้อจะเว้นให้นักเรียนเติมเหตุผลของตนเองที่ไม่มีในตัวเลือกแต่ นักเรียนต้องตอบเพียงคำตอบเดียวสามารถให้ข้อมูลทั้งเชิงคุณภาพและปริมาณ และสามารถแปลงข้อมูลเชิงคุณภาพให้เป็นข้อมูลเชิงปริมาณได้ โดยการกำหนดเกณฑ์การให้คะแนน เช่น ถ้านักเรียนตอบถูกต้องทั้งสองส่วนคือส่วนของคำตอบและเหตุผล ถือว่านักเรียนมีแนวคิดที่ถูกต้องให้ 2 คะแนน ถ้านักเรียนตอบถูกต้องในส่วนของคำตอบแต่เลือกเหตุผลที่ถูกต้องเพียงบางส่วน แต่บางส่วนไม่ได้กล่าวถึง ถือว่านักเรียนมีแนวคิดที่ไม่สมบูรณ์ให้ 1 คะแนน และถ้านักเรียนตอบถูกต้องส่วนใดส่วนหนึ่งในสองส่วนหรือตอบผิดทั้งสองส่วนถือว่านักเรียนมีแนวคิดที่คลาดเคลื่อนให้ 0 คะแนน เป็นต้น

**5.2 แบบวัดแนวคิดชนิดเลือกตอบพร้อมอธิบายเหตุผลที่เลือก** ประกอบด้วยสองส่วน โดยส่วนที่หนึ่งเป็นคำถามให้นักเรียนเลือกคำตอบจากตัวเลือกที่กำหนดให้โดยให้เลือกคำตอบเพียงตัวเลือกเดียวและส่วนที่สองเป็นเหตุผลของคำตอบที่นักเรียนเลือก โดยนักเรียนต้องเขียนอธิบายเหตุผลประกอบ สำหรับแบบวัดชนิดนี้สามารถให้ข้อมูลทั้งเชิงคุณภาพและปริมาณ และสามารถแปลงข้อมูลเชิงคุณภาพให้เป็นข้อมูลเชิงปริมาณได้เช่นเดียวกับแบบวัดแนวคิดชนิดเลือกตอบทั้งคำตอบและเหตุผลโดยครูกำหนดเกณฑ์การให้คะแนน เช่น ถ้านักเรียนตอบถูกต้องทั้งสองส่วนโดยสามารถเลือกคำตอบได้ถูกต้องและสามารถอธิบายเหตุผลได้ถูกต้องครบถ้วนถือว่านักเรียนมีแนวคิดที่ถูกต้องให้ 2 คะแนน ถ้านักเรียนตอบถูกต้องในส่วนของคำตอบแต่อธิบายเหตุผลได้ถูกต้องเพียงบางส่วนแต่บางส่วนไม่ได้กล่าวถึง ถือว่านักเรียนมีแนวคิดที่ไม่สมบูรณ์ให้ 1 คะแนน และถ้านักเรียนตอบถูกต้องส่วนใดส่วนหนึ่งในสองส่วนหรือตอบผิดทั้งสองส่วนถือว่านักเรียนมีแนวคิดที่คลาดเคลื่อนให้ 0 คะแนน เป็นต้น

**5.3 แบบวัดแนวคิดชนิดคำถามปลายเปิด** มีการกำหนดคำถามมาแล้วให้นักเรียนเขียนตอบโดยการอธิบายเหตุผลได้อย่างอิสระตามที่นักเรียนเข้าใจ ครูอาจใช้ร่วมกับการสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างก็ได้ เมื่อครูตรวจแบบวัดแนวคิดแล้วพบว่านักเรียนเขียนอธิบายในคำถามบางข้อไม่ชัดเจน คลุมเครือ ครูอาจสัมภาษณ์นักเรียนเกี่ยวกับคำอธิบายของนักเรียนในข้อนั้นอีกครั้งหนึ่ง สำหรับแบบวัดชนิดนี้สามารถให้ข้อมูลทั้งเชิงคุณภาพและปริมาณ และสามารถแปลงข้อมูลเชิงคุณภาพให้เป็นข้อมูลเชิงปริมาณได้เช่นเดียวกับแบบวัดแนวคิด 2 ชนิดข้างต้น โดยครูผู้นำต้อง

กำหนดเกณฑ์การให้คะแนน เช่น ถ้านักเรียนตอบถูกต้องครอบคลุมและชัดเจนถือว่านักเรียนมีแนวคิดที่ถูกต้องให้ 2 คะแนน ถ้านักเรียนตอบถูกต้องบางส่วนแต่บางส่วนนักเรียนไม่ได้กล่าวถึงถือว่านักเรียนมีแนวคิดที่ไม่สมบูรณ์ให้ 1 คะแนน ถ้านักเรียนตอบถูกต้องบางส่วนแต่บางส่วนไม่ถูกต้องถือว่านักเรียนมีแนวคิดที่คลาดเคลื่อนบางส่วนให้ 0 คะแนน และถ้านักเรียนตอบคำถามไม่ถูกต้องเลยถือว่านักเรียนมีแนวคิดที่ไม่ถูกต้องให้ 0 คะแนน เป็นต้น

**5.4 แบบวัดแนวคิดชนิดถูก – ผิดพร้อมอธิบายเหตุผลประกอบ** กำหนดข้อความมาให้แล้วให้นักเรียนกาเครื่องหมายถูก (✓) หน้าข้อความที่นักเรียนคิดว่าถูกต้องแต่ถ้าข้อความใดที่นักเรียนคิดว่าเป็นแนวคิดที่คลาดเคลื่อนให้นักเรียนกาเครื่องหมายผิด (x) สำหรับแบบวัดชนิดนี้สามารถให้ข้อมูลทั้งเชิงคุณภาพและปริมาณ และสามารถแปลงข้อมูลเชิงคุณภาพให้เป็นข้อมูลเชิงปริมาณได้เหมือนแบบวัดชนิดอื่นที่ได้กล่าวมาแล้วโดยครูต้องกำหนดเกณฑ์การให้คะแนน เช่น ถ้านักเรียนกาเครื่องหมายถูกหน้าข้อความที่เป็นแนวคิดที่ถูกต้องและอธิบายเหตุผลได้ถูกต้องถือว่านักเรียนมีแนวคิดที่ถูกต้องให้ 2 คะแนน หรือถ้านักเรียนกาเครื่องหมายผิดหน้าข้อความที่เป็นแนวคิดที่คลาดเคลื่อนและอธิบายเหตุผลได้ถูกต้องแสดงว่านักเรียนมีแนวคิดที่ถูกต้องให้ 2 คะแนน แต่ถ้านักเรียนกาเครื่องหมายถูกหน้าข้อความที่เป็นแนวคิดที่ถูกต้องหรือกาเครื่องหมายผิดหน้าข้อความที่เป็นแนวคิดที่คลาดเคลื่อน แต่อธิบายเหตุผลได้ถูกต้องเพียงบางส่วนแต่บางส่วนไม่ได้กล่าวถึง แสดงว่านักเรียนมีแนวคิดที่ไม่สมบูรณ์ให้ 1 คะแนน และถ้านักเรียนกาเครื่องหมายถูกหน้าข้อความที่เป็นแนวคิดคลาดเคลื่อน และอธิบายเหตุผลไม่ถูกต้องแสดงว่านักเรียนมีแนวคิดที่คลาดเคลื่อนให้คะแนน 0 คะแนน และถ้านักเรียนกาเครื่องหมายผิดหน้าข้อความที่เป็นแนวคิดที่คลาดเคลื่อนแต่อธิบายเหตุผลไม่ถูกต้องแสดงว่านักเรียนมีแนวคิดที่คลาดเคลื่อนให้ 0 คะแนน

**5.5 แบบวัดแนวคิดโดยใช้การสัมภาษณ์เกี่ยวกับตัวอย่าง** จะมีบัตรแสดงภาพหลายเส้นหรือรูปภาพของวัตถุหรือเหตุการณ์ของตัวอย่างแนวคิดที่ต้องการถามนักเรียนโดยครูจะนำเสนอบัตรดังกล่าวทีละใบเพื่อให้นักเรียนดูภาพแล้วมีคำถามถามนักเรียนเกี่ยวกับภาพในบัตรนั้น สำหรับแบบวัดชนิดนี้สามารถให้ข้อมูลทั้งเชิงคุณภาพและปริมาณ และสามารถแปลงข้อมูลเชิงคุณภาพให้เป็นข้อมูลเชิงปริมาณได้เหมือนแบบวัดแนวคิดชนิดอื่น ๆ โดยครูต้องกำหนดเกณฑ์การให้คะแนน เช่น ถ้านักเรียนตอบถูกต้อง ครอบคลุม และชัดเจนถือว่านักเรียนมีแนวคิดที่ถูกต้องให้ 2 คะแนน ถ้านักเรียนตอบถูกต้องบางส่วน แต่บางส่วนนักเรียนไม่ได้กล่าวถึงถือว่านักเรียนมีแนวคิดที่ไม่สมบูรณ์ให้ 1 คะแนน ถ้านักเรียนตอบถูกต้องบางส่วนแต่บางส่วนไม่ถูกต้องถือว่านักเรียนมีแนวคิดที่คลาดเคลื่อนให้ 0 คะแนน และถ้านักเรียนตอบคำถามไม่ถูกต้องเลยถือว่านักเรียนมีแนวคิดที่ไม่ถูกต้องให้ 0 คะแนน เป็นต้น

## ทักษะการแก้ปัญหา

### 1. ความหมายของทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

ทักษะการแก้ปัญหาเป็นกระบวนการทางความคิดที่จำเป็นในการดำเนินชีวิตที่เกิดจากการจัดการเรียนรู้ ประสบการณ์ นักเรียนจึงควรได้รับการฝึกเพื่อให้เกิดทักษะการแก้ปัญหา สำหรับทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายไว้ดังนี้

สุวิทย์ มูลคำ (2549) กล่าวว่า เป็นความสามารถของสมองในการกำจัดสภาวะความไม่สมดุลที่เกิดขึ้น โดยการปรับตัวเองและสิ่งแวดล้อมให้กลับเข้าสู่ภาวะสมดุล หรือตามที่เราคาดหวัง

วีณา ประชากุล และประสาธ เมืองเฉลิม (2553) พอสรุปได้ว่าการแก้ปัญหาเป็นกระบวนการที่ใช้เพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบ ในการแก้ปัญหาจะต้องมีการวางแผน การรวบรวมข้อมูล แสดงความคิดเห็น เสนอแนะแนวทางวิธีการแก้ปัญหา

จากความหมายของทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ได้กล่าวมาข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า คือความสามารถในการนำความรู้ และวิธีการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตประจำวัน เพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมายหรือวัตถุประสงค์ตามที่ต้องการ

### 2. การจัดการเรียนรู้กับการแก้ปัญหา

ทักษะการแก้ปัญหของแต่ละบุคคลนั้นจะแตกต่างกันออกไปเพราะคนเราจะมีความสามารถในการคิดแก้ปัญหา ได้ดีหรือไม่ขึ้นขึ้นอยู่กับว่าบุคคลนั้นมีระดับสติปัญญา ความรู้ อารมณ์ และประสบการณ์ ในการจัดการเรียนรู้มีผลต่อความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของนักเรียน

ทักษะการแก้ปัญหาเป็นทักษะอย่างหนึ่งที่ต้องมีการฝึกฝนอยู่เสมอ แม้ว่าครูไม่อาจจะฝึกฝนให้นักเรียนมีทักษะในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์อย่างเดียวกับที่เราฝึกให้เด็กเล่นดนตรี แต่การเด็กมีโอกาสฝึกฝนอยู่เสมอ นั้นย่อมเป็นประโยชน์แก่เด็กอย่างแน่นอน วิธีการต่าง ๆ ที่ครูจะช่วยให้เด็กมีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาได้นั้น

1. ฝึกให้เด็กทำงานอยู่เสมอ (The Persistency Process)
2. ฝึกให้เด็กมีการทดสอบอยู่เสมอ (The Testimonial Process)
3. ฝึกให้นักเรียนเป็นผู้มีเหตุผลแก่ตัวเอง (The Innate Process)
4. ให้อำนาจการวิจารณ์ (Critical Thinking) จอห์น ดิวอี้ (John Dewey) นักการศึกษาผู้มีชื่อเสียงได้กำหนดวิธีการคิดแก้ปัญหาโดยการวิเคราะห์ปัญหาออกเป็นขั้น ๆ ดังนี้

- 4.1 การกำหนดปัญหา
- 4.2 รวบรวมข้อเท็จจริง
- 4.3 ตั้งสมมติฐาน
- 4.4 ประเมินผล

วิธีการคิดแก้ปัญหาโดยวิธีนี้ ครูควรฝึกให้นักเรียนใช้อยู่เสมอ เพราะสามารถนำไปใช้ในอนาคตได้อีกด้วย นอกจากนี้ควรฝึกให้รู้จักวิเคราะห์-สังเคราะห์ (Analysis-Synthesis) และฝึกให้รู้จักออกความเห็น (Suggestion)

การฝึกหรือกระตุ้นให้นักเรียนรู้จักแสดงความคิดเห็นอยู่เสมอ นั้น เป็นการช่วยให้นักเรียนได้ฝึกการใช้ความคิดของตนเองดีกว่าการฝึกให้นักเรียนใช้แต่ความจำเพียงอย่างเดียว

### 3. ทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

ได้มีนักการศึกษาและนักจิตวิทยาหลายท่าน ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับทักษะในการแก้ปัญหาไว้หลายแนวคิด เช่น

เวียร์ (Weir, 1974, อ้างถึงใน วทัญญู วุฒิวรณ, 2553) ได้เสนอทักษะการแก้ปัญหาได้ 4 ขั้นตอน คือ

- ขั้นที่ 1 ขั้นระบุปัญหา
- ขั้นที่ 2 ขั้นวิเคราะห์ปัญหา
- ขั้นที่ 3 ขั้นเสนอวิธีการแก้ปัญหา
- ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบผลลัพธ์

ซาตรี เกิดธรรม (2537) ทักษะการแก้ปัญหาเป็นการสืบเสาะหาความรู้ของนักวิทยาศาสตร์แบบมีลำดับขั้นตอน นักวิทยาศาสตร์ได้สรุปทักษะในการแก้ปัญหาเป็น 4 ขั้นตอนตามลำดับ ดังนี้

1. ขั้นตั้งปัญหา
2. ขั้นสร้างสมมติฐาน
3. ขั้นรวบรวมข้อมูล
4. ขั้นลงข้อสรุป

จากทักษะการแก้ปัญหาที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น ผู้วิจัยจึงได้กำหนดทักษะการแก้ปัญหาออกเป็น 4 ขั้นตอน คือ ขั้นระบุปัญหา ขั้นตั้งสมมติฐาน ขั้นออกแบบการทดลอง และขั้นสรุปผลการทดลอง

## ความพึงพอใจ

### 1. ความหมาย

ความพึงพอใจในการจัดการเรียนรู้ของนักเรียน มีทฤษฎีและมีผู้ให้ความหมายของความพึงพอใจไว้ดังนี้

ราชบัณฑิตยสถาน (2542) ความพึงพอใจหมายถึง พอใจ ชอบใจ

หลุยส์ จาปาเทศ (2539) กล่าวว่า หมายถึง ความต้องการ ได้ บรรลุเป้าหมายพฤติกรรมที่แสดงออกมาก็จะมีความสุข สังเกตได้จากสายตา คำ พูด และการแสดงออก

โดยสรุป ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกนึกคิดหรือเจตคติของบุคคลที่มีต่อการทำงานหรือการปฏิบัติกิจกรรมในเชิงบวก ดังนั้น ความพึงพอใจในการจัดการเรียนรู้ จึงเป็นความรู้สึกพอใจ ชอบใจในการร่วมปฏิบัติกิจกรรมการเรียนการสอน และต้องดำเนินกิจกรรมนั้น ๆ จนบรรลุผลสำเร็จ

### 2. ทฤษฎีที่เกี่ยวกับความพึงพอใจ

หลุยส์ จาปาเทศ (2539) ได้ศึกษาค้นคว้าทฤษฎีที่เป็นมูลเหตุที่ทำให้เกิดความพึงพอใจ เรียกว่า The Motivation Hygiene Theory ซึ่งทฤษฎีนี้ได้กล่าวถึงปัจจัยที่ทำให้เกิดความพึงพอใจในการทำงาน 2 ปัจจัย คือ

1. ปัจจัยกระตุ้น (Motivation) เป็นปัจจัยที่เกี่ยวกับการงาน ซึ่งมีผลก่อให้เกิดความพึงพอใจในการทำงาน เช่น ความสำเร็จของงาน การได้รับการยอมรับนับถือ ลักษณะของงาน ความรับผิดชอบ ความก้าวหน้าในตำแหน่งการงาน

2. ปัจจัยค้ำจุน (Hygiene Factor) เป็นปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อมในการทำงาน และมีหน้าที่ให้บุคคลเกิดความพึงพอใจในการทำงาน เช่น เงินเดือน โอกาสที่จะก้าวหน้าในอนาคต สถานะของอาชีพ สภาพการทำงาน เป็นต้น

จากแนวคิดดังกล่าว ครูที่ต้องการจัดการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญบรรลุผลสำเร็จ จึงต้องคำนึงถึงการจัดบรรยากาศและสถานการณ์ รวมทั้งสื่อ อุปกรณ์ การเรียน การสอนที่เอื้ออำนวยต่อการเรียน เพื่อตอบสนองความพึงพอใจของนักเรียนให้มีแรงจูงใจในการทำกิจกรรมจนบรรลุตามวัตถุประสงค์ของหลักสูตร ผลตอบแทนภายในเป็นผลด้านความรู้สึกของนักเรียนที่เกิดแก่ตัวนักเรียนเอง ส่วนผลตอบแทนภายนอก เป็นรางวัลที่ผู้อื่นจัดทำให้มากกว่าที่ตนเองให้ตนเอง เช่น การได้รับคำยกย่องชมเชยจากครูผู้สอน พ่อแม่ ผู้ปกครอง หรือ แม้แต่การได้คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในระดับที่น่าพอใจ

### 3. เกณฑ์การวัดความพึงพอใจ

บุญชม ศรีสะอาด (2545) ให้เกณฑ์การแปลความหมายของแบบสอบถามความพึงพอใจ ดังนี้

ระดับ 5	4.50-5.00	หมายถึง	ความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด
ระดับ 4	3.50-4.49	หมายถึง	ความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก
ระดับ 3	2.50-3.49	หมายถึง	ความพึงพอใจอยู่ในระดับปานกลาง
ระดับ 2	1.50-2.49	หมายถึง	ความพึงพอใจอยู่ในระดับน้อย
ระดับ 1	1.00-1.49	หมายถึง	ความพึงพอใจอยู่ในระดับน้อยที่สุด

จากข้อมูลศึกษาผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกนึกคิดต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐาน ในรายวิชาเคมี หน่วย กรด-เบส ความพึงพอใจในการจัดการเรียนรู้และผลการเรียนจะมีความสัมพันธ์กันในทางบวก ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับว่า นักเรียนได้รับการตอบสนองความต้องการทางด้านร่างกายและจิตใจเพียงไร สิ่งที่คุณต้องคำนึงถึงในการจัดการเรียนรู้ คือ การเสริมแรงจิตใจในการเรียนเพื่อให้นักเรียนเกิดความพึงพอใจ

#### งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

วาทัญญ วุฒิวรรณ (2553) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เชิงรุกเพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหานักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

น้องนาง ปรี่องาม (2554) ได้พัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน พบว่า การจัดการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานจะสามารถกระตุ้นให้นักเรียนอยากรู้ อยากเห็น อยากหาคำตอบ มีความกระตือรือร้นในการศึกษาค้นคว้าหาข้อมูล สร้างความรู้จากกระบวนการทำงานกลุ่มเพื่อแก้ปัญหาจากสถานการณ์หรือ โจทย์ปัญหา นักเรียนมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์สถานการณ์ ตัวปัญหา และวิธีการแก้ปัญหาได้

สุพิธา ดาวเรือง (2555) ได้ศึกษาการพัฒนา รูปแบบการเรียนแบบผสมผสาน โดยจัดการเรียนรู้แบบกิจกรรมเป็นฐานและเทคนิคเพื่อนคู่คิดบนวิกิเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยพัฒนา รูปแบบการเรียนแบบผสมผสาน โดยจัดการจัดการเรียนรู้แบบกิจกรรมเป็นฐานและเทคนิคเพื่อนคู่คิดบนวิกิเพื่อส่งเสริม



ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งมีองค์ประกอบ 4 อย่าง ได้แก่ (1) สื่อการสอน (2) ระบบจัดการจัดการเรียนรู้ (3) การติดต่อสื่อสาร (4) การวัดและประเมินผล ขั้นตอนของรูปแบบ 6 ขั้นตอน ได้แก่ (1) ขั้นตอนจุดมุ่งหมาย (2) ขั้นตอนเนื้อหา (3) ขั้นนำ (4) ขั้นตอนกิจกรรม (5) ขั้นตอนอภิปราย (6) ขั้นนำเสนอผลงาน ผลการศึกษาพบว่านักเรียนที่เข้าร่วมในกลุ่มทดลองมีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์หลังการทดสอบค่าเฉลี่ยคะแนนอย่างมีนัยสำคัญสูงกว่าก่อนการทดสอบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

Marle et al. (2014) ได้ทำการศึกษา CSI – ช็อกโกแลต การสืบสวนทางวิทยาศาสตร์ และกรณีของการขโมยสูตร : การใช้สถานการณ์ปัญหาเป็นฐาน เพื่อเพิ่มการมีส่วนร่วมทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนโรงเรียนมัธยม โดยใช้ความรู้ STEM ประยุกต์ความรู้ ความเข้าใจ แนวคิดของการแก้ปัญหา โดยจัดกิจกรรมแบบ PBL (Problem-Based Learning) เป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้จากประสบการณ์ในการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มเล็ก ๆ เพื่อ 1. กำหนดปัญหา 2. ประเมินสิ่งที่ต้องรู้เพื่อแก้ปัญหา 3. การใช้ทรัพยากรเพื่อให้ได้ข้อมูลที่จำเป็น 4. การประเมินผลและการสะท้อนความคิด ซึ่งจะครอบคลุมทักษะ STEM ผู้วิจัยได้กำหนดค่ายฤดูร้อนที่เรียกว่า Jumpstart STEM-CSI (JSCSI) จำนวน 4 วัน ผู้เข้าร่วมเป็นนักเรียนมัธยมเกรด 8-12 จำนวน 33 คน มีเป้าหมายคือ เพิ่มความสนใจของนักเรียนเกี่ยวกับความรู้ STEM ค่ายได้กำหนดกิจกรรมจากสถานการณ์ที่สมจริง โดยใช้เทคนิค HPLC และหุ่นยนต์เลโก้ กรณี จารกรรมทางอุตสาหกรรมที่โรงงานช็อกโกแลตของบริษัทเฮอร์ซีย์ โดยนักเรียนจะได้ทำงานเป็นทีมเพื่อรวบรวมพยานหลักฐาน ได้ดูงานที่โรงงานช็อกโกแลต ตรวจสอบสถานที่เกิดเหตุ ต้องรวบรวมและวิเคราะห์หลักฐาน วิจัยตัวอย่างของเหลว ของแข็ง ก้อนกรวด เลือด DNA จากเมล็ดโกโก้ ถั่ว วิเคราะห์สีโดยใช้วิธี GIMP กล้องจุลทรรศน์สเตอริโอ วิเคราะห์บาร์โค้ด และนิติคอมพิวเตอร์ และเก็บข้อมูลโดยใช้แบบสำรวจ Postevent แบบประเมินตนเอง พบว่า ส่วนใหญ่เห็นพ้องกันในรายการประเมินที่เพิ่มสูงขึ้น คือ มีแรงจูงใจทางวิทยาศาสตร์ ความเชื่อมั่นทางวิทยาศาสตร์ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และการรวมกลุ่มทางสังคมที่มีความสนใจคล้ายกัน

Lu and Anariba (2014) ได้จัดกิจกรรมโดยการปฏิบัติจริงเป็นฐาน โดยพื้นฐานแนวคิดของเคมีไฟฟ้าที่สร้างขึ้นเพื่อนำเสนอ ออกแบบ จากองค์ประกอบต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เป้าหมายหลักของกิจกรรมมีไว้เพื่อเสริมสร้างหลักการเคมีไฟฟ้า โดยให้นักเรียนคิดค้นนวัตกรรมขึ้น ซึ่งได้มาจากการร่วมกันคิดและเพิ่มประสิทธิภาพของอุปกรณ์ตนเอง และการประเมินผลภายหลังโดยการใช้งานจริง อุปกรณ์ทางไฟฟ้าที่ใช้นั้นจะประกอบไปด้วยคลิปหนีบที่ทำจากเหล็ก ซึ่งทำหน้าที่เหมือนขั้วไฟฟ้า โดยทำมาจากทองแดงและแผ่นเหล็กอลูมิเนียมในถังที่แช่สาโทหรือไวน์ขาว ซึ่งทำหน้าที่เป็นอิเล็กโทรไลต์ กิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือจุดเด่นจะอยู่ตรงที่มี

ข้อความยืนยันถึงอุปกรณ์ที่บรรจุพลังงานที่ได้บันทึก และสามารถใช้เป็นเครื่องมือที่มีไว้ให้กับนวัตกรรม "Outside-The-Box" ซึ่งเป็นผลงานที่นักเรียนคิดค้นขึ้น และเกิดขึ้นเนื่องจากการกระตุ้นการทำงานของคนในทีม กิจกรรมการเรียนรู้แบบนี้นับว่าเหมาะสมมากในการนำมาใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมปลายเพื่อสร้างพื้นฐานในวิชาเคมีและเป็นสิ่งที่ดีถ้าจะนำมาใช้กับนักศึกษาปริญญาตรีสาขาวิศวกรรมและสถาปัตยกรรม และนักศึกษาด้านวิทยาศาสตร์หลาย ๆ แขนง โดยไม่ต้องคำนึงว่าพวกเขามีความสนใจวิทยาศาสตร์มากน้อยเพียงใด

Mindy et al. (2015) ได้ศึกษาการจัดการปัญหาช่องว่างระหว่างเพศในสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ (STEM) โดยการออกแบบและดำเนินการผ่านค่ายเคมีศึกษาสำหรับโรงเรียนมัธยมหญิงจากปัญหาที่พบคือ ความชอบต่อสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ (STEM) ระหว่างเพศชายและเพศหญิงส่งผลกระทบต่อการเรียนรู้และการเลือกอาชีพใน เพศชายจะมีความสนใจมากกว่าเพศหญิง อาจเนื่องมาจาก (1) การขาดแคลนต้นแบบของนักวิทยาศาสตร์หญิง (2) เด็กผู้หญิงรู้ว่าตนเองขาดความถนัดและความสามารถที่จะประสบความสำเร็จในสาขาวิชาเหล่านี้ (3) ครู ผู้ปกครอง และบุคคลชั้นนำที่เป็นแม่แบบทางความคิด ตลอดจนปัญหาในห้องเรียนที่ไม่มีเวลาในการปฏิบัติจริง การขาดงบประมาณ และการเน้นการสอบมากกว่าการปฏิบัติจริง เพื่อแก้ไขปัญหาที่ผู้วิจัยจึงได้พัฒนาค่ายแบบเต็มเวลา ที่จัดขึ้นตลอดสัปดาห์ (5 วัน เป็นเวลาที่เหมาะสม) สำหรับนักเรียนมัธยมหญิง ในรัฐ โรดไอแลนด์ ในค่ายจะมุ่งเน้นไปที่วิชาเคมี ซึ่งรายละเอียดของกำหนดการค่ายเคมีจะประกอบไปด้วยกิจกรรมหลัก 3 กิจกรรม คือ (1) HAND-ON EXPERIMENTATION : กิจกรรมทางวิทยาศาสตร์โดยการปฏิบัติจริง ซึ่งแยกย่อยออกไปอีก 11 กิจกรรม (2) CAMP FIELD TRIPS : การศึกษานอกสถานที่ และ (3) FEMALE ROLE MODELS : การมีปฏิสัมพันธ์กับนักวิทยาศาสตร์หญิง และใช้แบบสำรวจก่อนเข้าค่าย และหลังเข้าค่ายเพื่อวัดทัศนคติในการตอบสนองต่อคำถามของผู้เข้าร่วมค่ายเคมีครั้งนี้ และนำไปแปลผลทางสถิติโดยใช้วิธี Paired t-test ตรวจสอบสมมติฐานใช้แบบ Two-tailed ซึ่งพบว่า  $p$  value น้อยกว่า 0.0001 ซึ่งถือว่ามีนัยสำคัญทางสถิติ นั้นหมายความว่าผู้เข้าร่วมค่ายมีการเปลี่ยนแปลงทัศนคติต่อวิทยาศาสตร์ที่จะนำวิทยาศาสตร์ไปปรับใช้ในชีวิตประจำวัน มีความกระตือรือร้นต่อวิทยาศาสตร์ รู้คุณค่า และสนใจที่จะติดตามอาชีพที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ (STEM)

David (2015) ได้ทำการศึกษาสารอัลคาลอยที่มาจากไทโอยูเรีย (Thioureas) ตัวเร่งอินทรีย์ที่ไม่สมมาตร โดยจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบสัมพันธในหลักสูตรห้องปฏิบัติการทดลองโดยใช้โครงงานเป็นฐาน ซึ่งได้ดำเนินการทดลองจากนักศึกษานิเทศศาสตร์ชั้นสูงอธิบายได้ว่าการทำงานเป็นทีมที่ดีจะต้องมีเป้าหมายสำคัญในการทำงานวิจัยให้ประสบความสำเร็จทั้งในด้าน

อุตสาหกรรมและสถาบันการศึกษา การแลกเปลี่ยนประสบการณ์ การพัฒนาการทำงานในห้องปฏิบัติการทดลอง โดยนักเรียนจะต้องทำงานกันเป็นทีมเพื่อสังเคราะห์สารไทโอยูเรียที่ใช้เป็นตัวเร่งในปฏิกิริยา ผลการจัดกิจกรรมพบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจต่อกิจกรรมเนื่องจากได้เรียนรู้อย่างสนุกสนานจากกิจกรรม มีความเป็นอิสระและการแนะนำที่เท่าเทียมกันในห้องปฏิบัติการทดลอง ที่เห็นได้ชัดเจนที่สุดคือการทำงานเป็นทีมทำให้เกิดความคิดรวบยอดและพัฒนาทักษะความเป็นผู้นำ ทักษะมนุษยสัมพันธ์กับผู้อื่น

### บทที่ 3

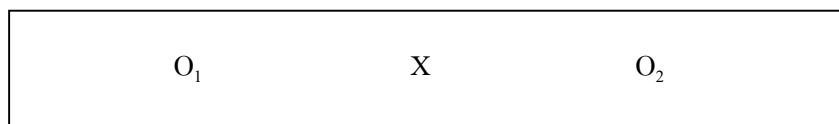
## วิธีการดำเนินการศึกษา

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาตามขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1. แบบแผนการวิจัย
2. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
3. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล
4. การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ
5. วิธีดำเนินการทดลอง และเก็บรวบรวมข้อมูล
6. การวิเคราะห์ข้อมูล
7. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

#### แบบแผนการวิจัย

งานวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) ที่มีแบบแผนของการวิจัย One Group Pre test–Post test Design โดยมีการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ซึ่งแสดงสัญลักษณ์ ดังนี้ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2545)



ภาพที่ 2 แผนแบบการทดลอง

- เมื่อ  $O_1$  หมายถึง การทดสอบก่อนการจัดการเรียนรู้  
X หมายถึง การจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐาน หน่วย กรด-เบส  
 $O_2$  หมายถึง การทดสอบหลังการจัดการเรียนรู้

## ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

### ประชากร

ประชากร ได้แก่ นักเรียนโรงเรียนดอกคำใต้วิทยาคม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียน  
วิทย์-คณิต อำเภอดอกคำใต้ จังหวัดพะเยาจำนวน 55 คน

### กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนโรงเรียนดอกคำใต้วิทยาคมที่เรียนแผนการเรียน  
วิทย์-คณิต ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 อำเภอดอกคำใต้ จังหวัดพะเยา ได้มาโดยการเลือกแบบบังเอิญ  
(Haphazard or Accidental Sampling) จากความสมัครใจของนักเรียน จำนวน 25 คน

### เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้มี 4 ชนิด คือ

1. แผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้กิจกรรมเป็นฐานในรายวิชาเคมี หน่วย กรด-เบส ที่ผู้วิจัย  
สร้างขึ้น จำนวน 6 แผน รวม 21 ชั่วโมง

2. แบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ในการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐานใน  
รายวิชาเคมี หน่วย กรด-เบส ประกอบด้วย 3 ตอน จำนวน 20 ข้อ

ตอนที่ 1 แบบวัดแนวคิดชนิดเลือกตอบทั้งคำตอบและเหตุผล จำนวน 6 ข้อ

ตอนที่ 2 แบบวัดแนวคิดชนิดเลือกตอบพร้อมอธิบายเหตุผลที่เลือก จำนวน 8 ข้อ

ตอนที่ 3 แบบวัดแนวคิดชนิดถูก-ผิดพร้อมอธิบายเหตุผลประกอบ จำนวน 6 ข้อ

3. แบบวัดทักษะการแก้ปัญหาในการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐาน รายวิชาเคมี  
หน่วย กรด-เบส หมายถึง เครื่องมือที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อวัดความรู้ความเข้าใจจากการจัดการเรียนรู้  
โดยการสร้างสถานการณ์และให้นักเรียนได้เขียนตอบ ซึ่งประกอบด้วย 5 สถานการณ์ ซึ่งแต่ละ  
สถานการณ์จะมีจำนวน 4 ข้อ โดยจะวัดความสามารถในการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอน คือ ขั้นระบุปัญหา  
ขั้นตั้งสมมติฐาน ขั้นออกแบบการทดลอง และขั้นสรุปผลการทดลอง รวมทั้งหมด จำนวน 20 ข้อ

4. แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรม  
เป็นฐานในรายวิชาเคมี หน่วย กรด-เบส จำนวน 15 ข้อ

## การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ

### 1. แผนการจัดการจัดการเรียนรู้

การสร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐานในรายวิชาเคมี หน่วย กรด-เบส ผู้วิจัยได้สร้างตามลำดับ ดังนี้

1.1. ศึกษาเอกสารหลักสูตรกลุ่มสาระการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อให้ทราบขอบเขตเนื้อหา มาตรฐาน/ตัวชี้วัดของชั้นปี และ ผลการจัดการเรียนรู้

1.2 วิเคราะห์หลักการ จุดมุ่งหมายและคุณภาพของนักเรียนที่หลักสูตรต้องการจากหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 หลักสูตรสถานศึกษาขั้นพื้นฐาน สาระการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนวิทย์-คณิต

1.3 ศึกษาวิธีการเขียนแผนการจัดการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ขั้นตอนการทำแผนการจัดการจัดการเรียนรู้ กำหนดรูปแบบของแผนการจัดการจัดการเรียนรู้ (รุจิรุจิ ภูสาระ, 2545)

1.4 วิเคราะห์เนื้อหาสาระการจัดการเรียนรู้ ผลการจัดการเรียนรู้ เพื่อใช้ในการเขียนแผนการจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้รายวิชาเคมี หน่วย กรด-เบส เพื่อกำหนดเป็นรายละเอียดในการสร้างแผนการจัดการจัดการเรียนรู้ ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหา สาระสำคัญ และผลการจัดการเรียนรู้

เนื้อหา	สาระสำคัญ	ผลการจัดการเรียนรู้
สารละลายนอนอิเล็กโทรไลต์และสารละลายอิเล็กโทรไลต์	สารที่ละลายในน้ำแล้วแตกตัวเป็นไอออน นำไฟฟ้าได้จัดเป็นสารอิเล็กโทรไลต์และเรียกสารละลายนี้ว่าสารละลายอิเล็กโทรไลต์ หากนำไฟฟ้าได้ดีจัดเป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์แก่ หากนำไฟฟ้าได้น้อยจัดเป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์อ่อน ส่วนสารที่ละลายน้ำแล้วไม่แตกตัว ไม่นำไฟฟ้า จัดเป็นสารนอนอิเล็กโทรไลต์และเรียกสารละลายนี้ว่าสารละลายนอนอิเล็กโทรไลต์	1. เปรียบเทียบสมบัติของสารละลายอิเล็กโทรไลต์ กับสารละลายนอนอิเล็กโทรไลต์ และระบุ ประเภทของสารละลายอิเล็กโทรไลต์ได้
สารละลายกรดและสารละลายเบส	ไอออนที่แสดงสมบัติของกรด คือ $H_3O^+$ ส่วนไอออนที่แสดงสมบัติของเบส คือ $OH^-$ ตามทฤษฎีกรด-เบสของอาร์เรเนียส กรดคือ	2. อธิบายการเปลี่ยนแปลงเมื่อ กรด หรือ เบส ละลายในน้ำ พร้อมทั้งระบุชนิดของ

ตารางที่ 2 (ต่อ)

เนื้อหา	สาระสำคัญ	ผลการจัดการเรียนรู้
สารละลายกรดและสารละลายเบส	สารที่ละลายน้ำแล้วแตกตัวให้ $H^+$ และเบสคือสารที่ละลายน้ำแล้วแตกตัวให้ $OH^-$ ส่วนทฤษฎีกรด-เบสของเบรินสเตดลาวรี กรดคือสารที่โปรตอนแก่สารอื่น เบสคือสารที่รับโปรตอนจากสารอื่น จึงเกิดเป็นคู่กรด-เบสขึ้น ซึ่งจะมีโปรตอนต่างกันอยู่หนึ่งโปรตอน สารบางชนิดให้และรับโปรตอนได้จึงเป็นได้ทั้งกรดและเบส เรียกว่าสารแอมฟิโพรติก และตามทฤษฎีกรด-เบสของลิวอิส กรดคือสารที่รับคู่อิเล็กตรอน เบสคือสารที่ให้คู่อิเล็กตรอน	ไอออนที่ทำให้สารละลายแสดงสมบัติเป็นกรด หรือเบส ได้ 3. อธิบายความหมายของกรดและเบสตามทฤษฎีกรด-เบสของอาร์เรเนียสเบรินสเตด-ลาวรีและลิวอิสพร้อมทั้งอธิบายสมบัติของกรดหรือเบสตามทฤษฎีกรด-เบสเหล่านี้ได้ 4. ระบุโมเลกุลหรือไอออนที่เป็นคู่กรด-เบส ในปฏิกิริยาตามทฤษฎี กรด-เบส เบรินสเตด-ลาวรีได้
การแตกตัวของกรดและเบส	กรดแก่และเบสแก่แตกตัวเป็นไอออนในน้ำได้มากเกิดการเปลี่ยนแปลงไปข้างหน้าเพียงอย่างเดียวจัดเป็นอิเล็กโทรไลต์แก่ กรดอ่อนเบสอ่อนแตกตัวเป็นไอออนในน้ำได้น้อยจัดเป็นอิเล็กโทรไลต์อ่อน ในสารละลายจึงมีโมเลกุลของสารเป็นส่วนใหญ่กับไอออนจากการแตกตัวเป็นส่วนน้อย และเกิดภาวะสมดุลระหว่างโมเลกุลกับไอออนจึงเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับ ปริมาณการแตกตัวของกรดอ่อนและเบสอ่อน อาจบอกเป็นร้อยละหรือค่าคงที่การแตกตัวของกรดหรือเบส ซึ่งสามารถใช้เปรียบเทียบปริมาณการแตกตัวของกรดอ่อนหรือเบสอ่อน ใช้คำนวณหา	5. อธิบายความสามารถในการแตกตัวของกรดแก่เบสแก่ กรดอ่อน เบสอ่อน รวมทั้งคำนวณหาร้อยละของการแตกตัวและค่าคงที่การแตกตัวของกรดอ่อนหรือเบสอ่อนได้ 6. เปรียบเทียบปริมาณการแตกตัวของกรดหรือเบสและคำนวณหาความเข้มข้นของ $H_3O^+$ และ $OH^-$ โดยใช้ค่าคงที่การแตกตัวของกรดและเบสได้

ตารางที่ 2 (ต่อ)

เนื้อหา	สาระสำคัญ	ผลการจัดการเรียนรู้
การแตกตัวของกรดและเบส	$[H_3O^+]$ และ $[OH^-]$ ในสารละลายกรดหรือเบส การเติมกรดหรือเบสลงในน้ำเป็นการรบกวนสมดุลของน้ำทำให้ $[H_3O^+]$ และ $[OH^-]$ เปลี่ยนแปลงไปในสัดส่วนที่จะรักษาค่าคงที่การแตกตัวของน้ำให้เท่ากับ $1 \times 10^{-14}$ เสมอ	7. อธิบายการเปลี่ยนแปลงสถานะสมดุลของน้ำเมื่อเติมกรดหรือเบสพร้อมทั้งคำนวณหาความเข้มข้นของ $H_3O^+$ และ $OH^-$ ในสารละลาย
pH ของสารละลาย	การบอกความเป็นกรด-เบสของสารละลาย อาจใช้ความเข้มข้นของ $H_3O^+$ และ $OH^-$ เป็นเกณฑ์ได้ แต่นิยมระบุเป็นค่า pH เมื่อทราบความเข้มข้นของ $H_3O^+$ ในสารละลายสามารถคำนวณหา pH ของสารละลายได้ โดยใช้ความสัมพันธ์ $pH = -\log [H_3O^+]$ pH ของสารละลายอาจวัดด้วยพีเอชมิเตอร์กระดาษ pH หรือใช้อินดิเคเตอร์สำหรับกรด-เบส	8. การคำนวณ pH ของสารละลายเมื่อทราบความเข้มข้นของ $[H_3O^+]$ หรือ $[OH^-]$ และบอกความเป็นกรดเบสของสารละลายจาก pH ได้
อินดิเคเตอร์สำหรับกรด-เบสและ ฟิชเปลี่ยนสี	อินดิเคเตอร์สำหรับกรด-เบสเป็นสารที่ใช้ตรวจสอบความเป็นกรด-เบสของสารละลาย	9. อธิบายเหตุผลที่ทำให้อินดิเคเตอร์เปลี่ยนสีและใช้ช่วงของการเปลี่ยนสีของอินดิเคเตอร์บอกค่า pH หรือความเป็นกรด-เบสของสารละลาย

1.5 เขียนแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐานรายวิชาเคมี หน่วยกรด-เบส ตามองค์ประกอบของการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ สาระและมาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 3 สารและการเปลี่ยนแปลง สมรรถนะนักเรียน คุณลักษณะอันพึงประสงค์ หลักการวัดและประเมินผล คำอธิบายรายวิชา ผลการจัดการเรียนรู้ ซึ่งกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ วิชาเคมี หน่วยกรด-เบส มีจำนวน 6 แผน ซึ่งองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วยมาตรฐาน ว 3.2 ผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ สื่อการจัดการเรียนรู้ และแหล่งการเรียนรู้



การวัดและการประเมินผลที่สอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้จำนวน 6 แผน ดังตารางที่ 3 และในแต่ละแผนจะมีรายละเอียดของการจัดการเรียนรู้ ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 3 การออกแบบแผนการจัดการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการจัดการเรียนรู้	ชื่อเรื่อง	จำนวนชั่วโมง
1	สารละลายนอนอิเล็กโทรไลต์และสารละลายอิเล็กโทรไลต์	3
2	สารละลายกรดและสารละลายเบส	3
3	การแตกตัวของกรดและเบส	3
4	pH ของสารละลาย	3
5	อินดิเคเตอร์สำหรับกรด-เบส	3
6	พีชเปลี่ยนสี	6
รวม		21

ตารางที่ 4 การออกแบบการจัดการเรียนรู้

แผนที่	สาระการเรียนรู้	การจัดการเรียนรู้
1	<ul style="list-style-type: none"> <li>- สารละลายนอนอิเล็กโทรไลต์และสารละลายอิเล็กโทรไลต์</li> <li>- การทดสอบการนำไฟฟ้าของสารละลาย</li> <li>- การทดสอบสมบัติอื่น ๆ ของสารละลาย</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- นักเรียนแบ่งกลุ่มตามความสนใจ</li> <li>- ศึกษาใบความรู้ 1 เรื่องสารละลายนอนอิเล็กโทรไลต์และสารละลายอิเล็กโทรไลต์</li> <li>- ทำการทดลองตามใบกิจกรรมที่ 1 เรื่องสารละลายนอนอิเล็กโทรไลต์และสารละลายอิเล็กโทรไลต์</li> <li>- แต่ละกลุ่มนำเสนอผลการทำกิจกรรม</li> <li>- คำถามท้ายกิจกรรม</li> <li>- คำถามขยายความรู้</li> </ul>

## ตารางที่ 4 (ต่อ)

แผนที่	สาระการเรียนรู้	การจัดการเรียนรู้
2	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ไอออนในสารละลายกรด</li> <li>- ไอออนในสารละลายเบส</li> <li>- ทฤษฎีกรด-เบสของอาร์เรเนียส</li> <li>- ทฤษฎีกรด-เบสของเบรินสเตด-ลาวรี</li> <li>- ทฤษฎีกรด-เบสของลิวิต</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- นักเรียนแบ่งกลุ่มตามความสนใจ</li> <li>- ครุณาสารตัวอย่างใกล้ตัวที่มีสมบัติเป็นกรด-เบสมาถามนักเรียนว่าเมื่อทดสอบด้วยกระดาษยูนิเวอร์แซลอินดิเคเตอร์จะให้ผลการทดสอบเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร</li> <li>- ตัวแทนแต่ละกลุ่มเข้าศึกษาตามฐานการเรียนรู้ 5 ฐาน คือ ฐานที่ 1 นั่นคือกรดเกลือ ฐานที่ 2 นั่นคือน้ำส้มสายชู ฐานที่ 3 นั่นคือยาลดกรด ฐานที่ 4 นั่นคือน้ำปูนใส และฐานที่ 5 ฐานสรุปความรู้</li> <li>- นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการศึกษาลงในกระดาษชาร์ต</li> <li>- นักเรียนทำการทดลองตามใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง สารละลายกรดและสารละลายเบส</li> <li>- ศึกษาใบความรู้ 2 เรื่อง สารละลายกรดและสารละลายเบส</li> <li>- นักเรียนเล่นเกมจับคู่ทฤษฎีกรด-เบส</li> <li>- คำถามท้ายกิจกรรม</li> </ul>
3	<ul style="list-style-type: none"> <li>- การแตกตัวของกรดแก่ เบสแก่</li> <li>- การคำนวณการแตกตัว ความเข้มข้นของไอออนในสารละลายกรดแก่ เบสแก่</li> <li>- การแตกตัวของกรดอ่อน เบสอ่อน</li> <li>- การคำนวณการแตกตัว ร้อยละการแตกตัว ค่าคงที่การแตกตัว ความเข้มข้นของไอออนในสารละลายกรดอ่อน เบสอ่อน</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- นักเรียนชมวีดีโอจาก You Tube เรื่อง Dissociation Strong and Weak Acids (<a href="https://youtu.be/rKqYE5sZils">https://youtu.be/rKqYE5sZils</a>)</li> <li>- ศึกษาใบความรู้ที่ 3 เรื่อง การแตกตัวของสารละลายกรดเบส</li> <li>- ตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมแข่งขันทำโจทย์จนครบ</li> <li>- นักเรียนทำใบกิจกรรมที่ 3 เรื่อง การแตกตัวของสารละลายกรดเบส</li> </ul>

ตารางที่ 4 (ต่อ)

แผนที่	สาระการเรียนรู้	การจัดการเรียนรู้
4	<ul style="list-style-type: none"> <li>- pH ของสารละลาย</li> <li>- pOH ของสารละลาย</li> <li>- บอกความเป็นกรด-เบสของสารละลายจากค่า pH</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- นักเรียนชมวีดีโอจาก You Tube เรื่อง Acids , Base and pH (<a href="https://youtu.be/t5eUOXm-wiE">https://youtu.be/t5eUOXm-wiE</a>)</li> <li>- ศึกษาใบความรู้ที่ 4 เรื่อง pH ของสารละลาย</li> <li>- แต่ละกลุ่มเล่นเกม มาคำนวณค่า pH กันเถอะ</li> <li>- นักเรียนทำใบกิจกรรมที่ 4 เรื่อง pH ของสารละลาย</li> </ul>
5	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ความหมายของอินดิเคเตอร์</li> <li>- การเปลี่ยนสีของอินดิเคเตอร์</li> <li>- อินดิเคเตอร์ที่พบในธรรมชาติ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ครุ่นแก้วใส 3 ใบ ซึ่งบรรจุสารละลายกรดเบส และเกลือ เพื่อถามนักเรียนว่าทราบหรือไม่ว่าแต่ละใบคือสารใด แล้วเมื่อเทสารสกัดจากดอกอัญชันลงในแต่ละจะเกิดการเปลี่ยนแปลงหรือไม่</li> <li>- ศึกษาใบความรู้ที่ 5 เรื่อง อินดิเคเตอร์สำหรับกรด-เบส</li> <li>- แต่ละกลุ่มทดลอง เรื่อง การทดสอบ pH ของสารตัวอย่างด้วยอินดิเคเตอร์ แล้วนำเสนอผลการทดลองหน้าชั้นเรียน</li> <li>- นักเรียนทำใบกิจกรรมที่ 5 เรื่อง อินดิเคเตอร์สำหรับกรด-เบส</li> </ul>
6	<ul style="list-style-type: none"> <li>- อินดิเคเตอร์จากพืชธรรมชาติ</li> <li>- สารแอนโทไซยานิน</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ครุ่นบีกเกอร์ 3 ใบ ที่บรรจุสารละลายกรดเบส และเกลือ เพื่อถามนักเรียนว่า เมื่อเทสารสกัดจากดอกอัญชันลงไปทุกใบจะเกิดการเปลี่ยนแปลงหรือไม่</li> <li>- ศึกษาใบความรู้ที่ 6 เรื่อง พืชเปลี่ยนสี</li> </ul>

## ตารางที่ 4 (ต่อ)

แผนที่	สาระการเรียนรู้	การจัดการเรียนรู้
6	- อินดิเคเตอร์จากพืชธรรมชาติ - สารแอนโทไซยานิน	- ศึกษาสถานการณ์ตามใบกิจกรรมที่ 6 เรื่อง พืชเปลี่ยนสี - ทำกิจกรรมขยายความรู้ โดยแต่ละกลุ่ม เลือกพืชที่ตัวเองสนใจ จากใบกิจกรรมที่ 6 เพื่อมาทดสอบการเปลี่ยนสีที่ pH 1-14

1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้น เสนอผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง และความเหมาะสมในด้านเนื้อหา ผลการเรียนรู้ การจัดการเรียนรู้ สื่อการจัดการเรียนรู้ และการวัดผลประเมินผล และนำมาปรับปรุงแก้ไข โดยใช้แบบประเมินสร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐาน ในรายวิชาเคมี หน่วย กรด-เบส และกำหนดมาตรการประเมิน 5 ระดับ ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2545 , หน้า 49)

ระดับ 5	หมายถึง	มีความเหมาะสมมากที่สุด
ระดับ 4	หมายถึง	มีความเหมาะสมมาก
ระดับ 3	หมายถึง	มีความเหมาะสมปานกลาง
ระดับ 2	หมายถึง	มีความเหมาะสมน้อย
ระดับ 1	หมายถึง	มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

1.7 นำผลการประเมินไปหาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยกำหนดเกณฑ์ ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.51 – 5.00	หมายถึง	เหมาะสมมากที่สุด
ค่าเฉลี่ย 3.51 – 4.50	หมายถึง	เหมาะสมมาก
ค่าเฉลี่ย 2.51 – 3.50	หมายถึง	เหมาะสมปานกลาง
ค่าเฉลี่ย 1.51 – 2.50	หมายถึง	เหมาะสมน้อย
ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.50	หมายถึง	เหมาะสมน้อยที่สุด

มีเกณฑ์การยอมรับคุณภาพค่าเฉลี่ยระดับ 3.5 ขึ้นไป (บุญชม ศรีสะอาด, 2545)

1.8 ปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ และจัดพิมพ์แผนการจัดการเรียนรู้เป็นฉบับทดลองสอน

1.9 นำแผนการจัดการเรียนรู้ฉบับทดลองสอน ไปทดลองสอนกับนักเรียนโรงเรียน ถ้าปีนวิทยาคม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนแผนการเรียนวิทย์-คณิต จำนวน 5 คน เพื่อดูความ ถูกต้องเหมาะสมของเนื้อหา การจัดการเรียนรู้ และเวลาที่กำหนด แล้วปรับปรุงแก้ไข และจัดพิมพ์ แผนการจัดการเรียนรู้ เพื่อนำไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง

1.10 นำแผนการจัดการเรียนรู้ไปใช้ประกอบการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรม เป็นฐาน รายวิชาเคมี หน่วย กรด-เบส ที่พัฒนาอย่างสมบูรณ์ไปใช้จริงกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 5 แผนการเรียนวิทย์-คณิต ที่สมัครใจเข้าร่วมกิจกรรม จำนวน 25 คน

## 2. แบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์

การสร้างแบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ หน่วย กรด-เบส มีขั้นตอนในการสร้างและ หาคุณภาพ ดังนี้

2.1 ศึกษาทฤษฎี วิธีการสร้างแบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์จากเอกสารคู่มือการ อบรมการวิจัยปฏิบัติการในห้องเรียนจากสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

2.2 สร้างแบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ ในการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็น ฐานในรายวิชาเคมี หน่วย กรด-เบส ประกอบด้วย 3 ตอน จำนวน 35 ข้อ

ตอนที่ 1 แบบวัดแนวคิดชนิดเลือกตอบ ทั้งคำตอบและเหตุผล จำนวน 9 ข้อ

ตอนที่ 2 แบบวัดแนวคิดชนิดเลือกตอบ พร้อมอธิบายเหตุผลที่เลือก จำนวน 16 ข้อ

ตอนที่ 3 แบบวัดแนวคิดชนิดถูก-ผิด พร้อมอธิบายเหตุผลประกอบ จำนวน 10 ข้อ

กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนตามเกณฑ์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี(สสวท.) ดังนี้

- หากตอบถูกทั้ง 2 ส่วน คือ ส่วนของคำตอบและอธิบายเหตุผล ได้ถูกต้อง ครบถ้วน ถือว่านักเรียนมีแนวคิดที่ถูกต้องให้ 2 คะแนน

- หากคำตอบถูกต้อง แต่อธิบายเหตุผล ได้ถูกต้องเพียงบางส่วน แต่บางส่วน ไม่ได้กล่าวถึง ถือว่านักเรียนมีแนวคิดที่ไม่สมบูรณ์ให้ 1 คะแนน

- หากตอบถูกต้องในส่วนใดส่วนหนึ่งในสองส่วน หรือตอบผิดทั้ง 2 ส่วน ถือ ว่านักเรียนมีแนวคิดที่คลาดเคลื่อนให้ 0 คะแนน

ตารางที่ 5 การออกแบบจำนวนแบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ตามด้านพุทธิพิสัย

ผลการจัดการ เรียนรู้	แนวคิด กรด-เบส	จำแนกตามด้านพุทธิพิสัย					
		ตอนที่ 1		ตอนที่ 2		ตอนที่ 3	
		ความ เข้าใจ	นำไป ใช้	ความ เข้าใจ	นำไป ใช้	ความ เข้าใจ	นำไป ใช้
ผลการจัดการ เรียนรู้ที่ 1 เปรียบเทียบ สมบัติของ สารละลายอิเล็ก โทรไลต์ กับ สารละลายนอนอิ เล็กโทรไลต์ และ ระบุ ประเภทของ สารละลายอิเล็ก โทรไลต์ได้	สารที่ละลายในน้ำแล้ว แตกตัวเป็นไอออน นำ ไฟฟ้าได้จัดเป็นสาร อิเล็กโทรไลต์และเรียก สารละลายนี้ว่า สารละลายอิเล็กโทรไลต์ หากนำไฟฟ้าได้ดีจัดเป็น สารละลายอิเล็กโทรไลต์ แก่ หากนำไฟฟ้าได้น้อย จัดเป็นสารละลายอิเล็ก โทรไลต์อ่อน ส่วนสารที่ ละลายน้ำแล้วไม่แตกตัว ไม่นำไฟฟ้า จัดเป็นสาร นอนอิเล็กโทรไลต์และ เรียกสารละลายนี้ว่า สารละลายนอนอิเล็ก โทรไลต์	2	-	-	-	1	-
ผลการจัดการ เรียนรู้ที่ 2 อธิบาย การเปลี่ยนแปลง เมื่อ กรด หรือ เบส ละลายในน้ำ	ไอออนที่แสดงสมบัติ ของกรด คือ $H_3O^+$ ส่วน ไอออนที่แสดงสมบัติ ของเบส คือ $OH^-$	1	1	-	-	-	-

ตารางที่ 5 (ต่อ)

ผลการจัดการ เรียนรู้	แนวคิด กรด-เบส	จำแนกตามด้านพุทธิพิสัย					
		ตอนที่ 1		ตอนที่ 2		ตอนที่ 3	
		ความ เข้าใจ	นำไป ใช้	ความ เข้าใจ	นำไป ใช้	ความ เข้าใจ	นำไป ใช้
พร้อมทั้งระบุ ชนิดของไอออน ที่ทำให้ สารละลายแสดง สมบัติเป็น กรด หรือ เบส ได้							
ผลการจัดการ เรียนรู้ที่ 3 อธิบาย ความหมายของ กรดและเบสตาม ทฤษฎี กรด – เบสของอาร์เร เนียสเบรินสเตด – ลาวรีและลิวอิส พร้อมทั้งอธิบาย สมบัติของกรด หรือเบสตาม ทฤษฎีกรด – เบส เหล่านี้ได้	ตามทฤษฎีกรด-เบสของ อาร์เรเนียส กรดคือสารที่ ละลายน้ำแล้วแตกตัวให้ $H^+$ และเบสคือสารที่ ละลายน้ำแล้วแตกตัวให้ $OH^-$ ส่วนทฤษฎีกรด-เบส ของเบรินสเตด-ลาวรี กรดคือสารที่โปรตอนแก่ สารอื่น เบสคือสารที่รับ โปรตอนจากสารอื่น จึง เกิดเป็นคู่กรด-เบสขึ้น และตามทฤษฎีกรด-เบส ของลิวอิส กรดคือสารที่ รับคู่อิเล็กตรอน เบสคือ สารที่ให้คู่อิเล็กตรอน	1	-	2	-	-	-

ตารางที่ 5 (ต่อ)

ผลการจัดการ เรียนรู้	แนวคิด กรด-เบส	จำแนกตามด้านพุทธิพิสัย					
		ตอนที่ 1		ตอนที่ 2		ตอนที่ 3	
		ความ เข้าใจ	นำไป ใช้	ความ เข้าใจ	นำไป ใช้	ความ เข้าใจ	นำไป ใช้
<b>ผลการจัดการเรียนรู้ที่ 4</b> ระบุโมเลกุลหรือไอออนที่เป็นคู่กรด – เบส ในปฏิกิริยาตามทฤษฎี กรด – เบส เบรินสเตด-ลาวรีได้	ทฤษฎีกรด-เบสของ เบรินสเตดลาวรี กรดคือสารที่โปรตอนแก่สารอื่น เบสคือสารที่รับโปรตอนจากสารอื่น จึงเกิดเป็นคู่กรด-เบสขึ้น ซึ่งจะมีโปรตอนต่างกันอยู่หนึ่งโปรตอนสารบางชนิดให้และรับโปรตอนได้จึงเป็นได้ทั้งกรดและเบส เรียกว่าสารแอมฟิโพรติก	1	-	1	-	-	-
<b>ผลการจัดการเรียนรู้ข้อ 5</b> อธิบายความสามารถในการแตกตัวของกรดแก่ เบสแก่ กรดอ่อน เบสอ่อน รวมทั้งคำนวณหาร้อยละของการแตกตัวและค่าคงที่การแตกตัวของกรด	กรดแก่และเบสแก่แตกตัวเป็นไอออนในน้ำได้มากเกิดการเปลี่ยนแปลงไปข้างหน้าเพียงอย่างเดียวจัดเป็นอิเล็กโทรไลต์แก่ กรดอ่อน เบสอ่อนแตกตัวเป็นไอออนในน้ำได้น้อยจัดเป็นอิเล็กโทรไลต์อ่อน ในสารละลายจึงมีโมเลกุลของสารเป็นส่วนใหญ่กับไอออนจากการแตกตัวเป็นส่วนน้อย	1	-	3	-	3	-



ตารางที่ 5 (ต่อ)

ผลการจัดการ เรียนรู้	แนวคิด กรด-เบส	จำแนกตามด้านพุทธิพิสัย					
		ตอนที่ 1		ตอนที่ 2		ตอนที่ 3	
		ความ เข้าใจ	นำไป ใช้	ความ เข้าใจ	นำไป ใช้	ความ เข้าใจ	นำไป ใช้
ของกรดอ่อนหรือเบสอ่อนได้	และเกิดภาวะสมดุลระหว่างโมเลกุลกับไอออนจึงเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับ ปริมาณการแตกตัวของกรดอ่อนและเบสอ่อน อาจบอกเป็นร้อยละหรือค่าคงที่การแตกตัวของกรดหรือเบส	1	-	3	-	3	-
<b>ผลการจัดการเรียนรู้ที่ 6</b> เปรียบเทียบปริมาณการแตกตัวของกรดหรือเบสและคำนวณหาความเข้มข้นของ $H_3O^+$ และ $OH^-$ โดยใช้ค่าคงที่การแตกตัวของกรดและเบสได้	ในสารละลายจะมีโมเลกุลของสารเป็นส่วนใหญ่กับไอออนจากการแตกตัวเป็นส่วนน้อยและเกิดภาวะสมดุลระหว่างโมเลกุลกับไอออนจึงเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับ ปริมาณการแตกตัวของกรดอ่อนและเบสอ่อน อาจบอกเป็นร้อยละหรือค่าคงที่การแตกตัวของกรดหรือเบสซึ่งสามารถใช้เปรียบเทียบปริมาณการแตกตัวของกรดอ่อนหรือเบสอ่อน ใช้คำนวณหา	-	-	1	1	2	-

ตารางที่ 5 (ต่อ)

ผลการจัดการ เรียนรู้	แนวคิด กรด-เบส	จำแนกตามด้านพุทธิพิสัย					
		ตอนที่ 1		ตอนที่ 2		ตอนที่ 3	
		ความ เข้าใจ	นำไป ใช้	ความ เข้าใจ	นำไป ใช้	ความ เข้าใจ	นำไป ใช้
	ในสารละลายจะมี $[H_3O^+]$ และ $[OH^-]$ ในสารละลายกรดหรือเบส						
ผลการจัดการเรียนรู้ที่ 7 อธิบายการเปลี่ยนแปลงสถานะสมดุลของน้ำเมื่อเติมกรดหรือเบสพร้อมทั้งคำนวณหาความเข้มข้นของ $H_3O^+$ และ $OH^-$ ในสารละลาย	น้ำแตกตัวเป็น $[H_3O^+]$ และ $[OH^-]$ ได้น้อยมากที่ $25^\circ C$ น้ำบริสุทธิ์แตกตัวให้ $[H_3O^+]$ และ $[OH^-]$ อย่างละ $1 \times 10^{-7} M$ การเติมกรดหรือเบสลงในน้ำเป็นการรบกวนสมดุลของน้ำทำให้ $[H_3O^+]$ และ $[OH^-]$ เปลี่ยนแปลงไปในสัดส่วนที่จะรักษาค่าคงที่การแตกตัวของน้ำให้เท่ากับ $1 \times 10^{-14}$ เสมอ	1	-	1	-	1	-
ผลการจัดการเรียนรู้ที่ 8 การคำนวณ pH ของสารละลายเมื่อทราบความเข้มข้นของ $[H_3O^+]$ หรือ $[OH^-]$ และบอกความ	การบอกความเป็นกรด-เบสของสารละลาย อาจใช้ความเข้มข้นของ $H_3O^+$ และ $OH^-$ เป็นเกณฑ์ได้ แต่นิยมระบุเป็นค่า pH เมื่อทราบความเข้มข้นของ $H_3O^+$ ในสารละลายสามารถคำนวณหา pH ของ	1	-	3	-	2	-

ตารางที่ 5 (ต่อ)

ผลการจัดการ เรียนรู้	แนวคิด กรด-เบส	จำแนกตามด้านพุทธิพิสัย					
		ตอนที่ 1		ตอนที่ 2		ตอนที่ 3	
		ความ เข้าใจ	นำไป ใช้	ความ เข้าใจ	นำไป ใช้	ความ เข้าใจ	นำไป ใช้
เป็นกรดเบสของ สารละลายจาก pH ได้	สารละลายได้ โดยใช้ ความสัมพันธ์ $\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+]$ pH ของสารละลายอาจ วัดด้วยพีเอชมิเตอร์ กระดาษ pH หรือใช้อินดิ เคเตอร์สำหรับกรด-เบส						
<b>ผลการจัดการ เรียนรู้ที่ 9</b> อธิบาย เหตุผลที่ทำให้ อินดิเคเตอร์ เปลี่ยนสีและใช้ ช่วงของการ เปลี่ยนสีของอินดิ เคเตอร์บอกค่า pH หรือความเป็น กรด – เบส ของ สารละลาย	อินดิเคเตอร์สำหรับกรด- เบส เป็นสารอินทรีย์ อาจ เป็นกรดหรือเบสอ่อนๆ ซึ่งสามารถเปลี่ยนจากรูป หนึ่งไปเป็นอีกรูปหนึ่ง ได้เมื่อ pH ของ สารละลายเปลี่ยน - เมื่อเติมกรด ( $\text{H}_3\text{O}^+$ ) ทำ ให้ปริมาณ $[\text{H}_3\text{O}^+]$ มีมาก ขึ้นปฏิกิริยาจะเกิด ย้อนกลับทำให้มี HIn มากขึ้นจึงเห็นเป็นสีของ กรด HIn - เมื่อเติมเบส $\text{OH}^-$ จะทำ ปฏิกิริยากับ $\text{H}_3\text{O}^+$ ทำให้ $\text{H}_3\text{O}^+$ น้อยลง ปฏิกิริยา จะไปข้างหน้ามากขึ้น	-	-	4	-	1	-

ตารางที่ 5 (ต่อ)

ผลการจัดการ เรียนรู้	แนวคิด กรด-เบส	จำแนกตามด้านพุทธิพิสัย					
		ตอนที่ 1		ตอนที่ 2		ตอนที่ 3	
		ความ เข้าใจ	นำไป ใช้	ความ เข้าใจ	นำไป ใช้	ความ เข้าใจ	นำไป ใช้
	ทำให้มี $\text{In}^-$ มากขึ้น จึง เห็นเป็นสีเบสของ $\text{In}^-$						
รวม	35 ข้อ	8	1	15	1	10	-

2.3 นำแบบทดสอบเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน เพื่อพิจารณาตรวจสอบความถูกต้อง ด้านความสอดคล้องกับผลการเรียนรู้ และครอบคลุมเนื้อหา ตามแบบประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับผลการเรียนรู้ สำหรับผู้เชี่ยวชาญมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

ให้คะแนน +1 เมื่อแน่ใจว่าข้อทดสอบนั้นวัดตามผลการเรียนรู้

ให้คะแนน 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อทดสอบนั้นวัดตามผลการเรียนรู้

ให้คะแนน -1 เมื่อแน่ใจว่าข้อทดสอบนั้นไม่วัดตามผลการเรียนรู้

2.4 นำผลการพิจารณาลงความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ แต่ละท่านในแต่ละข้อ ไปหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบวัดกับผลการจัดการเรียนรู้ และคัดเลือกแบบวัดที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องมากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 จึงจะถือว่าแบบวัดนั้นมีความเชื่อมั่นตรงเชิงเนื้อหา

2.7 ปรับปรุงแก้ไขแบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ และจัดพิมพ์แบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เป็นฉบับทดลองสอน

2.8 นำแบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ฉบับทดลองสอน ไปทดลองสอนกับนักเรียนโรงเรียนถ้ำปินวิทยาคม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนแผนการเรียนวิทย์-คณิต

2.9 นำคะแนนที่ได้จากการทำแบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ มาวิเคราะห์หาคุณภาพ ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก เนื่องจากกลุ่มทดลองมีจำนวนน้อยจึงใช้กระดาษคำตอบทั้งหมด โดยแบ่งกระดาษคำตอบออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มสูง และกลุ่มต่ำ (กาญจนา วัฒนา, 2544) แล้วคัดเลือกแบบวัดที่มีค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป และค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.20-0.80 พบว่าแบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์มีค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกผ่านเกณฑ์ จำนวน 22 ข้อ และคัดเลือกมาใช้จำนวน 20 ข้อ ซึ่งมีค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.20-0.80 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20-0.55 ซึ่งครอบคลุมทุกผลการจัดการเรียนรู้ดังแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 6 ความสัมพันธ์ของเนื้อหา ผลการจัดการเรียนรู้ และจำนวนข้อสอบ

เนื้อหา/สาระการ จัดการเรียนรู้	ผลการจัดการเรียนรู้	จำนวนข้อสอบ	
		ที่สร้างขึ้น	ที่ใช้จริง
1. สารละลายนอนอิ เล็กโทรไลต์และ สารละลายอิเล็ก โทรไลต์	1. เปรียบเทียบสมบัติของสารละลายอิเล็กโทร ไลต์ กับสารละลายนอนอิเล็กโทรไลต์ และระบุ ประเภทของสารละลายอิเล็กโทรไลต์ได้	3	2
2. สารละลายกรด และสารละลายเบส	2. อธิบายการเปลี่ยนแปลงเมื่อกรดหรือ เบส ละลายในน้ำ พร้อมทั้งระบุชนิดของไอออนที่ทำ ให้สารละลายแสดงสมบัติเป็นกรดหรือเบสได้ 3. อธิบายความหมายของกรดและเบสตามทฤษฎี กรด-เบสของอาร์เรเนียสเบรินสเตด-ลาวรี และ ลิวอิส พร้อมทั้งอธิบายสมบัติของกรดหรือเบส ตามทฤษฎีกรด-เบส เหล่านี้ได้ 4. ระบุโมเลกุลหรือไอออนที่เป็นคู่ กรด-เบส ใน ปฏิกิริยาตามทฤษฎี กรด-เบส เบรินสเตด-ลาวรีได้	7	4
3. การแตกตัวของ กรดและเบส	5. อธิบายความสามารถในการแตกตัวของ กรดแก่ เบสแก่ กรดอ่อน เบสอ่อน รวมทั้งคำนวณหาร้อย ละของการแตกตัวและค่าคงที่การแตกตัวของกรด อ่อนหรือเบสอ่อนได้ 6. เปรียบเทียบปริมาณการแตกตัวของกรดหรือ เบสและคำนวณหาความเข้มข้นของ $H_3O^+$ และ $OH^-$ โดยใช้ค่าคงที่การแตกตัวของกรดและเบสได้ 7. อธิบายการเปลี่ยนแปลงสถานะสมดุลของน้ำ เมื่อเติมกรดหรือเบส พร้อมทั้งคำนวณหาความ เข้มข้นของ $H_3O^+$ และ $OH^-$ ในสารละลาย	14	9
4. pH ของ สารละลาย	8. การคำนวณ pH ของสารละลายเมื่อทราบความ เข้มข้นของ $[H_3O^+]$ หรือ $[OH^-]$ และบอกความเป็น กรดเบสของสารละลายได้จากค่า pH	6	3

## ตารางที่ 6 (ต่อ)

เนื้อหา/สาระการ จัดการเรียนรู้	ผลการจัดการเรียนรู้	จำนวนข้อสอบ	
		ที่สร้างขึ้น	ที่ใช้จริง
5. อินดิเคเตอร์ สำหรับกรด-เบส	9. อธิบายเหตุผลที่ทำให้อินดิเคเตอร์เปลี่ยนสีและ ใช้ช่วงของการเปลี่ยนสีของอินดิเคเตอร์บอกค่า pH หรือความเป็นกรด-เบส ของสารละลาย	5	2
		35	20

2.10 นำแบบวัดแนวความคิดทางวิทยาศาสตร์ที่คัดเลือกได้มาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่น  
ทั้งหมดโดยใช้สัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาคโดยมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.87

2.11 จัดพิมพ์แบบวัดแนวความคิดทางวิทยาศาสตร์ฉบับจริงเพื่อใช้เป็นเครื่องมือก่อนการ  
จัดการเรียนรู้และหลังการจัดการเรียนรู้ กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนวิทย์-คณิต  
โรงเรียนดอกคำใต้วิทยาคม ที่สมัครใจเข้าร่วมกิจกรรม จำนวน 25 คน

### 3. แบบวัดทักษะการแก้ปัญหา

การสร้างแบบวัดทักษะการแก้ปัญหา ในการจัดการเรียนรู้ โดยใช้กิจกรรมเป็นฐานใน  
รายวิชาเคมี หน่วย กรด-เบส จำนวน 20 ข้อ มีขั้นตอนในการสร้างและหาคุณภาพ ดังนี้

3.1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นแนวทางในการกำหนดกรอบการวัด  
และนิยามการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา

3.2 ศึกษาหลักการและวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหา ตามขั้นตอน  
การแก้ปัญหของเวียร์ (Weir, 1974, อ้างถึงในวาทัญญู วุฒิวรรณ, 2553) และวิธีการทางวิทยาศาสตร์  
มาประยุกต์เพื่อใช้เป็นแนวทาง โดยกำหนดลักษณะของแบบวัดทักษะการแก้ปัญหา

3.3 สร้างแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาในการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐานใน  
รายวิชาเคมี หน่วย กรด-เบสแบบแบบอัตโนมัติ จำนวน 8 สถานการณ์ จำนวน 32 ข้อ ที่สอดคล้องกับ  
พฤติกรรมที่ต้องการวัดตามขั้นตอนการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอน คือ

3.3.1 ขั้นระบุปัญหา

3.3.2 ขั้นตั้งสมมติฐาน

3.3.3 ขั้นออกแบบการทดลอง

3.3.4 ขั้นสรุปผลการทดลอง

โดยมีเกณฑ์การประเมินการให้คะแนนดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 แสดงเกณฑ์การประเมินการให้คะแนนทักษะการแก้ปัญหา

รายการประเมิน และเกณฑ์การให้คะแนน	คะแนน
1. ชั้นระบุปัญหา	
1) ระบุปัญหาได้ถูกต้อง ครบถ้วน สอดคล้องกับสถานการณ์	2
2) ระบุปัญหาได้ถูกต้อง ครบถ้วน สอดคล้องกับสถานการณ์เป็นบางส่วน	1
3) ระบุปัญหาไม่สอดคล้องกับสถานการณ์หรือไม่ระบุปัญหา	0
2. ชั้นตั้งสมมติฐาน	
1) ตั้งสมมติฐานได้ถูกต้อง ครบถ้วน สอดคล้องกับการระบุปัญหา	2
2) ตั้งสมมติฐานได้ถูกต้อง ครบถ้วน สอดคล้องกับการระบุปัญหาเป็นบางส่วน	1
3) ตั้งสมมติฐานไม่สอดคล้องกับการระบุปัญหาหรือไม่ตั้งสมมติฐาน	0
3. ชั้นออกแบบการทดลอง	
1) ออกแบบการทดลองได้ถูกต้อง สอดคล้องกับสมมติฐาน	2
2) ออกแบบการทดลองได้ถูกต้อง สอดคล้องกับสมมติฐานเพียงบางส่วน	1
3) ออกแบบการทดลองไม่ถูกต้องหรือไม่ออกแบบการทดลอง	0
4. ชั้นสรุปผลการทดลอง	
1) สรุปผลการทดลองได้ถูกต้อง สอดคล้องกับสมมติฐานและผลการทดลอง	2
2) สรุปผลการทดลองได้ถูกต้อง สอดคล้องกับสมมติฐานและผลการทดลองเป็นบางส่วน	1
3) สรุปผลการทดลองไม่สอดคล้องกับสมมติฐานและผลการทดลองหรือไม่เขียนสรุปผลการทดลอง	0

3.4 นำแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน เพื่อพิจารณาตรวจสอบความถูกต้อง ความเหมาะสมของสถานการณ์ ตามแบบประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับผลการจัดการเรียนรู้ สำหรับผู้เชี่ยวชาญมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

- ให้คะแนน +1 ถ้าแน่ใจว่าสถานการณ์สอดคล้องกับทักษะการแก้ปัญหาและแนวการตอบ
- ให้คะแนน 0 ถ้าไม่แน่ใจว่าสถานการณ์สอดคล้องกับทักษะการแก้ปัญหาและแนวการตอบ

ให้คะแนน -1 ถ้าแน่ใจว่าสถานการณ์ไม่สอดคล้องกับทักษะการ  
แก้ปัญหาและแนวการตอบ

3.5 นำผลการพิจารณาลงความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ แต่ละท่านในแต่ละข้อไปหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบวัดกับผลการเรียนรู้ และคัดเลือกแบบวัดที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องมากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 จึงจะถือว่าข้อสอบนั้นมีความเชื่อมั่นตรงเชิงเนื้อหา

3.6 นำแบบวัดทั้ง 32 ข้อ ที่ได้ผ่านการวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้องแล้ว ไปทดลองใช้กับนักเรียน โรงเรียนถ้ำปินวิทยาคม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนวิทย์-คณิต เพื่อหาคุณภาพของแบบวัดทักษะการแก้ปัญหา

3.7 นำคะแนนที่ได้จากการทำแบบวัดทักษะการแก้ปัญหามาวิเคราะห์หาคุณภาพ ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และ ค่าความเชื่อมั่น เนื่องจากกลุ่มทดลองมีจำนวนน้อยจึงใช้กระดาษคำตอบทั้งหมด โดยแบ่งกระดาษคำตอบออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มสูง และกลุ่มต่ำ (กาญจนา วัฒนา, 2544) แล้วคัดเลือกแบบวัดที่มีค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป และค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.20-0.80 พบว่าแบบวัดทักษะการแก้ปัญหามีค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกผ่านเกณฑ์ จำนวน 6 สถานการณ์ จำนวน 24 ข้อ และคัดเลือกมาใช้จำนวน 5 สถานการณ์ จำนวน 20 ข้อ สำหรับเป็นแบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหา ซึ่งมีค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.55-0.72 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20-0.79

3.8 นำแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาคัดเลือกได้มาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ โดยใช้สัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค โดยมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.78

3.9 จัดพิมพ์แบบวัดทักษะการแก้ปัญหาลบข้อจริง เพื่อไปใช้เป็นแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาก่อนเรียนและหลังเรียน กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนวิทย์-คณิต โรงเรียนดอกคำใต้วิทยาคม ที่สมัครใจเข้าร่วมกิจกรรม จำนวน 25 คน

#### 4. แบบสอบถามความพึงพอใจ

4.1 วิเคราะห์โครงสร้างของประเด็นที่ต้องการวัดในการจัดการจัดการเรียนรู้ ศึกษาวิธีสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจจากหนังสือ เอกสาร และงานวิจัยต่าง ๆ

4.2 กำหนดข้อมูลตัวชี้วัด แบบสอบถามความพึงพอใจ ซึ่งเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่าโดยแบ่งเป็น 5 ระดับ คือ พอใจมากที่สุด พอใจมาก พอใจปานกลาง พอใจน้อย และพอใจน้อยที่สุด จำนวน 20 ข้อ

4.3 สร้างแบบสอบถามความพึงพอใจที่กำหนดไว้ โดยกำหนดตัวบ่งชี้สิ่งที่จะวัดจำนวน 20 ข้อ



4.4 นำแบบสอบถามความพึงพอใจที่สร้างขึ้น (ฉบับร่าง) ให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความเชื่อมั่นตรงเชิงเนื้อหา ตามแบบประเมินแบบสอบถามความพึงพอใจ โดยค่าดัชนีความสอดคล้องตามวัตถุประสงค์ มีการให้คะแนน ดังนี้

+1	หมายถึง	เมื่อแน่ใจว่าคำถามนั้นวัดได้ตรงตามวัตถุประสงค์
0	หมายถึง	เมื่อไม่แน่ใจว่าคำถามนั้นวัดได้ตามวัตถุประสงค์
-1	หมายถึง	เมื่อแน่ใจว่าคำถามนั้นวัดไม่ตามวัตถุประสงค์

โดยมีเกณฑ์การยอมรับคุณภาพของแต่ละข้อคำถาม ต้องมากกว่าหรือเท่ากับ 0.50

4.5 นำผลการพิจารณาความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ มาหาค่าดัชนีความสอดคล้อง โดยคัดเลือกข้อคำถามที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องมากกว่า หรือเท่ากับ 0.50 ซึ่งถือว่าคำถามนั้นมีความเชื่อมั่นตรงเชิงเนื้อหา ผลการพิจารณาความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อข้อความทุกข้อมีค่าความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.80-1.00 คัดเลือกข้อคำถามมาจำนวน 15 ข้อ จากจำนวนทั้งหมด 20 ข้อ

4.6 นำแบบสอบถามความพึงพอใจที่คัดเลือกทั้ง 15 ข้อ ไปทดลองใช้กับนักเรียน โรงเรียนถ้ำปินวิทยาคม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนวิทย์-คณิต

4.7 นำแบบประเมินความพึงพอใจที่คัดเลือกได้มาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่น โดยใช้สัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค โดยมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.91

4.8 จัดพิมพ์แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนฉบับจริงจำนวน 15 ข้อคำถาม เพื่อไปใช้เป็นแบบประเมินความพึงพอใจกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนวิทย์-คณิต โรงเรียนดอกคำใต้วิทยาคม ที่สมัครใจเข้าร่วมกิจกรรม จำนวน 25 คน

#### วิธีดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

1. รับสมัครนักเรียน โรงเรียนดอกคำใต้วิทยาคม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนวิทย์-คณิต เมื่อใกล้จะสิ้นภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 โดยชี้แจงรายละเอียดเกี่ยวกับการเข้าร่วมการจัดการเรียนรู้ ให้นักเรียนได้ทราบถึงวัตถุประสงค์ ระยะเวลาในการเข้าร่วมการจัดการเรียนรู้ และบทบาทของนักเรียนในระหว่างการจัดการเรียนรู้

2. นักเรียนที่มีความสนใจเข้าร่วมการจัดการเรียนรู้ส่งใบสมัครยินยอมเข้าร่วมการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐาน โดยรับสมัครนักเรียนจำนวน 25 คน

3. ทำการทดสอบก่อนการจัดการเรียนรู้ (Pre-Test) โดยใช้แบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ หน่วยกรด-เบส และแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น บันทึกผลสอบไว้เป็นคะแนนก่อนการจัดการจัดการเรียนรู้อำนาจการวิเคราะห์ข้อมูล

4. ดำเนินการจัดการเรียนรู้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างด้วยตนเองตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้น โดยดำเนินกิจกรรมนอกเวลาเรียนคือวันเสาร์-อาทิตย์ จัดกิจกรรมตั้งแต่เวลา 09.00น.-12.00น. เป็นเวลา 5 วัน ส่วนวันที่ 6 จัดกิจกรรม ตั้งแต่เวลา 09.00น.-16.00น. ดังนี้

4.1 วันเสาร์ที่ 3 ธันวาคม 2560 เวลา 09.00น.-12.00น.

4.2 วันอาทิตย์ที่ 4 ธันวาคม 2560 เวลา 09.00น.-12.00น.

4.3 วันเสาร์ที่ 10 ธันวาคม 2560 เวลา 09.00น.-12.00น.

4.4 วันอาทิตย์ที่ 11 ธันวาคม 2560 เวลา 09.00น.-12.00น.

4.5 วันเสาร์ที่ 17 ธันวาคม 2560 เวลา 09.00น.-12.00น.

4.6 วันอาทิตย์ที่ 18 ธันวาคม 2560 เวลา 09.00น.-16.00น.

5. ทำการทดสอบหลังการจัดการเรียนรู้ (Post-Test) โดยใช้แบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ หน่วยกรด-เบส และแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นชุดเดียวกันกับที่ใช้ทดสอบก่อนการจัดการเรียนรู้ บันทึกผลไว้เป็นคะแนนวัดหลังการจัดการเรียนรู้สำหรับวิเคราะห์ข้อมูล

6. ประเมินความพึงพอใจของนักเรียนด้วยแบบทดสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ โดยใช้กิจกรรมเป็นฐานในรายวิชาเคมี หน่วย กรด-เบส บันทึกผลการประเมินความพึงพอใจของนักเรียนสำหรับวิเคราะห์ข้อมูล

7. นำคะแนนที่เก็บรวบรวมได้จากการทดสอบก่อนการจัดการเรียนรู้ หลังการจัดการเรียนรู้ และแบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนมาวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติ

#### การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำคะแนนที่ได้จากการทำแบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ หน่วย กรด-เบส และแบบวัดความสามารถการแก้ปัญหาของนักเรียน ก่อนการจัดการเรียนรู้และหลังการจัดการเรียนรู้ และผลการประเมินความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้ โดยใช้กิจกรรมเป็นฐาน รายวิชาเคมี หน่วย กรด-เบส มาวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความทักษะการแก้ปัญหา ก่อนการจัดการเรียนรู้และหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้สถิติทดสอบ t-Test (Dependent Samples t-test) ที่ระดับนัยสำคัญ .05 และหาค่าดัชนีประสิทธิผล (Effectiveness Index : E.I.)

## สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

### 1. สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือ

1.1 การหาคุณภาพของแบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ การหาค่าความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ และคุณภาพของแบบวัดทักษะการแก้ปัญหา โดยการหาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็นรายข้อ (วนิดา พงษ์ศักดิ์ชาติ, 2557) โดยใช้สูตรดังนี้

ค่าเฉลี่ย

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

$\bar{x}$  แทน ค่าเฉลี่ย

n แทน จำนวนตัวอย่างทั้งหมด

$x_i$  แทน คะแนนของแต่ละตัวอย่าง

มีเกณฑ์การยอมรับคุณภาพค่าเฉลี่ยระดับ 3.5 ขึ้นไป(เทียมจันทร์ พานิชย์ผลินไชย , 2539)

ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

S แทน ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวอย่าง

$\bar{x}$  แทน ค่าเฉลี่ย

n แทน จำนวนตัวอย่างทั้งหมด

$x_i$  แทน คะแนนของแต่ละตัวอย่าง

$$\text{ค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ย} = \frac{\text{คะแนนเฉลี่ย}}{\text{คะแนนเต็ม}} \times 100$$

1.2 การหาค่าความสอดคล้องตามผลการเรียนรู้ของแบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ แบบวัดทักษะการแก้ปัญหา และวัตถุประสงค์ของแบบสอบถามความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน (บุญชม ศรีสะอาด, 2545) โดยใช้สูตรดังนี้

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

IOC	แทน	ดัชนีความสอดคล้อง
$\sum R$	แทน	ผลรวมของคะแนนผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่าน
N	แทน	จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

มีเกณฑ์การยอมรับค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป (บุญชม ศรีสะอาด, 2545)

1.3 การวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (D) ของแบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ แบบวัดทักษะการแก้ปัญหา (กาญจนา วัฒนา, 2544) โดยใช้สูตรดังนี้

$$P_E = \frac{S_u + S_L - (2NX_{\min})}{2N(X_{\max} - X_{\min})}$$

$P_E$	แทน	ดัชนีค่าความยากง่าย
$S_u$	แทน	ผลรวมคะแนนของกลุ่มเก่ง
$S_L$	แทน	ผลรวมคะแนนของกลุ่มอ่อน
$X_{\max}$	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้สูงสุด
$X_{\min}$	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้ต่ำสุด
N	แทน	จำนวนนักเรียนกลุ่มเก่งหรือกลุ่มอ่อน

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

D	แทน	ค่าอำนาจจำแนก
$S_u$	แทน	ผลรวมคะแนนของกลุ่มเก่ง
$S_L$	แทน	ผลรวมคะแนนของกลุ่มอ่อน
$X_{\max}$	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้สูงสุด
$X_{\min}$	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้ต่ำสุด
N	แทน	จำนวนนักเรียนกลุ่มเก่งหรือกลุ่มอ่อน

มีเกณฑ์ในการคัดเลือกแบบวัดที่มีค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป และค่าอำนาจ  
จำแนกระหว่าง 0.20-0.80

1.4 การวิเคราะห์ความเชื่อมั่นของแบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ แบบวัดทักษะการ  
แก้ปัญหา และแบบสอบถามความพึงพอใจ โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค  
(Cronbach's Alpha Coefficient) (บุญชม ศรีสะอาด, 2545) โดยใช้สูตรดังนี้

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

$\alpha$  แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามความพึงพอใจ

k แทน จำนวนข้อของแบบสอบถามความพึงพอใจ

$\sum S_i^2$  แทน ผลรวมของความแปรปรวนแต่ละข้อของแบบสอบถามความพึงพอใจ

$S^2$  แทน ความแปรปรวนของคะแนนรวมของผู้ตอบแต่ละคน

1.5 การหาค่าดัชนีประสิทธิผล (Effectiveness Index : E.I.) สามารถหาค่าโดยใช้สูตร  
ดังนี้

$$\text{ค่าดัชนีประสิทธิผล} = \frac{\text{ผลรวมของคะแนนหลังเรียนทุกคน} - \text{ผลรวมของคะแนนก่อนเรียนทุกคน}}{(\text{จำนวนนักเรียน} \times \text{คะแนนเต็ม}) - \text{ผลรวมของคะแนนก่อนเรียนทุกคน}}$$

เกณฑ์การยอมรับ 0.5 ขึ้นไป จึงจะถือว่าสื่อการเรียนหรือวิธีการจัดการจัดการ  
เรียนรู้มีดัชนีประสิทธิผลในระดับสูงสามารถนำไปใช้ในการจัดการจัดการเรียนรู้ได้อย่างมี  
ประสิทธิภาพ (กาญจนา วัฒนา, 2544)

## 2. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

2.1 การวิเคราะห์ข้อมูล จากแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการ  
จัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐาน รายวิชาเคมี หน่วย กรด-เบส (บุญชม ศรีสะอาด, 2545) โดย  
ใช้สูตร ดังนี้

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

$\bar{x}$	แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนนการตอบแบบสอบถามความพึงพอใจ
$\sum x$	แทน	ผลรวมของคะแนนแต่ละข้อของผู้ตอบแบบสอบถาม
N	แทน	จำนวนของผู้ตอบแบบสอบถาม

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

S	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนของผู้ตอบแบบสอบถาม
$\sum x^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนแต่ละข้อของผู้ตอบแบบสอบถามทั้งหมด ยกกำลังสอง
$\sum x$	แทน	ผลรวมของคะแนนแต่ละข้อของผู้ตอบแบบสอบถาม
N	แทน	จำนวนของผู้ตอบแบบสอบถาม

2.2 ตรวจสอบสมมติฐาน โดยการทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของคะแนนแบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ และแบบวัดทักษะการแก้ปัญหา ก่อนการจัดการเรียนรู้กับหลังการจัดการเรียนรู้ สำหรับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐาน รายวิชาเคมี หน่วย กรด-เบส โดยใช้สถิติทดสอบ t-Test (Dependent Samples t – test ) ที่ระดับนัยสำคัญ .05 (วนิดา พงษ์ศักดิ์ชาติ, 2557)

$$t = \frac{\bar{D} - \mu_D}{S_D / \sqrt{n}}$$

t	แทน	สถิติทดสอบ t – Test
$\bar{D}$	แทน	ค่าเฉลี่ยของผลต่างของข้อมูลแต่ละคู่
$\mu_D$	แทน	ค่าเฉลี่ยของผลต่างของข้อมูลที่เป็นคู่กัน
$S_D$	แทน	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าเฉลี่ยผลต่างของข้อมูลแต่ละคู่
n	แทน	จำนวนคู่ของข้อมูล

## บทที่ 4

### ผลการวิจัย

#### สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อสื่อความหมายในการนำเสนอการวิจัยให้เข้าใจตรงกันดังนี้

- n แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง  
 $\bar{X}$  แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนน  
SD แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน  
t แทน สถิติทดสอบที่ใช้ในการพิจารณาความมีนัยสำคัญทางสถิติ (t-test)  
\*p แทน นัยสำคัญทางสถิติที่ .05  
E.I. แทน ค่าดัชนีประสิทธิผล

#### การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลเป็น 3 ประเด็น คือ

1. ผลการวิเคราะห์แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐานในรายวิชาเคมี หน่วย กรด-เบส
2. ผลการวิเคราะห์ทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐานในรายวิชาเคมี หน่วย กรด-เบส
3. ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนในการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐานในรายวิชาเคมี หน่วย กรด-เบส

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ผลการวิเคราะห์แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐานในรายวิชาเคมี หน่วย กรด-เบส

ตารางที่ 8 ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ทั้งก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐานในรายวิชาเคมี หน่วย กรด-เบส

	n	$\bar{X}$	SD
ก่อนการจัดกิจกรรม	25	5.80	4.21
หลังการจัดกิจกรรม	25	23.94	6.52

จากตารางที่ 8 แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐานในรายวิชาเคมี หน่วย กรด-เบส กับกลุ่มตัวอย่างก่อนการจัดกิจกรรมมีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์มีค่า  $\bar{X} = 5.80$  มีค่า SD = 4.21 และหลังการจัดกิจกรรมมีค่า  $\bar{X} = 23.94$  มีค่า SD = 6.52

ตารางที่ 9 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐานในรายวิชาเคมี หน่วย กรด-เบส

	Paired Differences		t	p (2-tailed)
	$\bar{X}$	SD		
Pair 1 Post-Pre	18.14	6.66	13.61*	.000

\*p < .05

จากตารางที่ 9 แสดงให้เห็นว่าคะแนนแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ในการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐานในรายวิชาเคมี หน่วย กรด-เบส เมื่อวิเคราะห์ระหว่างก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ให้ผลการวิเคราะห์ที่แตกต่างกัน นั่นแสดงว่าคะแนนแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐานในรายวิชาเคมี หน่วย กรด-เบส หลังการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05



ตารางที่ 10 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีประสิทธิผลแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อน และหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐานในรายวิชาเคมี หน่วย กรด-เบส

จำนวนนักเรียน	คะแนนเต็ม	ผลรวมคะแนน		E.I.
		ก่อนจัดการเรียนรู้	หลังจัดการเรียนรู้	
25	40	145	598.5	0.5304

จากตารางที่ 10 แสดงให้เห็นว่าคะแนนแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ในการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐานในรายวิชาเคมี หน่วย กรด-เบส เมื่อวิเคราะห์ระหว่างก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ มีค่าดัชนีประสิทธิผล (E.I.) เท่ากับ 0.5304 นั้นแสดงว่านักเรียนมีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ในเคมี หน่วย กรด-เบส เพิ่มขึ้น

2. ผลการวิเคราะห์ทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐาน รายวิชาเคมี หน่วย กรด-เบส

ตารางที่ 11 ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานทักษะการแก้ปัญหาของกลุ่มตัวอย่างทั้งก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐานในรายวิชาเคมี หน่วย กรด-เบส

	n	$\bar{X}$	SD
ก่อนการจัดกิจกรรม	25	8.48	4.94
หลังการจัดกิจกรรม	25	29.92	6.06

จากตารางที่ 11 แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐานในรายวิชาเคมี หน่วย กรด-เบส กับกลุ่มตัวอย่างก่อนการจัดการเรียนรู้มีทักษะการแก้ปัญหามีค่า  $\bar{X} = 8.48$  มีค่า SD = 4.94 และหลังการจัดการเรียนรู้มีค่า  $\bar{X} = 29.92$  มีค่า SD = 6.06

ตารางที่ 12 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐานในรายวิชาเคมี หน่วย กรด-เบส

	Paired Differences		t	p (2-tailed)
	$\bar{X}$	SD		
Pair 1 Post-Pre	19.20	5.52	17.00*	.000

\*p < .05

จากตารางที่ 12 แสดงให้เห็นว่าคะแนนทักษะการแก้ปัญหาเมื่อวิเคราะห์ระหว่างก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ให้ผลการวิเคราะห์ที่แตกต่างกัน นั้นแสดงว่าคะแนนทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนในการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐานในรายวิชาเคมี หน่วย กรด-เบส หลังการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 13 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีประสิทธิผลทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐานในรายวิชาเคมี หน่วย กรด-เบส

จำนวนนักเรียน	คะแนนเต็ม	ผลรวมคะแนน		E.I.
		ก่อนจัดการเรียนรู้	หลังจัดการเรียนรู้	
25	40	212	797	0.7423

จากตารางที่ 13 แสดงให้เห็นว่าคะแนนทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนในการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐานในรายวิชาเคมี หน่วย กรด-เบส เมื่อวิเคราะห์ระหว่างก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้มีค่าดัชนีประสิทธิผล (E.I.) เท่ากับ 0.7423 นั้นแสดงว่านักเรียนมีทักษะการแก้ปัญหาเพิ่มขึ้น

3. ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนในการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐาน รายวิชาเคมี หน่วย กรด-เบส

ตารางที่ 14 แสดงผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนในการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐานในรายวิชาเคมี หน่วย กรด-เบส

รายการประเมิน	$\bar{X}$	SD	ระดับความพึงพอใจ
1. กิจกรรมเสริมการจัดการเรียนรู้ มีการนำเสนอเนื้อหาได้อย่างต่อเนื่อง	4.52	0.58	มากที่สุด
2. กิจกรรมเสริมการจัดการเรียนรู้มีการยกตัวอย่างและเข้าใจง่าย	4.40	0.65	มาก
3. วิธีการดำเนินกิจกรรมท้าทายให้คิด น่าสนใจ	4.68	0.48	มากที่สุด
4. นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมอย่างอิสระ	4.76	0.52	มากที่สุด
5. กิจกรรมเสริมการจัดการเรียนรู้เปิดโอกาสนักเรียนได้ปฏิบัติจริง	4.96	0.20	มากที่สุด
6. นักเรียนได้ใช้ความคิดอย่างอิสระ	4.76	0.44	มากที่สุด
7. สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้จริง	4.52	0.58	มากที่สุด
8. เวลาจัดกิจกรรมเหมาะสมไม่น่าเบื่อ	4.36	0.57	มาก
9. นักเรียนได้รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นในกลุ่ม	4.36	0.57	มาก
10. เป็นกิจกรรมเสริมการจัดการเรียนรู้ นอกห้องเรียน	4.28	0.68	มาก
11. กิจกรรมเสริมการจัดการเรียนรู้สามารถทำให้นักเรียนเกิดทักษะการแก้ปัญหา	4.72	0.46	มากที่สุด
12. กิจกรรมเสริมการจัดการเรียนรู้ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์	4.64	0.49	มากที่สุด
13. กิจกรรมเสริมการจัดการเรียนรู้ส่งเสริมการทำงานเป็นทีม	4.40	0.71	มาก
14. กิจกรรมเสริมการจัดการเรียนรู้สามารถฝึกให้เรียนรู้ได้ทำงานอย่างเป็นระบบ	4.60	0.58	มากที่สุด
15. กิจกรรมเสริมการจัดการเรียนรู้ทำให้นักเรียนสนใจการเรียนมากขึ้น	4.68	0.48	มากที่สุด
รวม	4.58	0.53	มากที่สุด

จากตารางที่ 14 แสดงให้เห็นว่ารายการประเมินความพึงพอใจของนักเรียนในการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐานในรายวิชาเคมี หน่วย กรด-เบส ทุกรายการอยู่ในระดับมากขึ้นไป เมื่อเฉลี่ยทุกรายการจะมีค่า  $\bar{X} = 4.58$  ซึ่งถือว่ามีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่า  $SD = 0.53$  โดยรายการประเมินที่มีค่า  $\bar{X} = 4.28-4.40$  ถือว่ามีระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก มีจำนวน 5 รายการ คือรายการที่ 2 กิจกรรมเสริมการจัดการเรียนรู้มีการยกตัวอย่างและเข้าใจง่าย รายการที่ 8 เวลาจัดกิจกรรมเหมาะสมไม่น่าเบื่อ รายการที่ 9 นักเรียนได้รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นในกลุ่ม รายการที่ 10 เป็นกิจกรรมเสริมการจัดการเรียนรู้นอกห้องเรียน และรายการที่ 13 กิจกรรมเสริมการจัดการเรียนรู้ส่งเสริมการทำงานเป็นทีม และรายการประเมินที่มีค่า  $\bar{X} = 4.52-4.96$  ถือว่ามีระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด มีจำนวน 10 รายการ คือรายการที่ 1 กิจกรรมเสริมการจัดการเรียนรู้ มีการนำเสนอเนื้อหาได้อย่างต่อเนื่อง รายการที่ 3 วิธีการดำเนินกิจกรรมท้าทายให้คิด น่าสนใจ รายการที่ 4 นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมอย่างอิสระ รายการที่ 5 กิจกรรมเสริมการจัดการเรียนรู้เปิดโอกาสนักเรียนได้ปฏิบัติจริง รายการที่ 6 นักเรียนได้ใช้ความคิดอย่างอิสระ รายการที่ 7 สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้จริง รายการที่ 11 กิจกรรมเสริมการจัดการเรียนรู้สามารถทำให้นักเรียนเกิดทักษะการแก้ปัญหา รายการที่ 12 กิจกรรมเสริมการจัดการเรียนรู้ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ รายการที่ 14 กิจกรรมเสริมการจัดการเรียนรู้สามารถฝึกให้เรียนรู้ได้ทำงานอย่างเป็นระบบ และรายการที่ 15 กิจกรรมเสริมการจัดการเรียนรู้ทำให้นักเรียนสนใจการเรียนมากขึ้น

## บทที่ 5

### สรุปและอภิปรายผล

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาแนวคิดและทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ผ่านการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐานในรายวิชาเคมี หน่วย กรด-เบส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐานในรายวิชาเคมี หน่วย กรด-เบส พัฒนาทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนในการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐานในรายวิชาเคมี หน่วย กรด-เบส และศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนในการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐานในรายวิชาเคมี หน่วย กรด-เบส ประชากรที่ใช้ในงานวิจัย ได้แก่ นักเรียนโรงเรียนดอกคำใต้วิทยาคม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ปีการศึกษา 2560 แผนการเรียนวิทย์-คณิต อำเภอดอกคำใต้ จังหวัดพะเยา จำนวน 55 คน โดยกลุ่มตัวอย่างได้มาจากความสมัครใจของนักเรียน จำนวน 25 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐาน รายวิชาเคมี หน่วย กรด-เบส ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จำนวน 6 แผน รวม 21 ชั่วโมง แบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ในการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐาน รายวิชาเคมี หน่วย กรด-เบส ประกอบด้วย 3 ตอน จำนวน 20 ข้อ คือ ตอนที่ 1 แบบวัดแนวคิดชนิดเลือกตอบทั้งคำตอบและเหตุผล จำนวน 6 ข้อ ตอนที่ 2 แบบวัดแนวคิดชนิดเลือกตอบ พร้อมอธิบายเหตุผลที่เลือก จำนวน 8 ข้อ ตอนที่ 3 แบบวัดแนวคิดชนิดถูก-ผิดพร้อมอธิบายเหตุผลประกอบ จำนวน 6 ข้อ แบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหา ซึ่งประกอบด้วย 5 สถานการณ์ ซึ่งแต่ละสถานการณ์จะมีจำนวน 4 ข้อ โดยจะวัดทักษะการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอน คือ ขั้นระบุปัญหา ขั้นตั้งสมมติฐาน ขั้นเสนอวิธีการแก้ปัญหา และขั้นสรุปผลการทดลอง รวมทั้งหมด จำนวน 20 ข้อ เป็นแบบอัตนัยเขียนตอบ และแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนในการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐาน แบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ จำนวน 15 ข้อ การดำเนินการวิจัย ผู้วิจัยใช้แบบแผนการวิจัย One Group Pre test – Post test Design เพื่อพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ และทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนในการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐานในรายวิชาเคมี หน่วย กรด-เบส

## สรุปผลการทดลอง

ผลการวิจัยสามารถสรุปได้ดังนี้

1. แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐาน ในรายวิชาเคมีหน่วย กรด-เบส เพิ่มขึ้นสูงกว่าก่อนจัดการเรียนรู้ที่ระดับนัยสำคัญ .05 และค่าดัชนีประสิทธิผล 0.5304

2. ทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐาน ในรายวิชาเคมีหน่วย กรด-เบส เพิ่มขึ้นสูงกว่าก่อนจัดการเรียนรู้ที่ระดับนัยสำคัญ .05 ค่าดัชนีประสิทธิผล 0.7423

3. ความพึงพอใจของนักเรียนในการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐานในรายวิชาเคมีหน่วย กรด-เบส อยู่ในระดับมากที่สุด

## อภิปรายผล

จากการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐานในรายวิชาเคมี หน่วย กรด-เบส เพื่อพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ พัฒนาทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ และศึกษาความพึงพอใจของนักเรียน มีประเด็นอภิปราย ดังนี้

1. คะแนนแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เมื่อได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐานในรายวิชาเคมี หน่วย กรด-เบส เมื่อวิเคราะห์ระหว่างก่อนการจัดการเรียนรู้และหลังการจัดการเรียนรู้ให้ผลการวิเคราะห์ที่แตกต่างกัน นั้นแสดงว่าคะแนนแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐานในรายวิชาเคมี หน่วย กรด-เบส หลังการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1 และมีค่าดัชนีประสิทธิผล 0.5304 ทั้งนี้เนื่องจากการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนได้จัดนอกเวลาเรียนระหว่างวันเสาร์-อาทิตย์ เป็นเวลา 3 สัปดาห์ ถึงแม้จะต่อเนื่องกันแต่เว้นช่วงระยะเวลาการจัดการเรียนรู้ นักเรียนอาจได้ภาระงานและเนื้อหาในรายวิชาเคมีเรื่องอื่น ประกอบกับการจัดการเรียนรู้ในครั้งนี้ไม่มีผลต่อคะแนนในชั้นเรียนทำให้นักเรียนขาดการทบทวนเนื้อหาก่อนที่จะมาทำแบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์จึงทำให้คะแนนเฉลี่ยหลังเรียน และค่าดัชนีประสิทธิผล ผ่านเกณฑ์การยอมรับมาไม่มากนัก นักเรียนยังมีความคลาดเคลื่อนในเนื้อหาบางเรื่อง ดังเช่นเรื่องการหาค่า pH ของสารละลาย ผลของการทำแบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ หน่วย กรด-เบส ในข้อคำถามที่กำหนดสารละลายเบสมาให้แล้วถามหาค่า pH ของสารละลายนักเรียนยังใช้สูตรการคำนวณในการหาค่า pH ที่ผิด โดยนักเรียนไปใช้สูตรในการหา pH ของสารละลายกรด แต่เมื่อพิจารณาค่าดัชนี

ประสิทธิผลพบว่าอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ จึงถือว่าการจัดการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐานสามารถนำไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และถือว่านักเรียนยังมีความรู้ที่คงทนที่ได้รับจากการจัดการเรียนรู้ อาจเนื่องจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐานเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมโดยตรง ได้ปฏิบัติจริงจนเกิดความเข้าใจ เกิดการเรียนรู้ผ่านการทำกิจกรรม เช่น การเล่นเกม การทดลอง เป็นต้น และในขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ได้ใช้การจัดการเรียนรู้แบบ 5 ขั้นตอน ซึ่งประกอบด้วยขั้นสร้างความสนใจซึ่งมีการแนะนำกระบวนการทำงานเป็นกลุ่ม การนำวัสดุใกล้ตัว และตั้งประเด็นปัญหากระตุ้นความสนใจให้นักเรียนอยากเรียนรู้ ขั้นสำรวจและค้นหา นักเรียนได้มีศึกษาค้นคว้าจากใบความรู้และสื่อออนไลน์ เรียนรู้ผ่านเกม กิจกรรมฐาน การทดลอง เพื่อเชื่อมโยงข้อมูลความรู้ ขั้นสร้างคำอธิบาย นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายข้อมูลความรู้ที่ได้ ครูชี้แนะแนวทางให้นักเรียนเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ เพื่อให้เกิดการสร้างความรู้ด้วยตนเอง ขั้นขยายความรู้ โดยใช้กิจกรรมขยายความรู้ เพื่อให้นักเรียนประยุกต์ความรู้กับกิจกรรมใหม่ซึ่งแตกต่างไปจากเดิม และ ขั้นประเมินการจัดการเรียนรู้ ใช้คำถามเพื่อประเมินนักเรียนด้านความรู้ ทักษะกระบวนการ และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ซึ่งการทำกิจกรรมร่วมกันเป็นกลุ่ม ถือเป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เน้นบทบาทและการมีส่วนร่วมของนักเรียน การจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐานจึงส่งเสริมให้นักเรียนมีความตื่นตัว กระตุ้นให้เกิดการจัดการเรียนรู้จากตัวนักเรียนเองมากกว่าการฟังผู้สอนในห้องเรียนและการท่องจำ ซึ่งผู้วิจัยได้จัดการเรียนรู้ให้ครอบคลุมทั้งกิจกรรมเชิงสำรวจ เสาะหา ค้นคว้า ซึ่งเกี่ยวข้องกับการรวบรวม สังสมความรู้ ความคิดรวบยอด และทักษะจากใบความรู้ ใบกิจกรรมในแต่ละกิจกรรม การศึกษาค้นคว้าผ่านสื่อออนไลน์ หรือสื่อจากสิ่งแวดล้อมใกล้ตัว เป็นต้น กิจกรรมเชิงสร้างสรรค์ ซึ่งเกี่ยวข้องกับการรวบรวม สังสมประสบการณ์โดยผ่านการปฏิบัติ หรือการทำงานที่ริเริ่มสร้างสรรค์จากกิจกรรมในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ และกิจกรรมเชิงการแสดงออก ได้แก่ การนำเสนอ การแสดงความคิดเห็นในกลุ่ม การตอบคำถาม ซึ่งสอดคล้องกับสุพิธา ดาวเรือง (2555) ได้ศึกษาการพัฒนารูปแบบการเรียนแบบผสมผสานโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบกิจกรรมเป็นฐานและเทคนิคเพื่อนคู่คิดบนวิกิเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการศึกษาพบว่านักเรียนที่เข้าร่วมในกลุ่มทดลองมีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ หลังการทดสอบค่าเฉลี่ยคะแนนอย่างมีนัยสำคัญสูงกว่าก่อนการทดสอบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เช่นเดียวกับ จิรัชยา นาคราช (2558) ได้พัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบประสาทและความสามารถในการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่า นักเรียนมีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบประสาทที่ได้รับการจัดการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้สูงกว่าการจัดการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. คะแนนทักษะในการแก้ปัญหาเมื่อวิเคราะห์ระหว่างก่อนการจัดการเรียนรู้และหลังการจัดการเรียนรู้ให้ผลการวิเคราะห์ที่แตกต่างกัน นั้นแสดงว่าคะแนนทักษะในการแก้ปัญหของนักเรียนโดยใช้กิจกรรม เป็นฐานในรายวิชาเคมี หน่วย กรด-เบส หลังการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2 และมีค่าดัชนีประสิทธิผล 0.7423 เนื่องจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐานสามารถพัฒนาทักษะการเรียนรู้ของนักเรียนให้สามารถเรียนรู้ได้ด้วยตัวเองเกิดการเรียนรู้อย่างต่อเนื่องนอกห้องเรียนสามารถพัฒนาทักษะด้านการคิดและการเขียนของนักเรียน และมุ่งเน้นความรับผิดชอบของนักเรียน ในการจัดการเรียนรู้โดยผ่านการอ่าน เขียน คิด อภิปราย และเข้าร่วมในการแก้ปัญหาจากการจัดการเรียนรู้ในแต่ละกิจกรรม เช่น การทดลองโดยใช้วัสดุใกล้ตัว เกมส์ กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบกลุ่ม เป็นต้น ซึ่งสอดคล้องกับวาทัญญู วุฒิวรรณ (2553) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เชิงรุกเพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. รายการประเมินความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐานในรายวิชาเคมี หน่วย กรด-เบส ทุกรายการอยู่ในระดับมากขึ้นไป ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 3 เมื่อเฉลี่ยทุกรายการจะมีค่า  $\bar{x} = 4.58$  ซึ่งถือว่ามีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่า SD = 0.53 เนื่องจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐานทำให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง มีกิจกรรมที่หลากหลายมากกว่าครูเป็นผู้สอนบรรยาย ทำให้นักเรียนได้เคลื่อนไหว ได้ช่วยกันภายในกลุ่มทำให้นักเรียนมีความพึงพอใจกับการจัดการเรียนรู้แบบนี้มากกว่ารูปแบบที่นักเรียนเป็นฝ่ายรับความรู้ ซึ่งเป็นารจัดการเรียนรู้แบบตั้งรับเพียงอย่างเดียว

การจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐานซึ่งผู้วิจัยได้จัดกิจกรรมที่ให้นักเรียนได้ปฏิบัติจริง ใช้เกมส์สอดแทรกเนื้อหา มีการสืบค้นข้อมูล ซึ่งนักเรียนจะได้รับการจัดการเรียนรู้ทีละขั้นตอนตามเนื้อหาสาระการจัดการเรียนรู้จนถึงนำพืชที่สนใจที่ผ่านการทดสอบการเปลี่ยนสีที่ใช้เป็นอินดิเคเตอร์ธรรมชาติแล้วไปทดสอบการเปลี่ยนสีที่ pH ต่าง ๆ ทำให้นักเรียนได้เกิดการเรียนรู้ ดังจะเห็นได้จาก Marle et al. (2014) ได้ทำการศึกษา CSI-ซ็อค โกลแลต การสืบสวนทางวิทยาศาสตร์ และกรณีของการขโมยสูตร : การใช้สถานการณ์ปัญหาเป็นฐาน พบว่า มีแรงจูงใจทางวิทยาศาสตร์ ความเชื่อมั่นทางวิทยาศาสตร์ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และการรวมกลุ่มทางสังคมที่มีความสนใจคล้ายกัน (Social niches) เช่นเดียวกับ Monge (2015) ได้ทำการศึกษาสารอัลคาลอยด์ที่มาจากไทโอ-ยูเรีย ตัวเร่งอินทรีย์ที่ไม่สมมาตร โดยจัดการเรียนรู้แบบสัมพันธ์ในหลักสูตรห้องปฏิบัติการทดลอง



โดยใช้โครงงานเป็นฐาน ผลการจัดการเรียนรู้ พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ เนื่องจากได้เรียนรู้อย่างสนุกสนานจากกิจกรรม มีความเป็นอิสระและการแนะนำที่เท่าเทียมกันในห้องปฏิบัติการทดลอง ที่เห็นได้ชัดเจนที่สุดคือการทำงานเป็นทีมทำให้เกิดความคิดรวบยอดและพัฒนาทักษะความเป็นผู้นำ ทักษะมนุษยสัมพันธ์กับผู้อื่น และ Lu and Anariba (2014) ได้จัดการกิจกรรมโดยการปฏิบัติจริงเป็นฐาน โดยพื้นฐานแนวคิดของเคมีไฟฟ้าทั่วไปที่สร้างขึ้นเพื่อนำเสนอออกแบบ จากองค์ประกอบต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ผลงานที่นักเรียนคิดค้นขึ้น และเกิดขึ้นเนื่องจากการกระตุ้นการทำงานของคนในทีม กิจกรรมการเรียนรู้แบบนี้ นับว่าเหมาะสมมากในการนำมาใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมปลายเพื่อสร้างพื้นฐานในวิชาเคมี ซึ่งการจัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนได้ปฏิบัติจริง และเรียนรู้จากสิ่งใกล้ตัว ถือเป็นรูปแบบหนึ่งในการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนมีความพึงพอใจในการจัดการเรียนรู้ และเป็นการจัดการเรียนรู้ที่อาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ที่จะช่วยให้การปฏิรูปการจัดการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ เกิดผลอย่างสูงสุดกับนักเรียนให้เกิดทักษะที่จำเป็นสำหรับศตวรรษที่ 21

## ข้อเสนอแนะ

### 1. ข้อเสนอแนะสำหรับนำผลวิจัยไปใช้

1.1 ในการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐานในรายวิชาเคมี หน่วย กรด-เบส การแบ่งกลุ่มนักเรียนในการทำกิจกรรมในแต่ละกลุ่มควรประกอบด้วยนักเรียนที่มีผลการเรียนเก่ง ปานกลาง และอ่อน เพื่อจะได้มีการช่วยเหลือกันในกลุ่ม และเวลาในการทำกิจกรรมแต่ละฐานจะได้ใช้เวลาใกล้เคียงกัน เนื่องจากการวิจัยครั้งนี้จัดกิจกรรมนอกเวลาเรียนตามความสมัครใจของนักเรียนในการเข้าร่วมกิจกรรม และการจัดกลุ่มนักเรียนเลือกตามความสมัครใจจึงทำให้บางกลุ่มอาจมีนักเรียนผลการเรียนปานกลางและอ่อนอยู่ด้วยกัน

1.2 ในการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐานในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ควรมีการปรับความยืดหยุ่นเวลาให้เหมาะสมของการทำงานกิจกรรมของนักเรียน

1.3 ในการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐานในรายวิชาเคมี ควรนำผลการทำแบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ หน่วย กรด-เบส และแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาไปใช้เป็นคะแนนเพื่อให้นักเรียนจะได้ทบทวนความรู้ก่อนจะมาทำแบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด-เบสและมีความตั้งใจในการทำแบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์และแบบวัดทักษะการแก้ปัญหามากขึ้น

1.4 หลังการจัดการเรียนรู้แล้วให้นักเรียนทำแบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์และแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาคู่มือสอนควรชี้แจงรายละเอียดและเกณฑ์การประเมินให้คะแนนของแบบวัด

แนวคิดทางวิทยาศาสตร์และแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาให้นักเรียนก่อนลงมือทำเพื่อให้นักเรียนได้ปฏิบัติอย่างถูกต้อง

1.5 ควรเตรียมอุปกรณ์การทดลอง ใบความรู้ ใบกิจกรรม สื่อที่ใช้ในแต่ละกิจกรรม และจัดห้องเรียนให้พร้อมใช้งานก่อนการจัดการจัดการเรียนรู้ เพื่อไม่ให้เป็นการเสียเวลาและครูผู้สอนอาจมอบหมายให้แต่ละกลุ่มนำวัสดุที่จะใช้ในการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนสามารถนำมาได้ เช่น สารที่มีคุณสมบัติเป็นกรดและเบสในชีวิตประจำวัน พืชในท้องถิ่น เป็นต้น

1.6 ควรแจ้งผลการทำกิจกรรมในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ แบบวัดทักษะทางวิทยาศาสตร์ หน่วย กรด-เบส แบบวัดทักษะการแก้ปัญหาทั้งก่อนและหลังการจัดกิจกรรมเพื่อเป็นการกระตุ้นความสนใจ มีความตั้งใจมากขึ้นและเป็นกำลังใจให้นักเรียนได้พัฒนาความรู้ต่อไป

## 2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

2.1 เนื่องจากการนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐานไปใช้ในการจัดการเรียนรู้กับนักเรียนช่วยให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมด้วยตนเอง ได้ทำการทดลอง ได้เรียนรู้เนื้อหาผ่านกิจกรรม ดังนั้นควรนำการจัดการเรียนรู้แบบกิจกรรมเป็นฐานไปใช้ในรายวิชาวิทยาศาสตร์สาขาต่าง ๆ เช่น วิทยาศาสตร์พื้นฐานในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น วิชาชีววิทยา วิชาฟิสิกส์ เป็นต้น

2.2 ในการจัดการเรียนรู้เรื่อง อินดิเคเตอร์จากพืช ครูผู้สอนอาจนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบอื่นมาผสมผสาน เช่น การใช้ปัญหาเป็นฐาน การใช้โครงงานเป็นฐาน เป็นต้น

2.3 ควรมีการพัฒนาทักษะความสามารถด้านอื่น ๆ เช่น ทักษะในการคิดวิเคราะห์ คิดสร้างสรรค์

## บรรณานุกรม

- กรมวิชาการ. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- กาญจนา วัฒนา. (2544). *การวิจัยในชั้นเรียนเพื่อพัฒนาการเรียนการสอน*. เอกสารการอบรม. ม.ป.ท.
- จิรัชยา นาคราช. (2558). *การพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เรื่อง ระบบประสาทและความสามารถในการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้*. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาชีววิทยาศึกษา, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา
- ชาติรี เกิดธรรม. (2547). *เทคนิคการสอนแบบโครงการ*. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น
- ณัฐวิทย์ พจนตันติ. (2548). *แนวคิดวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี และสังคม*. สงขลา : ภาควิชาการศึกษา, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
- น้องนาง ปรีองาม. (2544). *การพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน*. *Journal of Education Craduate Studies Research Khon Kaen University*, 5(4), 12-20.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2545). *การวิจัยเบื้องต้น* (พิมพ์ครั้งที่ 6). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- ราชบัณฑิตยสถาน. (2542). *พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2542*. กรุงเทพฯ: นานมีบุ๊คส์.
- รุจิรี ภู่อาร. (2545). *การเขียนแผนการจัดการเรียนรู้*. กรุงเทพฯ: นีคพอยท์.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2545). *เทคนิคการวิจัยการศึกษา*. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- วาทัญญู วุฒิวรรณ. (2553). *ผลการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เชิงรุกเพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1*. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา
- วนิดา พงษ์ศักดิ์ชาติ. (2557). *สถิติสำหรับวิทยาศาสตร์ศึกษาและคณิตศาสตร์ศึกษา*. เอกสารการสอน.ชลบุรี: ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.
- วัชรรา เล่าเรียนดี, ปรณัฐ กิจรุ่งเรือง และอรพิน ศิริสัมพันธ์. (2560). *กลยุทธ์การจัดการเรียนรู้เชิงรุกเพื่อพัฒนาการคิดและยกระดับคุณภาพการศึกษาสำหรับศตวรรษที่ 21* (พิมพ์ครั้งที่ 12). นครปฐม: เพชรเกษมพรินติ้ง.

- วันเพ็ญ คำเทศ. (2558). การใช้คำถามในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบ 5 ขั้นตอน (5E Model of Instruction). *สสวท.*, 43(196), 25-30.
- วิโรจน์ ลักษณะอดิศร. (2550). ทฤษฎีการสร้างความรู้(Constructivism)และการเรียนรู้ผ่านกิจกรรม (Activity Based Learning : ABL). เข้าถึงได้จาก [http://www.se-edlearning.com/LinkClick.aspx?fileticket=FenbQDYmzcc%3d&tabid=36mid=350Uploadclinic/RFID/A\\_ReflexRFID](http://www.se-edlearning.com/LinkClick.aspx?fileticket=FenbQDYmzcc%3d&tabid=36mid=350Uploadclinic/RFID/A_ReflexRFID).
- วีณา ประชากุล และประสาท เนื่องเฉลิม. (2553). *รูปแบบการเรียนการสอน*. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (ม.ป.ป.) *คู่มือการอบรมการวิจัยปฏิบัติการในห้องเรียน*. ม.ป.ท.
- สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาสุรินทร์ เขต 3. (2553). *แนวทางการจัดกิจกรรมลดเวลาเรียนเพิ่มเวลารู้*. ม.ป.ท.
- สุพรรณิชา ชาญประเสริฐ. (2556). การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21. *สสวท.*, 42, 10-12.
- สุพิธา ดาวเรือง. (2555). *การพัฒนา รูปแบบการเรียนแบบผสมผสาน โดยใช้การเรียนรู้แบบกิจกรรมเป็นฐานและเทคนิคเพื่อนคู่คิดบนวิกิเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3*. ปรินญาครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา, คณะครุศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุวิทย์ มูลคำ. (2549). *กลยุทธ์การสอนคิดแก้ปัญหา* (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.
- หลุย จำปาเทศ. (2539). *จิตวิทยาการจูงใจ*. ปทุมธานี: สถาบันการบริหารและจิตวิทยา.
- Lu, X., & Anariba, F. (2014). Fostering Innobation through an Active Learning Activity Inspired by the Baghdad Battery. *Journal of Chemical Education*, 91, 1929–1933.
- Marle, P. D., Decker, L., Taylor, V., Fitzpatrick, K., Khaliqi, D., Owens, J. E., & Henry, R. M. (2014). CSI - Chocolate Science Investigation and the Case of the Recipe Rip-Off: Using an Extended Problem-Based Scenario To Enhance High School Students' Science Engagement. *Journal of Chemical Education*, 91(3), 345-350.
- Mindy, L., Nicole, S., Bhasker, R., Sauradip, C., & William, T. (2015). Addressing the STEM Gender Gap by Designing and Implementing an Educational Outreach Chemistry Camp for Middle School Girls. *Journal of Chemical Education*, 92(10), 1639–1644.

- Monge, D. (2015). Alkaloid-Derived Thioureas in Asymmetric Organocatalysis: A Cooperative Learning Activity in a Project-Based Laboratory Course. *Journal of chemical education*, 92(25), 1390-1393.
- Weir, J. J. (1974). Problem Solving is Everybody's Problem. *Science Teacher*, (4), 16-18.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก  
รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

## รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

1. ดร.ชูลีพร พุฒนวล  
อาจารย์ประจำภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์  
มหาวิทยาลัยบูรพา
2. ดร.เขาวลัักษณ์ ชันหวัโทน  
อาจารย์ประจำโปรแกรมวิชาเคมี คณะครู  
ศาสตร์ มหาวิทยาลัย ราชภัฏเชียงราย อ.เมือง  
จ.เชียงราย
3. ดร.นภาพร วรรณพรม  
อาจารย์ประจำโปรแกรมวิชาเคมี คณะครู  
ศาสตร์ มหาวิทยาลัย ราชภัฏเชียงราย อ.เมือง  
จ.เชียงราย



### ภาคผนวก ข

1. การวิเคราะห์ความเหมาะสมและความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐานในรายวิชาเคมี หน่วย กรด-เบส
2. การวิเคราะห์แบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ในรายวิชาเคมี หน่วย กรด-เบส เพื่อหาดัชนีความสอดคล้อง ระหว่างแบบวัดแนวคิดกับผลการเรียนรู้
3. การวิเคราะห์แบบวัดทักษะการแก้ปัญหาในรายวิชาเคมี หน่วย กรด-เบส เพื่อหาดัชนีความสอดคล้องของสถานการณ์กับพฤติกรรมที่ต้องการวัด
4. การวิเคราะห์แบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียน เพื่อหาค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อความกับความรูสึกของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ในรายวิชาเคมี หน่วย กรด-เบส
5. การวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (D) ของแบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ หน่วยกรด-เบส
6. การวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (D) ของแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาในรายวิชาเคมี หน่วยกรด-เบส
7. ผลคะแนนแบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ในรายวิชาเคมี หน่วย กรด-เบส ของกลุ่มตัวอย่างจำนวน 25 คน ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้
8. ผลคะแนนแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาในรายวิชาเคมี หน่วย กรด-เบส ของกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 25 คน ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้
9. ผลของจำนวนและร้อยละของกลุ่มตัวอย่างตามระดับความพึงพอใจของนักเรียนในการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐานในรายวิชาเคมี หน่วย กรด-เบส จำนวน 25 คน หลังการจัดการเรียนรู้

การวิเคราะห์ความเหมาะสมและความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐาน  
ในรายวิชาเคมี หน่วย กรด-เบส

ตารางภาคผนวก ข-1 การวิเคราะห์หาความเหมาะสมการจัดการเรียนรู้ ประเมินแผนการจัดการ  
เรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐาน แผนที่ 1 เรื่อง สารละลายอนิเล็กโทรไลต์  
และสารละลายอิเล็กโทรไลต์

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ			เฉลี่ย	ระดับความ เหมาะสม
	คนที่1	คนที่2	คนที่3		
1. กิจกรรมสอดคล้องกับมาตรฐานการจัดการ เรียนรู้	5	5	5	5.00	มากที่สุด
2. กิจกรรมสอดคล้องกับผลการจัดการเรียนรู้	5	5	5	5.00	มากที่สุด
3. เวลาในการจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ เหมาะสม	5	5	5	5.00	มากที่สุด
4. กิจกรรมในแผนการจัดการเรียนรู้เหมาะสมกับ สาระการจัดการเรียนรู้	5	5	5	5.00	มากที่สุด
5. สื่อการจัดการเรียนรู้เหมาะสม ตรงตาม แผนการจัดการจัดการเรียนรู้	5	4	5	4.67	มากที่สุด
6. เนื้อหาในสื่อการจัดการเรียนรู้เหมาะสมวัย ของนักเรียน	5	5	5	5.00	มากที่สุด
7. กิจกรรมในแผนการจัดการจัดการเรียนรู้ ส่งเสริมให้นักเรียนได้ปฏิบัติจริง	5	4	5	4.67	มากที่สุด
8. กิจกรรมในแผนการจัดการจัดการเรียนรู้ ส่งเสริมให้นักเรียนได้เกิดทักษะการแก้ปัญหา ตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์	5	4	5	4.67	มากที่สุด
9. การประเมินครอบคลุมผลการจัดการเรียนรู้	5	5	5	5.00	มากที่สุด
10. การประเมินครอบคลุมด้านพุทธิพิสัย จิต พิสัย และ ทักษะพิสัย	5	5	5	5.00	มากที่สุด

ตารางภาคผนวก ข-2 การวิเคราะห์หาความเหมาะสมการจัดการเรียนรู้ ประเมินแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐาน แผนที่ 2 เรื่อง สารละลายกรดและสารละลายเบส

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			เฉลี่ย	ระดับความเหมาะสม
	คนที่1	คนที่2	คนที่3		
1. กิจกรรมสอดคล้องกับมาตรฐานการจัดการเรียนรู้	5	5	5	5.00	มากที่สุด
2. กิจกรรมสอดคล้องกับผลการจัดการเรียนรู้	5	5	5	5.00	มากที่สุด
3. ระยะเวลาในการจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้เหมาะสม	5	5	5	5.00	มากที่สุด
4. กิจกรรมในแผนการจัดการเรียนรู้เหมาะสมกับสาระการจัดการเรียนรู้	5	5	5	5.00	มากที่สุด
5. สื่อการจัดการเรียนรู้เหมาะสม ตรงตามแผนการจัดการจัดการเรียนรู้	5	5	5	5.00	มากที่สุด
6. เนื้อหาในสื่อการจัดการเรียนรู้เหมาะสมวัยของนักเรียน	5	5	5	5.00	มากที่สุด
7. กิจกรรมในแผนการจัดการจัดการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนได้ปฏิบัติจริง	5	5	5	5.00	มากที่สุด
8. กิจกรรมในแผนการจัดการจัดการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนได้เกิดทักษะการแก้ปัญหาตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์	5	5	4	4.67	มากที่สุด
9. การประเมินครอบคลุมผลการจัดการเรียนรู้	5	5	5	5.00	มากที่สุด
10. การประเมินครอบคลุมด้านพุทธิพิสัย จิตพิสัย และ ทักษะพิสัย	5	5	5	5.00	มากที่สุด

ตารางภาคผนวก ข-3 การวิเคราะห์หาความเหมาะสมการจัดการเรียนรู้ ประเมินแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐาน แผนที่ 3 เรื่อง การแตกตัวของกรดและเบส

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			เฉลี่ย	ระดับความเหมาะสม
	คนที่1	คนที่2	คนที่3		
1. กิจกรรมสอดคล้องกับมาตรฐานการจัดการเรียนรู้	5	5	5	5.00	มากที่สุด
2. กิจกรรมสอดคล้องกับผลการจัดการเรียนรู้	5	5	5	5.00	มากที่สุด
3. ระยะเวลาในการจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้เหมาะสม	5	5	5	5.00	มากที่สุด
4. กิจกรรมในแผนการจัดการเรียนรู้เหมาะสมกับสาระการจัดการเรียนรู้	5	5	5	5.00	มากที่สุด
5. สื่อการจัดการเรียนรู้เหมาะสม ตรงตามแผนการจัดการจัดการเรียนรู้	5	5	5	5.00	มากที่สุด
6. เนื้อหาในสื่อการจัดการเรียนรู้เหมาะสมวัยของนักเรียน	5	5	5	5.00	มากที่สุด
7. กิจกรรมในแผนการจัดการจัดการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนได้ปฏิบัติจริง	5	5	5	5.00	มากที่สุด
8. กิจกรรมในแผนการจัดการจัดการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนได้เกิดทักษะการแก้ปัญหาตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์	5	5	3	4.33	มาก
9. การประเมินครอบคลุมผลการจัดการเรียนรู้	5	5	5	5.00	มากที่สุด
10. การประเมินครอบคลุมด้านพุทธิพิสัย จิตพิสัย และ ทักษะพิสัย	5	5	5	5.00	มากที่สุด

ตารางภาคผนวก ข-4 การวิเคราะห์หาความเหมาะสมการจัดการเรียนรู้ ประเมินแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐาน แผนที่ 4 เรื่อง pH ของสารละลาย

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			เฉลี่ย	ระดับความเหมาะสม
	คนที่1	คนที่2	คนที่3		
1. กิจกรรมสอดคล้องกับมาตรฐานการจัดการเรียนรู้	5	5	5	5.00	มากที่สุด
2. กิจกรรมสอดคล้องกับผลการจัดการเรียนรู้	5	5	5	5.00	มากที่สุด
3. ระยะเวลาในการจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้เหมาะสม	5	5	5	5.00	มากที่สุด
4. กิจกรรมในแผนการจัดการเรียนรู้เหมาะสมกับสาระการจัดการเรียนรู้	5	5	5	5.00	มากที่สุด
5. สื่อการจัดการเรียนรู้เหมาะสม ตรงตามแผนการจัดการจัดการเรียนรู้	5	5	5	5.00	มากที่สุด
6. เนื้อหาในสื่อการจัดการเรียนรู้เหมาะสมวัยของนักเรียน	5	5	5	5.00	มากที่สุด
7. กิจกรรมในแผนการจัดการจัดการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนได้ปฏิบัติจริง	5	4	5	4.67	มากที่สุด
8. กิจกรรมในแผนการจัดการจัดการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนได้เกิดทักษะการแก้ปัญหาตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์	5	5	4	4.67	มากที่สุด
9. การประเมินครอบคลุมผลการจัดการเรียนรู้	5	5	5	5.00	มากที่สุด
10. การประเมินครอบคลุมด้านพุทธิพิสัย จิตพิสัย และ ทักษะพิสัย	5	5	5	5.00	มากที่สุด

ตารางภาคผนวก ข-5 การวิเคราะห์หาความเหมาะสมการจัดการเรียนรู้ ประเมินแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐาน แผนที่ 5 เรื่อง อินดิเคเตอร์สำหรับกรด-เบส

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			เฉลี่ย	ระดับความเหมาะสม
	คนที่1	คนที่2	คนที่3		
1. กิจกรรมสอดคล้องกับมาตรฐานการจัดการเรียนรู้	5	5	5	5.00	มากที่สุด
2. กิจกรรมสอดคล้องกับผลการจัดการเรียนรู้	5	5	5	5.00	มากที่สุด
3. ระยะเวลาในการจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้เหมาะสม	5	5	5	5.00	มากที่สุด
4. กิจกรรมในแผนการจัดการเรียนรู้เหมาะสมกับสาระการจัดการเรียนรู้	5	5	5	5.00	มากที่สุด
5. สื่อการจัดการเรียนรู้เหมาะสม ตรงตามแผนการจัดการจัดการเรียนรู้	5	5	5	5.00	มากที่สุด
6. เนื้อหาในสื่อการจัดการเรียนรู้เหมาะสมวัยของนักเรียน	5	5	5	5.00	มากที่สุด
7. กิจกรรมในแผนการจัดการจัดการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนได้ปฏิบัติจริง	5	5	5	5.00	มากที่สุด
8. กิจกรรมในแผนการจัดการจัดการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนได้เกิดทักษะการแก้ปัญหาตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์	5	5	5	5.00	มากที่สุด
9. การประเมินครอบคลุมผลการจัดการเรียนรู้	5	5	5	5.00	มากที่สุด
10. การประเมินครอบคลุมด้านพุทธิพิสัย จิตพิสัย และ ทักษะพิสัย	5	5	5	5.00	มากที่สุด

ตารางภาคผนวก ข-6 การวิเคราะห์หาความเหมาะสมการจัดการเรียนรู้ ประเมินแผนการจัดการ  
เรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐาน แผนที่ 6 เรื่อง พืชเปลี่ยนสี

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ			เฉลี่ย	ระดับความ เหมาะสม
	คนที่1	คนที่2	คนที่3		
1. กิจกรรมสอดคล้องกับมาตรฐานการ จัดการเรียนรู้	5	5	5	5.00	มากที่สุด
2. กิจกรรมสอดคล้องกับผลการจัดการ เรียนรู้	5	5	5	5.00	มากที่สุด
3. ระยะเวลาในการจัดกิจกรรมการจัดการ เรียนรู้เหมาะสม	5	5	5	5.00	มากที่สุด
4. กิจกรรมในแผนการจัดการเรียนรู้ เหมาะสมกับสาระการจัดการเรียนรู้	5	5	5	5.00	มากที่สุด
5. สื่อการจัดการเรียนรู้เหมาะสม ตรงตาม แผนการจัดการจัดการเรียนรู้	5	5	5	5.00	มากที่สุด
6. เนื้อหาในสื่อการจัดการเรียนรู้เหมาะ สมวัยของนักเรียน	5	5	5	5.00	มากที่สุด
7. กิจกรรมในแผนการจัดการจัดการ เรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนได้ปฏิบัติจริง	5	5	5	5.00	มากที่สุด
8. กิจกรรมในแผนการจัดการจัดการ เรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนได้เกิดทักษะ การแก้ปัญหาตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์	5	5	5	5.00	มากที่สุด
9. การประเมินครอบคลุมผลการจัดการ เรียนรู้	5	5	5	5.00	มากที่สุด
10. การประเมินครอบคลุมด้านพุทธิพิสัย จิตพิสัย และ ทักษะพิสัย	5	5	5	5.00	มากที่สุด

การวิเคราะห์แบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ในรายวิชาเคมี หน่วย กรด-เบส เพื่อหาดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบวัดแนวคิดกับผลการเรียนรู้

ตารางภาคผนวก ข-7 แสดงค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์กับผลการเรียนรู้ในรายวิชาเคมี หน่วย กรด-เบส

ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			R	IOC
	คนที่1	คนที่2	คนที่3		
ตอนที่ 1 แบบวัดแนวคิดชนิดเลือกตอบทั้งคำตอบและเหตุผล					
1	+1	+1	+1	3	1.00
2	+1	+1	+1	3	1.00
3	+1	+1	+1	3	1.00
4	+1	+1	+1	3	1.00
5	+1	+1	+1	3	1.00
6	+1	+1	+1	3	1.00
ตอนที่ 2 แบบวัดแนวคิดชนิดเลือกตอบพร้อมอธิบายเหตุผลที่เลือก					
1	+1	+1	+1	3	1.00
2	+1	+1	+1	3	1.00
3	+1	+1	+1	3	1.00
4	+1	+1	+1	3	1.00
5	+1	+1	+1	3	1.00
6	+1	+1	+1	3	1.00
7	+1	+1	+1	3	1.00
8	+1	+1	+1	3	1.00
ตอนที่ 3 แบบวัดแนวคิดชนิดถูก-ผิด พร้อมอธิบายเหตุผลประกอบ					
1	+1	+1	0	2	0.67
2	+1	+1	+1	3	1.00
3	+1	+1	+1	3	1.00
4	+1	+1	+1	3	1.00



## ตารางภาคผนวก ข-7 (ต่อ)

ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			R	IOC
	คนที่1	คนที่2	คนที่3		
ตอนที่ 3 แบบวัดแนวความคิดถูก-ผิด พร้อมอธิบายเหตุผลประกอบ					
5	+1	+1	+1	3	1.00
6	+1	+1	+1	3	1.00

การวิเคราะห์แบบวัดทักษะการแก้ปัญหาในรายวิชาเคมี หน่วย กรด-เบส เพื่อหาดัชนีความ  
สอดคล้องของสถานการณ์กับพฤติกรรมที่ต้องการวัด

ตารางภาคผนวก ข-8 แสดงค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างสถานการณ์กับพฤติกรรมที่ต้องการวัด

สถานการณ์	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			R	IOC
	คนที่1	คนที่2	คนที่3		
สถานการณ์ที่ 1					
1. ระบุปัญหา	+1	+1	+1	3	1.00
2. สมมติฐาน	+1	+1	+1	3	1.00
3. ออกแบบการทดลอง(เสนอวิธีการแก้ปัญหา)	+1	+1	+1	3	1.00
4. สรุปผลการทดลอง	+1	+1	+1	3	1.00
สถานการณ์ที่ 2					
1. ระบุปัญหา	+1	+1	+1	3	1.00
2. สมมติฐาน	+1	0	+1	2	0.67
3. ออกแบบการทดลอง(เสนอวิธีการแก้ปัญหา)	+1	+1	+1	3	1.00
4. สรุปผลการทดลอง	+1	+1	+1	3	1.00

## ตารางภาคผนวก ข-8 (ต่อ)

สถานการณ์	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			R	IOC
	คนที่1	คนที่2	คนที่3		
สถานการณ์ที่ 3					
1. ระบุปัญหา	+1	+1	+1	3	1.00
2. สมมติฐาน	+1	+1	+1	3	1.00
3. ออกแบบการทดลอง(เสนอวิธีการแก้ปัญหา)	+1	+1	+1	3	1.00
4. สรุปผลการทดลอง	+1	+1	+1	3	1.00
สถานการณ์ที่ 4					
1. ระบุปัญหา	+1	+1	+1	3	1.00
2. สมมติฐาน	+1	+1	+1	3	1.00
3. ออกแบบการทดลอง(เสนอวิธีการแก้ปัญหา)	+1	+1	+1	3	1.00
4. สรุปผลการทดลอง	+1	+1	+1	3	1.00
สถานการณ์ที่ 5					
1. ระบุปัญหา	+1	+1	+1	3	1.00
2. สมมติฐาน	+1	+1	+1	3	1.00
3. ออกแบบการทดลอง(เสนอวิธีการแก้ปัญหา)	+1	+1	+1	3	1.00
4. สรุปผลการทดลอง	+1	+1	+1	3	1.00

การวิเคราะห์แบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียน เพื่อหาค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อความ  
กับความรู้สึกรักของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐานในรายวิชาเคมี หน่วย  
กรด-เบส

ตารางภาคผนวก ข-9 แสดงค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อความกับความรู้สึกรักของนักเรียนที่มีต่อ  
การจัดการเรียนรู้ โดยใช้กิจกรรมเป็นฐานในรายวิชาเคมี หน่วย กรด-เบส

ข้อ	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			R	IOC
	คนที่1	คนที่2	คนที่3		
1	+1	+1	+1	3	1.00
2	+1	+1	+1	3	1.00
3	+1	+1	+1	3	1.00
4	+1	+1	+1	3	1.00
5	+1	+1	+1	3	1.00
6	+1	+1	+1	3	1.00
7	+1	+1	+1	3	1.00
8	+1	+1	+1	3	1.00
9	+1	+1	+1	3	1.00
10	+1	+1	+1	3	1.00
11	+1	+1	+1	3	1.00
12	+1	+1	+1	3	1.00
13	+1	+1	+1	3	1.00
14	+1	+1	+1	3	1.00
15	+1	+1	+1	3	1.00

การวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (D) ของแบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ ในรายวิชาเคมี หน่วยกรด-เบส

ตารางภาคผนวก ข-10 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (D) แบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ในรายวิชาเคมี หน่วยกรด-เบส

ตอนที่ 1 แบบวัดแนวคิดชนิดเลือกตอบทั้งคำตอบและเหตุผล

ข้อที่	P	D
1	0.68	0.45
2	0.55	0.30
3	0.45	0.50
4	0.40	0.30
5	0.25	0.30
6	0.45	0.30

ตอนที่ 2 แบบวัดแนวคิดชนิดเลือกตอบพร้อมอธิบายเหตุผลที่เลือก

ข้อที่	P	D
1	0.58	0.35
2	0.80	0.20
3	0.25	0.30
4	0.20	0.20
5	0.20	0.20
6	0.68	0.35
7	0.58	0.25
8	0.33	0.25

ตอนที่ 3 แบบวัดแนวคิดชนิดถูก-ผิดพร้อมอธิบายเหตุผลประกอบ

ข้อที่	P	D
1	0.73	0.25
2	0.43	0.25
3	0.60	0.20

ตารางภาคผนวก ข-10 (ต่อ)

ตอนที่ 3 แบบวัดแนวคิดชนิดถูก-ผิดพร้อมอธิบายเหตุผลประกอบ

ข้อที่	P	D
4	0.75	0.40
5	0.78	0.35
6	0.78	0.25

ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.87

การวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (D) ของแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาใน  
รายวิชาเคมี หน่วยกรด-เบส

ตารางภาคผนวก ข-11 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (D) ของ  
แบบวัดทักษะการแก้ปัญหาในรายวิชาเคมี หน่วยกรด-เบส

สถานการณ์ที่	P	D
1	0.59	0.25
2	0.62	0.79
3	0.57	0.20
4	0.72	0.50
5	0.55	0.30

ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.78

**ผลคะแนนแบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ในรายวิชาเคมี หน่วย กรด-เบส ของกลุ่มตัวอย่าง  
จำนวน 25 คน ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้**

ตารางภาคผนวก ข-12 แสดงคะแนนแบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ในรายวิชาเคมี หน่วย  
กรด-เบส ของกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 25 คน ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้

ลำดับที่	ก่อนการจัดการเรียนรู้ (40 คะแนน)	หลังการจัดการเรียนรู้(40 คะแนน)
1	18.00	30.50
2	11.50	29.00
3	14.50	19.50
4	7.00	23.00
5	9.00	30.00
6	3.00	19.50
7	5.50	29.50
8	7.50	34.50
9	7.50	26.50
10	4.00	17.00
11	9.00	25.50
12	3.50	27.50
13	5.50	27.50
14	4.50	24.00
15	1.50	18.50
16	3.50	24.00
17	3.50	15.00
18	5.50	35.00
19	4.00	16.50
20	1.50	35.00
21	1.50	22.50
22	3.00	14.50



ตารางภาคผนวก ข-12 (ต่อ)

ลำดับที่	ก่อนการจัดการเรียนรู้ (40 คะแนน)	หลังการจัดการเรียนรู้(40 คะแนน)
23	0.00	17.00
24	8.00	14.00
25	3.00	23.00

**ผลคะแนนแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาในรายวิชาเคมี หน่วย กรด-เบส ของกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 25 คน ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้**

ตารางภาคผนวก ข-13 แสดงคะแนนแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาในรายวิชาเคมี หน่วย กรด-เบส ของกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 25 คน ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้

ลำดับที่	ก่อนการจัดการเรียนรู้ (40 คะแนน)	หลังการจัดการเรียนรู้(40 คะแนน)
1	7.00	35.00
2	10.00	36.00
3	9.00	34.00
4	8.00	28.00
5	16.00	35.00
6	3.00	31.00
7	3.00	33.00
8	11.00	32.00
9	6.00	33.00
10	8.00	29.00
11	9.00	32.00
12	7.00	31.00
13	8.00	33.00
14	4.00	29.00
15	2.00	31.00
16	8.00	32.00
17	15.00	33.00
18	13.00	36.00
19	18.00	31.00
20	20.00	35.00
21	3.00	32.00
22	5.00	31.00

ตารางภาคผนวก ข-13 (ต่อ)

ลำดับที่	ก่อนการจัดการเรียนรู้ (40 คะแนน)	หลังการจัดการเรียนรู้(40 คะแนน)
23	1.00	26.00
24	10.00	30.00
25	8.00	29.00



### ภาคผนวก ค

#### เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้กิจกรรมเป็นฐานในรายวิชาเคมี หน่วย กรด-เบส
2. แบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ ในการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐานในรายวิชาเคมี หน่วย กรด-เบส
3. แบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหา ในการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐานในรายวิชาเคมี หน่วย กรด-เบส
4. แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนในการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐานในรายวิชาเคมี หน่วยกรด-เบส

## ตัวอย่างแผนการจัดการจัดการเรียนรู้

### แผนการจัดการจัดการเรียนรู้ที่ 1

กิจกรรมเสริมการจัดการเรียนรู้

กลุ่มสาระการจัดการ

เรียนรู้วิทยาศาสตร์

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

สาระที่ 3

หน่วย กรด-เบส

เรื่อง สารละลายนอนอิเล็กโทรไลต์และสารละลายอิเล็กโทรไลต์

เวลา 2.00 ชั่วโมง

.....  
มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยาเคมี มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐานการจัดการเรียนรู้ช่วงชั้น ม.4-6 สืบเสาะตรวจสอบและวิเคราะห์ข้อมูล อภิปรายและอธิบาย การเกิดพันธะเคมีในโมเลกุลหรือในโครงผลึกของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารในเรื่อง จุดเดือด จุดหลอมเหลวและสถานะกับแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคของสารนั้น

ผลการจัดการเรียนรู้

ด้านความรู้ (K)

1. จำแนกประเภทของสารละลายโดยใช้การเปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสและการนำไฟฟ้าเป็นเกณฑ์ได้
2. อธิบายเหตุผลที่สารละลายอิเล็กโทรไลต์นำไฟฟ้าได้
3. สรุปสมบัติของสารละลายอิเล็กโทรไลต์และสารละลายนอนอิเล็กโทรไลต์พร้อมทั้งระบุได้ว่าสารใดเป็นอิเล็กโทรไลต์แก่ อิเล็กโทรไลต์อ่อน หรือนอนอิเล็กโทรไลต์ได้

ด้านทักษะกระบวนการ (P)

- ทดลองเพื่อศึกษาสมบัติบางประการของสารละลายอิเล็กโทรไลต์และสารละลายนอนอิเล็กโทรไลต์

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)

- ให้ความร่วมมือในการทำงาน/ปฏิบัติกิจกรรมอย่างสร้างสรรค์

สมรรถนะสำคัญ

- ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิตในการเรียน

## สาระการจัดการเรียนรู้

- สารอิเล็กโทรไลต์และสารนอนอิเล็กโทรไลต์
- อิเล็กโทรไลต์แก่ และอิเล็กโทรไลต์อ่อน
- การทดสอบการนำไฟฟ้าของสารละลาย
- การทดสอบสมบัติอื่น ๆ ของสารละลาย

## การจัดกระบวนการจัดการเรียนรู้

### 1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)

1.1 ครูกล่าวทักทายนักเรียน

1.2 นักเรียนแบ่งกลุ่มตามความสนใจ กลุ่มละ 5 คน ซึ่งในกลุ่มนี้จะใช้ไปจนถึงสิ้นสุด

กิจกรรม

1.3 ครูแนะนำนักเรียนในเรื่องการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม ต้องแบ่งหน้าที่กันทำงาน ต้องมีความอดทน รับผิดชอบในหน้าที่ และให้เกียรติซึ่งกันและกัน งานที่จะออกมาได้สำเร็จ ครูทบทวนความรู้เรื่องการแตกตัวเป็นไอออนและการนำไฟฟ้าของสารละลายที่เป็นสารประกอบไอออนิกและสารโควาเลนต์เป็นตัวละลาย ซึ่งจะแตกตัวเป็นไอออนบวกและไอออนลบ เช่น NaCl จะแตกตัวให้  $\text{Na}^+$  และ  $\text{Cl}^-$  หรือ  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  จะแตกให้  $\text{Ba}^{2+}$  และ  $\text{OH}^-$  เพื่อนำไปสู่ความเข้าใจเกี่ยวกับสารอิเล็กโทรไลต์และนอนอิเล็กโทรไลต์

### 2. ขั้นสำรวจค้นหา (Exploration)

2.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันศึกษาใบความรู้ที่ 1 เรื่อง สารละลายนอนอิเล็กโทรไลต์ และสารละลายอิเล็กโทรไลต์

2.2 นักเรียนร่วมกันศึกษาและดำเนินการทำกิจกรรมตามใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง สารละลายนอนอิเล็กโทรไลต์และสารละลายอิเล็กโทรไลต์

### 3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)

3.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการทำกิจกรรม

3.2 นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายการทำกิจกรรมเพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า

- สารละลายนอนอิเล็กโทรไลต์ คือ สารที่ไม่สามารถนำไฟฟ้าได้เนื่องจากไม่แตกตัวเป็นไอออน จึงทำให้หลอดไฟไม่สว่าง

- สารละลายอิเล็กโทรไลต์ คือ สารที่สามารถนำไฟฟ้าได้ เนื่องจากสามารถแตกตัวเป็นไอออนได้ ซึ่ง แบ่งออกเป็น สารละลายอิเล็กโทรไลต์แก่ และสารละลายอิเล็กโทรไลต์อ่อน ซึ่ง สารละลายอิเล็กโทรไลต์แก่ คือ สารที่แตกตัวเป็นไอออนได้มาก จึงทำให้หลอดไฟสว่างมาก ส่วน สารละลายอิเล็กโทรไลต์อ่อน คือ สารที่แตกตัวเป็นไอออนได้น้อย จึงทำให้หลอดไฟสว่างน้อย

#### 4. ขยายความรู้ (Elaboration)

4.1 ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนสอบถามเนื้อหาเพิ่มเติมในส่วนที่ไม่เข้าใจและสงสัยเพิ่มเติม

4.2 นักเรียนทำคำถามขยายความรู้

#### 5. ประเมินผล (Evaluation)

5.1 ตรวจสอบคะแนนที่ได้จากการทำใบกิจกรรม

5.2 ประเมินทักษะการทดลองในการปฏิบัติการทดลอง โดยใช้แบบประเมินทักษะการทดลองในการปฏิบัติการทดลองที่สร้างขึ้น

5.3 สังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคลขณะปฏิบัติการ โดยใช้แบบประเมินการสังเกตพฤติกรรมการให้ความร่วมมือในการทำงาน/ปฏิบัติการอย่างสร้างสรรค์ที่สร้างขึ้น  
สื่อการเรียนการสอน

1. ใบความรู้ที่ 1 สารละลายอนอเล็กโทรไลต์และสารละลายอิเล็กโทรไลต์
2. ใบกิจกรรมที่ 1 สารละลายอนอเล็กโทรไลต์และสารละลายอิเล็กโทรไลต์
3. อินเทอร์เน็ต

#### การวัดผลประเมินผล

การวัดผลประเมินผลด้าน	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การผ่าน
1. ด้านความรู้ความเข้าใจ	ทำแบบฝึกหัด	แบบฝึกหัด	1. ทำได้ถูกต้อง 60 % ขึ้นไป
2. ด้านทักษะกระบวนการ	สังเกตจากการปฏิบัติกิจกรรม	แบบสังเกตการทดลอง	ได้คะแนนในระดับ 2 ขึ้นไป
3. ด้านคุณลักษณะที่พึงประสงค์	การสังเกตพฤติกรรมการให้ความร่วมมือในการทำงาน/ปฏิบัติกิจกรรมอย่างสร้างสรรค์	แบบสังเกตพฤติกรรมการให้ความร่วมมือในการทำงาน/ปฏิบัติกิจกรรมอย่างสร้างสรรค์	ได้คะแนนในระดับ 2 ขึ้นไป
4. สมรรถนะสำคัญ	การสังเกตพฤติกรรมการสามารถในการใช้ทักษะชีวิตในการเรียน	แบบสังเกตพฤติกรรมการสามารถในการใช้ทักษะชีวิตในการเรียน	ได้คะแนนในระดับ 2 ขึ้นไป



**บันทึกผลหลังการจัดกิจกรรมเสริม**  
**รายวิชา เคมี หน่วยกรด-เบส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5**  
**แผนการจัดการจัดการเรียนรู้ที่.....เรื่อง.....เวลา .....ชั่วโมง**

1. จำนวนนักเรียนที่ใช้สอน

ระดับชั้น	จำนวนนักเรียน ( คน)
มัธยมศึกษาปีที่ 5	

2. ผลการสอน

- 2.1) ความเหมาะสมของระยะเวลา  ดีมาก  ดี  พอใช้  ต้องปรับปรุง
- 2.2) ความเหมาะสมของเนื้อหา  ดีมาก  ดี  พอใช้  ต้องปรับปรุง
- 2.3) ความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนการสอน  ดีมาก  ดี  พอใช้  ต้องปรับปรุง
- 2.4) ความเหมาะสมของสื่อการสอนที่ใช้  ดีมาก  ดี  พอใช้  ต้องปรับปรุง
- 2.5) พฤติกรรม/การมีส่วนร่วมของนักเรียน  ดีมาก  ดี  พอใช้  ต้องปรับปรุง

3. ปัญหาและอุปสรรค

.....

.....

.....

.....

.....

4. ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไข

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ..... ผู้สอน/ผู้บันทึก

( นางสาวทิพวรรณ เมืองมูล )

ตำแหน่ง ครู คศ. 2

...../...../.....



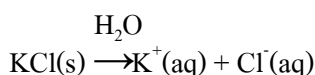
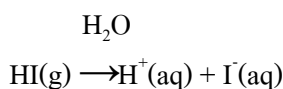
รายการประเมิน และเกณฑ์การให้คะแนน	คะแนน
<b>1. ทักษะการทดลอง</b> 1) ปฏิบัติตามขั้นตอน ได้อย่างคล่องแคล่วและถูกต้อง 3 2) ปฏิบัติทดลองตามขั้นตอน ได้ถูกต้องเป็นส่วนใหญ่ 2 3) ปฏิบัติทดลองตามขั้นตอน ได้ถูกต้องเป็นบางส่วน 1	
<b>2. ให้ความร่วมมือในการทำงาน/ปฏิบัติกิจกรรมอย่างสร้างสรรค์</b> 1) สรุปผลการทดลอง ได้สอดคล้องกับจุดประสงค์ ถูกต้อง และสมบูรณ์ 3 2) สรุปได้สอดคล้องกับจุดประสงค์ และถูกต้องเป็นส่วนใหญ่ 2 3) สรุปได้สอดคล้องกับจุดประสงค์ และถูกต้องเป็นบางส่วน 1	
<b>3. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิตในการเรียน</b> 1) เข้าห้องเรียนตรงเวลา ตั้งใจเรียน รักษามารยาทที่ดีได้อย่างเหมาะสม 3 2) เข้าห้องเรียนตรงเวลา ตั้งใจเรียน และรักษามารยาทที่ดีเป็นส่วนใหญ่ 2 3) เข้าห้องเรียนตรงเวลา ตั้งใจเรียน และรักษามารยาทที่ดีเป็นบางครั้ง 1	

**ใบความรู้ที่ 1**
**เรื่อง สารละลายนอนอิเล็กโทรไลต์และสารละลายอิเล็กโทรไลต์**

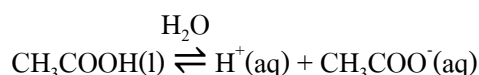
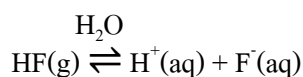
สารละลายนอนอิเล็กโทรไลต์ (non-electrolyte solution) คือ สารที่อยู่ในรูปของสารละลายแล้วไม่สามารถนำไฟฟ้าได้ เนื่องจากไม่แตกตัวเป็นไอออนในสารละลาย และเรียกสารที่ไม่แตกตัวเป็นไอออนในสารละลาย ว่า สารนอนอิเล็กโทรไลต์ (non-electrolyte)

สารละลายอิเล็กโทรไลต์ (electrolyte solution) คือ สารที่อยู่ในรูปของสารละลายแล้วสามารถนำไฟฟ้าได้ เนื่องจากสามารถแตกตัวให้ไอออนบวกและไอออนลบ และเรียกสารที่แตกตัวเป็นไอออนในสารละลาย ว่า สารอิเล็กโทรไลต์ (electrolyte) แบ่งออกเป็น 2 ชนิด ดังนี้

1. อิเล็กโทรไลต์แก่ (strong electrolyte) สารที่แตกตัวเป็นไอออนได้ดีมากหรือแตกตัวได้หมด ทำให้สารละลายมีไอออนเป็นจำนวนมากจึงสามารถนำไฟฟ้าได้ดี (หลอดไฟสว่างมาก) สามารถเขียนสมการการแตกตัวเมื่ออยู่ในน้ำได้ดังนี้



2. อิเล็กโทรไลต์อ่อน (weak electrolyte) สารที่แตกตัวเป็นไอออนได้บางส่วนหรือแตกตัวได้น้อย ทำให้สารละลายมีไอออนอยู่น้อยจึงนำไฟฟ้าได้น้อย (หลอดไฟสว่างน้อย)



## ใบกิจกรรมที่ 1

### เรื่อง สารละลายนอนอิเล็กโทรไลต์และสารละลายอิเล็กโทรไลต์

สถานการณ์ : วันนี้โรงเรียน มะม่วง ได้ทำการทดลองเรื่องสมบัติบางประการของ สารละลาย คือ สมบัติความเป็นกรด เบส กลาง สารละลายนอนอิเล็กโทรไลต์ สารละลายอิเล็กโทรไลต์ เมื่อกลับไปถึงที่บ้านจึงเกิดข้อสงสัยว่าผลิตภัณฑ์ สารใกล้ตัวที่มีอยู่ในบ้านเป็นสารที่มีสมบัติประเภทใดบ้าง

สารใกล้ตัว : 1. น้ำส้มสายชู      2. สารละลายน้ำตาลทราย      3. น้ำยาล้างห้องน้ำ  
 4. น้ำยาซักผ้า      5. น้ำมันพืช      6. น้ำอัดลม  
 7. น้ำปลา      8. นมเปรี้ยว      9. แอลกอฮอล์

เงื่อนไข : ให้นักเรียนร่วมกันออกแบบและทดลองตามข้อสงสัยของมะม่วงเกี่ยวกับ สมบัติบางประการของสารใกล้ตัวที่กำหนด ตามกิจกรรมต่อไปนี้

จุดประสงค์ : เพื่อศึกษาสมบัติบางประการของสารละลาย

ระบุปัญหา : เมื่อนำสารใกล้ตัวมาทดสอบสมบัติบางประการจะมีสมบัติเหมือนกันหรือไม่

สมมติฐาน : เมื่อนำสารใกล้ตัวมาทดสอบสมบัติบางประการจะมีสมบัติที่แตกต่างกัน  
 ตัวแปรที่เกี่ยวข้อง

ตัวแปรต้น : สารใกล้ตัว

ตัวแปรตาม : สมบัติของสารใกล้ตัว

ตัวแปรควบคุม : ปริมาณของสารใกล้ตัว วัน เวลา สถานที่ ยี่ห้อของสารใกล้ตัว

อุปกรณ์และสารเคมี

อุปกรณ์

1. หลอดทดลองขนาดใหญ่
2. ที่วางหลอดทดลอง
3. เครื่องวัดสภาพความนำไฟฟ้า
4. กระดาษลิตมัส
5. แท่งแก้วคนสาร

## 6. กระจายพืช

## สารเคมี

- |                     |                       |
|---------------------|-----------------------|
| 1. น้ำส้มสายชู      | 2. สารละลายน้ำตาลทราย |
| 3. น้ำยาล้างห้องน้ำ | 4. น้ำยาซักผ้า        |
| 5. น้ำมันพืช        | 6. น้ำอัดลม           |
| 7. น้ำปลา           | 8. นมเปรี้ยว          |
| 9. แอลกอฮอล์ล้างแผล |                       |

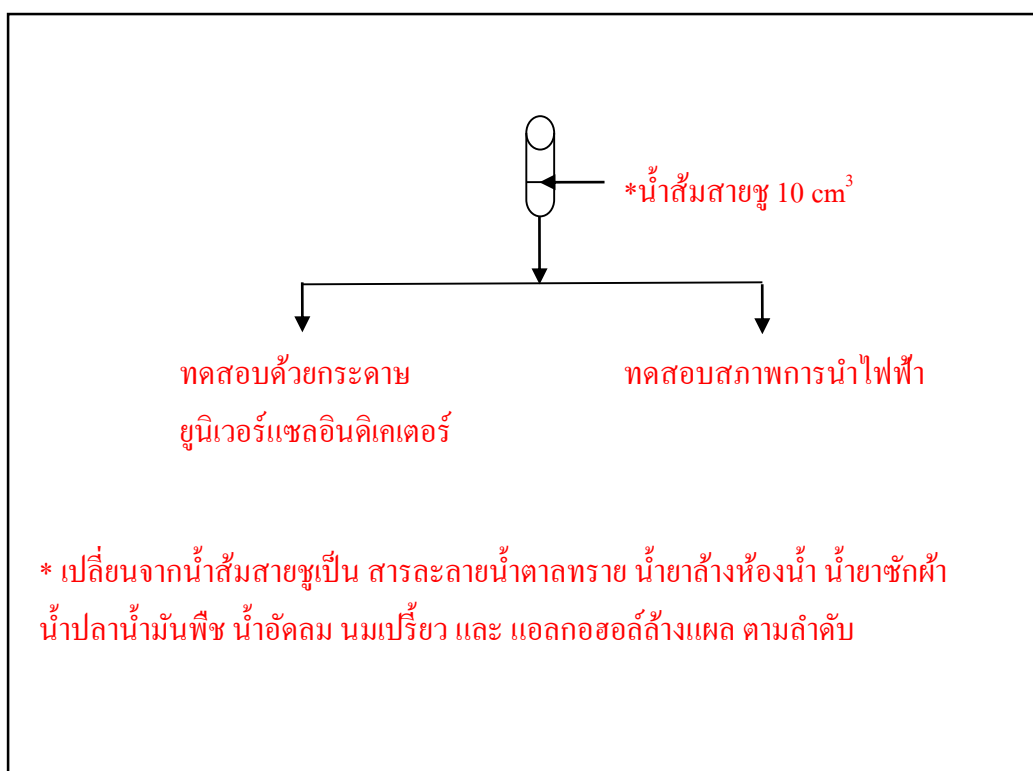
## วิธีการทดลอง

1. ตวงน้ำส้มสายชูด้วยกระบอกตวงปริมาตร  $10 \text{ cm}^3$  ใส่ในหลอดทดลองขนาดใหญ่
2. นำไปทดสอบด้วยกระดาษลิตมัสบันทึกผลการทดลอง
3. นำไปทดสอบสภาพการนำไฟฟ้าด้วยเครื่องวัดสภาพการนำไฟฟ้า บันทึกผลการทดลอง

## ทดลอง

4. ทำการทดลองเหมือนข้อ 1-3 แต่เปลี่ยนจากน้ำส้มสายชู ไปเป็น สารละลายน้ำตาลทราย น้ำยาล้างห้องน้ำ น้ำยาซักผ้า น้ำปลาน้ำมันพืช น้ำอัดลม นมเปรี้ยว และ แอลกอฮอล์ล้างแผล ตามลำดับ

## วาดแผนผังขั้นตอนการทดลอง



## ผลการทดลอง (ออกแบบตาราง)

ชนิดของสารใกล้ตัว	ผลการทดสอบด้วยกระดาษลิตมัส	ผลการทดสอบสภาพการนำไฟฟ้า
1. น้ำส้มสายชู	สีน้ำเงินเป็นสีแดง	หลอดไฟสว่าง
2. สารละลายน้ำตาลทราย	ไม่เปลี่ยนสี	หลอดไฟไม่สว่าง
3. น้ำยาล้างห้องน้ำ	สีแดงเป็นสีเขียว	หลอดไฟสว่าง
4. น้ำยาล้างจาน	สีแดงเป็นสีเขียว	หลอดไฟสว่าง
5. น้ำมันพืช	ไม่เปลี่ยนสี	หลอดไฟไม่สว่าง
6. น้ำอัดลม	สีน้ำเงินเป็นสีแดง	หลอดไฟสว่าง
7. น้ำปลา	ไม่เปลี่ยนสี	หลอดไฟสว่าง
8. นมเปรี้ยว	สีน้ำเงินเป็นสีแดง	หลอดไฟสว่าง
9. แอลกอฮอล์ล้างแผล	ไม่เปลี่ยนสี	หลอดไฟไม่สว่าง

## ภาพประกอบการทดลองด้วยเครื่องตรวจสอบสภาพการนำไฟฟ้า



1. น้ำส้มสายชู



2. สารละลายน้ำตาลทราย



3. น้ำยาล้างห้องน้ำ



4. น้ำยาซักผ้า



5. น้ำมันพืช



6. น้ำอัดลม



7. น้ำปลา



8. นมเปรี้ยว



9. แอลกอฮอล์ล้างแผล



### อภิปรายและสรุปผลการทดลอง

จากผลการทดลองพบว่า น้ำส้มสายชูหลอดไฟสว่างเปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากน้ำเงินเป็นแดง สารละลายน้ำตาลทรายไม่เปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสและหลอดไฟไม่สว่าง น้ำยาล้างห้องน้ำเปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากแดงเป็นน้ำเงินหลอดไฟสว่าง น้ำยาซักผ้าเปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากแดงเป็นน้ำเงินหลอดไฟสว่าง น้ำมันพืชไม่เปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสและหลอดไฟไม่สว่าง น้ำอัดลมหลอดไฟสว่างเปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากน้ำเงินเป็นแดง น้ำปลาหลอดไฟสว่างแต่ไม่เปลี่ยนสีกระดาษลิตมัส นมเปรี้ยวหลอดไฟสว่างเปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากน้ำเงินเป็นแดง และแอลกอฮอล์หลอดไฟไม่สว่างและไม่เปลี่ยนสีกระดาษลิตมัส แสดงว่า น้ำส้มสายชู,น้ำอัดลม,นมเปรี้ยว มีสมบัติเป็นกรด และสามารถนำไฟฟ้าได้ ส่วนน้ำยาล้างห้องน้ำ,น้ำยาซักผ้า มีสมบัติเป็นเบสที่สามารถนำไฟฟ้าได้ สารละลายน้ำตาลทราย,แอลกอฮอล์,น้ำมันพืช มีสมบัติเป็นกลางที่ไม่สามารถนำไฟฟ้าได้ และน้ำปลามีสมบัติเป็นกลางที่สามารถนำไฟฟ้าได้

จากกิจกรรมให้นักเรียนระบุประเภทของสารเพื่อตอบข้อสงสัยของมะม่วงลงในตารางต่อไปนี้

ประเภทของสาร	ชื่อสารใกล้ตัว
1. สารที่มีสมบัติเป็นกรด	น้ำส้มสายชู , น้ำอัดลม , นมเปรี้ยว
2. สารที่มีสมบัติเป็นเบส	น้ำยาล้างห้องน้ำ , น้ำยาซักผ้า
3. สารที่มีสมบัติเป็นกลาง	สารละลายน้ำตาลทราย , น้ำมันพืช , น้ำปลา แอลกอฮอล์
4. สารละลายอินทรีย์	สารละลายน้ำตาลทราย , แอลกอฮอล์ , น้ำมันพืช
5. สารละลายอิเล็กโทรไลต์	น้ำส้มสายชู , น้ำอัดลม , นมเปรี้ยว , น้ำยาล้าง ห้องน้ำ , น้ำยาซักผ้า , น้ำปลา
6. สารละลายอิเล็กโทรไลต์ที่มีสมบัติเป็นกรด	น้ำส้มสายชู , น้ำอัดลม , นมเปรี้ยว
7. สารละลายอิเล็กโทรไลต์ที่มีสมบัติเป็นเบส	น้ำยาล้างห้องน้ำ , น้ำยาซักผ้า
8. สารละลายอิเล็กโทรไลต์ที่มีสมบัติเป็นกลาง	น้ำปลา

**คำถามท้ายกิจกรรม**

1. ถ้าใช้สมบัติของการเปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสเป็นเกณฑ์ สามารถจำแนกสารละลายได้ที่ประเภทอะไรบ้าง

**แนวการตอบ** แบ่งได้ 3 ประเภท คือ สารละลายที่มีสมบัติเป็นกรด เบส และกลาง

2. ถ้าใช้สมบัติการนำไฟฟ้าของสารละลายเป็นเกณฑ์ สามารถจำแนกสารละลายได้ที่ประเภทอะไรบ้าง

**แนวการตอบ** 2 ประเภท คือ สารละลายอิเล็กโทรไลต์ และนอนอิเล็กโทรไลต์

3. จงสรุปความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติการเปลี่ยนสีของกระดาษลิตมัส(ความเป็นกรด-เบส) และสมบัติการนำไฟฟ้าของสารละลาย(สารละลายอิเล็กโทรไลต์ และสารละลายนอนอิเล็กโทรไลต์)

**แนวการตอบ** สารที่มีสมบัติเป็นเบสจะเปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากแดงเป็นน้ำเงินและสามารถนำไฟฟ้าได้จัดเป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์ สารที่มีสมบัติเป็นกรดจะเปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากน้ำเงินเป็นแดงและสามารถนำไฟฟ้าได้จัดเป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์ สารที่เป็นกลางจะไม่เปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสหากสามารถนำไฟฟ้าได้จัดเป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์ ส่วนสารที่เป็นกลางที่ไม่เปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสหากนำไฟฟ้าไม่ได้จัดเป็นสารละลายนอนอิเล็กโทรไลต์

4. จงเขียนสมการแสดงการแตกตัวเป็นไอออนในน้ำของสารละลายต่อไปนี้

4.1 HCl

**แนวการตอบ**  $\text{HCl(aq)} \rightarrow \text{H}^+(\text{aq}) + \text{Cl}^-(\text{aq})$

4.2  $\text{CH}_3\text{COOH}$

**แนวการตอบ**  $\text{CH}_3\text{COOH(aq)} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^-(\text{aq}) + \text{H}^+(\text{aq})$

4.3 NaCl

**แนวการตอบ**  $\text{NaCl(aq)} \rightarrow \text{Na}^+(\text{aq}) + \text{Cl}^-(\text{aq})$

4.4  $\text{KNO}_3$

**แนวการตอบ**  $\text{KNO}_3(\text{aq}) \rightarrow \text{K}^+(\text{aq}) + \text{NO}_3^-(\text{aq})$

4.5 NaOH

**แนวการตอบ**  $\text{NaOH(aq)} \rightarrow \text{Na}^+(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq})$

คำถามขยายความรู้
------------------

เมื่อนำสารละลายที่มีความเข้มข้นเท่ากัน ไปทดสอบกับกระดาษลิตมัส และทดสอบการนำไฟฟ้า ได้ผลดังตาราง

สารละลาย	ทดสอบกับกระดาษลิตมัส	ทดสอบการนำไฟฟ้า
X	เปลี่ยนจากสีแดงเป็นสีน้ำเงิน	สว่างมาก
Y	ไม่เปลี่ยนสี	สว่างมาก
Z	เปลี่ยนจากสีน้ำเงินเป็นสีแดง	สว่างมาก
M	เปลี่ยนจากสีแดงเป็นสีน้ำเงิน	สว่างน้อย
N	ไม่เปลี่ยนสี	ไม่สว่าง
O	เปลี่ยนจากสีน้ำเงินเป็นสีแดง	สว่างน้อย

จงตอบคำถามต่อไปนี้

1. สารละลายใดจัดเป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์

**แนวการตอบ** สารละลาย N

2. สารละลายใดจัดเป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์ที่มีสมบัติเป็นกรด

**แนวการตอบ** สารละลาย Z และ สารละลาย O

3. สารละลายใดจัดเป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์ที่มีสมบัติเป็นเบส

**แนวการตอบ** สารละลาย X และ สารละลาย M

4. สารละลายใดจัดเป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์ที่มีสมบัติเป็นกลาง

**แนวการตอบ** สารละลาย Y

**แบบวัดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ หน่วย กรด-เบส**

กำหนดค่า  $\log$  ดังนี้  $\log 1.2 = 0.08$  ,  $\log 1.5 = 0.18$  ,  $\log 2 = 0.30$  ,  $\log 2.5 = 0.40$  ,  $\log 3 = 0.48$  ,  
 $\log 3.7 = 0.57$  ,  $\log 4 = 0.60$  ,  $\log 4.4 = 0.64$  ,  $\log 5 = 0.69$  ,  $\log 6 = 0.78$  ,  $\log 7 = 0.85$  ,  $\log 9 =$   
 $0.95$  ,  $\log 14 = 1.15$

**ตอนที่ 1 แบบวัดแนวคิดชนิดเลือกตอบ ทั้งคำตอบและเหตุผล**

1. เมื่อนำสารละลาย A, B, C และ D ที่ความเข้มข้นเท่ากัน ไปทดสอบการเปลี่ยนสีกระดาษ  
 ลิทมัสและความสามารถในการนำไฟฟ้าได้ข้อมูลดังตาราง

สารละลาย	การเปลี่ยนสีกระดาษลิทมัส	ความสว่างของหลอดไฟ
A	น้ำเงิน $\rightarrow$ แดง	สว่างมาก
B	ไม่เปลี่ยนสี	สว่างมาก
C	แดง $\rightarrow$ น้ำเงิน	สว่างน้อย
D	ไม่เปลี่ยนสี	ไม่สว่าง

ข้อความใดต่อไปนี้เป็นข้อถูกต้อง

1. A, C จัดเป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์ A มีสมบัติเป็นกรด ส่วน C เป็นเบส
2. A, B จัดเป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์แก่ ที่มีสมบัติกรด และ เบส ตามลำดับ
3. A, B จัดเป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์อ่อน และสาร D จัดเป็นนอนอิเล็กโทรไลต์
4. B, D จัดเป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์ และสาร A, C จัดเป็นสารอิเล็กโทรไลต์

เหตุผลที่ใช้ในการตอบคือ

1. สารละลายอิเล็กโทรไลต์มีสมบัติเป็นกรดและเบส
2. กรดจะเปลี่ยนสีกระดาษลิทมัสจากน้ำเงินเป็นแดง
3. กรดและเบสเป็นได้ทั้งสารอิเล็กโทรไลต์และนอนอิเล็กโทรไลต์
4. สารละลายกรดและเบสแตกตัวเป็นไอออนได้จึงเป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์
5. สารที่ไม่มีสมบัติเป็นกรดหรือเบสเป็นสารนอนอิเล็กโทรไลต์
6. อื่นๆ ( โปรดระบุ )

.....

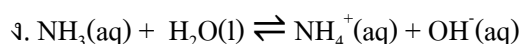
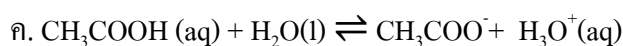
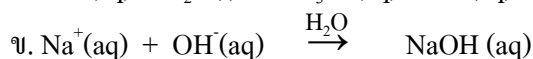
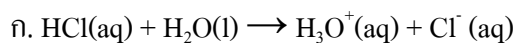
2. สารละลาย X เป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์ที่มีสมบัติเป็นเบส ส่วนสารละลาย Y เป็นสารละลาย นอนอิเล็กโทรไลต์ที่มีสมบัติเป็นกลาง ผลการทดลองในข้อใดถูกต้อง

ข้อ	การเปลี่ยนสีกระดาษลิตมัส		ความสว่างของหลอดไฟ	
	สารละลาย X	สารละลาย Y	สารละลาย X	สารละลาย Y
1.	น้ำเงิน → แดง	น้ำเงิน → แดง	สว่างมาก	สว่างปานกลาง
2.	แดง → น้ำเงิน	ไม่เปลี่ยนสี	สว่างมาก	สว่างน้อย
3.	แดง → น้ำเงิน	ไม่เปลี่ยนสี	สว่างน้อย	ไม่สว่าง
4.	ไม่เปลี่ยนสี	แดง → น้ำเงิน	ไม่สว่าง	สว่างน้อย

เหตุผลที่ใช้ในการตอบคือ

- เบสจะเปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากแดงเป็นน้ำเงินส่วนกรดจะเปลี่ยนสีกระดาษลิตมัส จากน้ำเงินเป็นแดงสารละลายอิเล็กโทรไลต์จะแตกตัวเป็นไอออนได้จึงนำไฟฟ้าได้
- เบสจะเปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากน้ำเงินเป็นแดงส่วนกรดจะเปลี่ยนสีกระดาษลิตมัส จากแดงเป็นน้ำเงินสารละลายที่แตกตัวเป็นไอออนได้ จึงนำไฟฟ้าได้จึงจัดเป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์
- กรดจะเปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากน้ำเงินเป็นแดงและสามารถแตกตัวเป็นไอออนได้
- หลอดไฟสว่างแสดงว่าสารแตกตัวในไอออนได้ซึ่งสามารถใช้เป็นตัวระบุประเภทของ สารละลายอิเล็กโทรไลต์
- กรดและเบสจะแตกตัวเป็นไอออนได้ จึงทำให้หลอดไฟสว่าง
- อื่นๆ (โปรดระบุ).....

3. จากปฏิกิริยาข้อใดที่มีสมบัติเป็น เบส และ กรด ตามลำดับ



1. ก และ ข

2. ค และ ง

3. ข และ ก

4. ง และ ค

เหตุผลที่ใช้ในการตอบคือ

1. สารละลายกรดจะแตกตัวให้อิออนบวกและเบสจะแตกตัวให้อิออนลบ
2. สารละลายกรดจะแตกตัวให้ไฮโดรเนียมไอออนและสารละลายเบสจะแตกตัวให้ไฮดรอกไซด์ไอออน
3. สารละลายกรดจะแตกตัวให้อิออนบวกเหมือนกันคือ  $H_3O^+$  แต่ไอออนลบต่างกัน
4. สารละลายเบสจะแตกตัวให้อิออนบวกต่างกันแต่ไอออนลบเหมือนกัน
5. สารละลายที่มีไฮดรอกไซด์ไอออนจะเป็นสารละลายที่มีสมบัติเป็นเบส
6. อื่นๆ (โปรดระบุ).....

4.  $PH_3(aq) + BF_3(aq) \rightarrow BF_3 \cdot PH_3(aq)$  จากสมการเป็นนิยามของใคร

1. อาร์เรเนียส
2. เบรินสเตด – ลาวรี
3. ลิวอิส
4. ทั้งเบรินสเตด – ลาวรี และ ลิวอิส

เหตุผลที่ใช้ในการตอบคือ

1. P มีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวเหลือจึงให้อิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวแก่ B ตามนิยามของลิวอิส
2.  $PH_3(aq)$  ให้  $H^+$  แก่  $BF_3$  เกิดเป็น  $BF_3 \cdot PH_3$
3. นิยามของลิวอิสไม่จำเป็นต้องละลายในน้ำ
4. นิยามของเบรินสเตด – ลาวรี จะมีคู่กรด – เบส เกิดขึ้น
5. นิยามของลิวอิส อะตอมของสารที่เป็นเบสต้องมีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวเหลือ
6. อื่นๆ (โปรดระบุ).....

5. สารในข้อใดมีสมบัติทำหน้าที่ได้ทั้งกรดและเบส

- |                    |                  |                  |                    |
|--------------------|------------------|------------------|--------------------|
| ก. $NH_4^+$        | ข. $HCO_3^-$     | ค. $H_2O$        | ง. $H_3O^+$        |
| 1. ข้อ ก. เท่านั้น | 2. ข้อ ก. และ ค. | 3. ข้อ ข. และ ค. | 4. ข้อ ข, ค และ ง. |

เหตุผลที่ใช้ตอบข้อนี้

1. เป็นสารที่มีโปรตรอน ( $H^+$ )
2. เป็นสารแอมฟิโปรติก
3. เป็นสารที่ถ่ายโอนโปรตรอนได้
4. สามารถให้โปรตรอนและรับโปรตรอนได้
5. เป็นไอออนลบ
6. อื่นๆ (โปรดระบุ).....

6. จากความสัมพันธ์ของค่าคงที่การแตกตัวของน้ำ ข้อใดต่อไปนี้ถูกต้อง

ข้อ	สารละลาย	ความเข้มข้น		ความเป็นกรด - เบส ของสารละลาย
		ไฮโดรเนียมไอออน	ไฮดรอกไซด์ไอออน	
1.	A	$5.0 \times 10^{-11}$	$2 \times 10^{-4}$	กรด
2.	B	$2.5 \times 10^{-9}$	$4 \times 10^{-6}$	เบส
3.	C	$1.0 \times 10^{-7}$	$1 \times 10^{-7}$	กรด
4.	D	$5.0 \times 10^{-9}$	$5 \times 10^{-5}$	กลาง

เหตุผลที่ใช้ตอบข้อนี้

- $[\text{H}_3\text{O}^+]$  และ  $[\text{OH}^-]$  ในสารละลายจะบอกคุณสมบัติความเป็นกรดและเบสในสารละลาย
- $[\text{H}_3\text{O}^+]$  ในสารละลายมากกว่า  $[\text{OH}^-]$  จึงแสดงคุณสมบัติเป็นกรด
- $[\text{OH}^-]$  ในสารละลายมากกว่าจะมีคุณสมบัติเป็นเบส
- $[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{OH}^-]$  ในสารละลายจะมีสมบัติเป็นกลาง
- สารละลายที่มีคุณสมบัติเป็นเบสจะมีแต่  $[\text{OH}^-]$  เท่านั้น
- อื่นๆ (โปรดระบุ).....

ตอนที่ 2 แบบวัดแนวคิดชนิดเลือกตอบ พร้อมอธิบายเหตุผลที่เลือก

1. สารในข้อใดต่อไปนี้เป็นคู่กรด - เบส ได้ถูกต้อง

- $\text{CH}_3\text{COO}^-$  เป็นคู่กรดของเบส  $\text{CH}_3\text{COOH}$
- $\text{NH}_3$  เป็นคู่เบสของกรด  $\text{NH}_4^+$
- $\text{Cl}^-$  เป็นคู่กรดของเบส  $\text{HCl}$
- $\text{Na}^+$  เป็นคู่เบสของกรด  $\text{Cl}^-$

เหตุผล .....

2. กรดอ่อน  $\text{HX}$   $2 \text{ mol/dm}^3$  ที่  $25^\circ\text{C}$  แตกตัวให้  $\text{H}_3\text{O}^+$   $0.6 \text{ mol/dm}^3$  จงคำนวณหาร้อยละการแตกตัวของกรด

- 15%
- 20%
- 25%
- 30%

เหตุผล .....

3. สารละลาย HX เข้มข้น 0.5 M ที่ 25 °C เมื่ออยู่ในภาวะสมดุลมีไฮโดรเนียมไอออนเข้มข้น  $2 \times 10^{-3}$  M จงหาค่าคงที่การแตกตัวของกรด HX

1.  $4 \times 10^{-6}$                       2.  $4 \times 10^{-3}$                       3.  $8 \times 10^{-6}$                       4.  $8 \times 10^{-3}$

เหตุผล.....

4. หากต้องการน้ำยาล้างห้องน้ำที่สามารถกำจัดคราบสกปรกได้ดีที่สุดควรเลือกน้ำยาล้างห้องน้ำที่มีส่วนผสมของกรดชนิดใดต่อไปนี้

- |       |                           |                    |                     |
|-------|---------------------------|--------------------|---------------------|
| กรด A | มีความเข้มข้นของ $H_3O^+$ | $2 \times 10^{-4}$ | mol/dm <sup>3</sup> |
| กรด B | มีความเข้มข้นของ $H_3O^+$ | $1 \times 10^{-7}$ | mol/dm <sup>3</sup> |
| กรด C | มีความเข้มข้นของ $H_3O^+$ | $5 \times 10^{-6}$ | mol/dm <sup>3</sup> |
| กรด D | มีความเข้มข้นของ $H_3O^+$ | $1 \times 10^{-4}$ | mol/dm <sup>3</sup> |

1. กรด A                      2. กรด B                      3. กรด C                      4. กรด D

เหตุผล .....

5. การกระทำในข้อใดที่ทำให้ปริมาณไฮดรอกไซด์ไอออนเพิ่มขึ้นมากที่สุด

1. เติมน้ำส้มสายชูลงในน้ำ 250 cm<sup>3</sup>
2. ฝรั่ง 1 ลูก คั้นรวมกับน้ำ 250 cm<sup>3</sup> จากนั้นกรองด้วยผ้าขาวบาง
3. น้ำอัดลมในแก้วที่มีน้ำแข็งลอยอยู่
4. นำผงฟู 10 g. ละลายในน้ำ 500 cm<sup>3</sup>

เหตุผล .....

6. สารละลาย A มีความเข้มข้น 0.0025 โมลาร์ แตกตัวให้ไฮดรอกไซด์ไอออนเข้มข้น  $2 \times 10^{-9}$  mol/dm<sup>3</sup> ข้อใดกล่าวได้ถูกต้อง

1. สารละลาย A มีสมบัติเป็นกรดอ่อนที่มีค่าเท่ากับ 8.70
2. สารละลายมี A สมบัติเป็นกรดแก่ที่มีค่าเท่ากับ 2.00
3. สารละลาย A มีสมบัติเป็นเบสแก่ที่มีค่าเท่ากับ 13.70
4. สารละลาย A มีสมบัติเป็นกรดอ่อนที่มีค่าเท่ากับ 5.30

เหตุผล .....



## 7. กำหนดอินดิเคเตอร์และช่วง pH ที่เปลี่ยนสีของอินดิเคเตอร์ดังนี้

ชนิดของอินดิเคเตอร์	สีที่เปลี่ยน	ช่วง pH ของการเปลี่ยนสี
เมดทิลเรด	แดง – เหลือง	4.2 – 6.3
ฟีนอลเรด	เหลือง – แดง	6.8 – 8.4
ฟีนอล์ฟทาลีน	ไม่มีสี – แดง	8.3 – 10.0
คองโกเรด	น้ำเงิน – แดง	3.0 – 5.0

สารละลาย A เมื่อหยดเมดทิลเรดได้สีเหลือง ฟีนอลเรดจะได้สารละลายสีเหลืองแต่เมื่อหยดฟีนอล์ฟทาลีนได้สารละลายไม่มีสี สารละลายดังกล่าวมี pH ประมาณเท่าใด

1.  $\text{pH} > 7.6$     2.  $\text{pH} < 8.3$     3.  $\text{pH} = 6.3 - 6.8$     4.  $\text{pH} = 6.3 - 8.3$

เหตุผล .....

8. แอนททดสอบ pH ของน้ำฝนซึ่งมี pH ประมาณ 6.5 ด้วยอินดิเคเตอร์จากพืช คือ ชบาซ้อน กระเจี๊ยบ และดอกอัญชัน (ม่วง) จะให้ผลการทดสอบอย่างไร

อินดิเคเตอร์จากพืช	สีที่เปลี่ยน	ช่วง pH ของการเปลี่ยนสี
ดอกอัญชัน(ม่วง)	แดง – ม่วง	1.0 – 3.0
ชบาซ้อน	แดง – เขียว	7.0 – 8.0
กระเจี๊ยบ	แดง – เขียว	6.0 – 7.0

	ชบาซ้อน	กระเจี๊ยบ	ดอกอัญชัน(ม่วง)
1.	แดง	เขียว	แดง
2.	เขียว	เหลือง	แดง
3.	แดง	เหลือง	ม่วง
4.	เขียว	แดง	ม่วง

เหตุผล .....

**ตอนที่ 3 แบบวัดแนวคิดชนิดถูก-ผิด พร้อมอธิบายเหตุผลประกอบ**

\_\_\_\_\_ 1. เบสอ่อนชนิดหนึ่งมีความเข้มข้น 0.01 M มีค่าคงที่การแตกตัวของเบสเท่ากับ  $4 \times 10^8$  จะมีร้อยละ การแตกตัวเท่ากับ 0.02

เหตุผล .....

\_\_\_\_\_ 2. แคลเซียมไฮดรอกไซด์ 1 M จะแตกตัวให้ไฮดรอกไซด์ไอออน 2 M

เหตุผล .....

\_\_\_\_\_ 3. กรดแลคติกพบในนมเปรี้ยวและในกล้ามเนื้อที่มีอาการปวดเมื่อนำมากรดแลคติก 0.1 โมลาร์ จะแตกตัวให้ ไฮโดรเนียมไอออน  $2 \times 10^{-3}$  โมลาร์ (กำหนดค่า  $K_a$  ของกรดแลคติก =  $1.4 \times 10^{-4}$ )

เหตุผล .....

\_\_\_\_\_ 4. ในน้ำทะเลจะมี  $[H_3O^+]$   $6.3 \times 10^{-9}$  M แสดงว่ามี  $[OH^-]$   $1.6 \times 10^{-6}$  M

เหตุผล .....

\_\_\_\_\_ 5. สารละลายที่มีความเข้มข้นของไฮโดรเนียมไอออน  $3.0 \times 10^{-7}$  M จะมี pH = 6.52

เหตุผล .....

\_\_\_\_\_ 6. น้ำมะเขือเทศมี pH = 4 แสดงว่ามี pOH = 10

เหตุผล .....

**กระดาษคำตอบ**

**ตอนที่ 1 แบบวัดแนวคิดชนิดเลือกตอบ ทั้งคำตอบและเหตุผล**

ข้อ	ส่วนที่ 1 ชนิดเลือกตอบ				ส่วนที่ 2 ชนิดเลือกตอบแบบเหตุผล					
	1	2	3	4	1	2	3	4	5	6 อื่นๆ.....
1.										
2.										
3.										
4.										
5.										
6.										

**ตอนที่ 2 แบบวัดแนวคิดชนิดเลือกตอบ พร้อมอธิบายเหตุผลที่เลือก**

1. ตอบ .....

เหตุผล.....  
 .....  
 .....

2. ตอบ .....

เหตุผล.....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....

3. ตอบ .....

เหตุผล.....  
 .....  
 .....



.....

.....

.....

.....

.....

8. ตอบ .....

เหตุผล.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

**ตอนที่ 3 แบบวัดแนวคิดชนิดถูก-ผิด พร้อมอธิบายเหตุผลประกอบ**

คำชี้แจง : จงใส่เครื่องหมายถูก(✓)ในข้อที่เห็นว่าถูก และเครื่องหมายผิด(x)ในข้อที่เห็นว่าผิดพร้อม  
ทั้งให้เหตุผลหรือแสดงวิธีคิด

1. \_\_\_\_\_

เหตุผล.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. \_\_\_\_\_

เหตุผล.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. \_\_\_\_\_

เหตุผล.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. \_\_\_\_\_

เหตุผล.....

.....

.....

.....

.....

.....

5. \_\_\_\_\_

เหตุผล.....

.....

.....

6. \_\_\_\_\_

เหตุผล.....

.....

.....

**แบบวัดทักษะการแก้ปัญหา**  
**ในการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐานในรายวิชาเคมี หน่วย กรด-เบส**

**คำชี้แจง**

1. แบบวัดทักษะการแก้ปัญหาชุดนี้เป็นอัตนัยซึ่งประกอบด้วยสถานการณ์และตัวคำถามให้นักเรียนตอบคำถามในขอบเขตข้อมูลหรือข้อเท็จจริงที่กำหนดให้ตามสถานการณ์เท่านั้น ในหนึ่งสถานการณ์จะประกอบด้วยข้อคำถาม 4 ข้อ นักเรียนต้องตอบให้ครบทุกข้อคำถาม ในข้อหนึ่ง ๆ จะตรวจให้คะแนนข้อละ 1 คะแนน
2. แบบทดสอบมีทั้งหมด 5 สถานการณ์ ข้อคำถามทั้งหมด 20 ข้อ ข้อละ 2 คะแนน รวม 40 คะแนน ใช้เวลา 60 นาที
3. ให้นักเรียนเขียนคำตอบให้ชัดเจนตามความคิดของนักเรียน

### สถานการณ์ที่ 1 ใช้ตอบคำถามข้อที่ 1-4

ริคาร์ตน์ ได้ทดลองในห้องเรียน เรื่อง ความสามารถในการนำไฟฟ้าของสารละลายในชีวิตประจำวัน โดยใช้เครื่องตรวจการนำไฟฟ้า และสังเกตความสว่างของหลอดไฟได้ผลการทดลองดังนี้

สารละลาย	ความสว่างของหลอดไฟ
น้ำส้มสายชู	สว่าง
น้ำจืด	สว่าง
น้ำยาปรับผ้านุ่ม	สว่าง
น้ำมันพืช	ไม่สว่าง

1. จงระบุปัญหาของสถานการณ์นี้
2. จงตั้งสมมติฐานของสถานการณ์นี้
3. จงออกแบบการทดลองของสถานการณ์นี้
4. สรุปผลการทดลองของสถานการณ์นี้ได้อย่างไร

### สถานการณ์ที่ 2 ใช้ตอบคำถามข้อที่ 1-4

ในบ่อเลี้ยงกุ้งแห่งหนึ่งเลี้ยงกุ้ง อยู่มาวันหนึ่งพบว่า กุ้ง 6 บ่อได้ตายอย่างไม่ทราบสาเหตุเหลือ 4 บ่อที่กุ้งที่ยังมีชีวิต เมื่อวัด pH ของน้ำในแต่ละบ่อพบว่า มี pH ไม่เท่ากัน จึงได้ทำการทดลองได้ผลคือ บ่อกุ้งที่มีค่าเฉลี่ย pH 7 และมากกว่า 9 กุ้งจะตายส่วนกุ้งที่รอดจะมี pH 7-8

1. จงระบุปัญหาของสถานการณ์นี้
2. จงตั้งสมมติฐานของสถานการณ์นี้
3. จงออกแบบการทดลองของสถานการณ์นี้
4. สรุปผลการทดลองของสถานการณ์นี้ได้อย่างไร



### สถานการณ์ที่ 3 ใช้ตอบคำถามข้อที่ 1-4

จากการศึกษาสมบัติของกรดพบว่ากรดโหระพาให้ไฮสอะอิดได้ แดงจึงได้นำพืชใกล้ตัว คือ น้ำส้มประด น้ำมะนาว และน้ำมะกรูดมาทดสอบความสามารถในการขัดเหรียญได้ผลดังตาราง

พืชตัวอย่าง	ค่า pH	ผลการขัดโลหะ
น้ำส้มประด	3.50	ขัดคราบดำบนเหรียญได้เล็กน้อย ยังเหลือคราบ ไม่แวววาว
น้ำมะนาว	2.02	ขัดคราบดำบนเหรียญได้ แต่ยังเหลือคราบอยู่เล็กน้อย
น้ำมะกรูด	1.87	ขัดคราบบนเหรียญได้สะอาดหมด แวววาวไม่เหลือคราบ

1. จงระบุปัญหาของสถานการณ์นี้
2. จงตั้งสมมติฐานของสถานการณ์นี้
3. จงออกแบบการทดลองของสถานการณ์นี้
4. สรุปผลการทดลองของสถานการณ์นี้ได้อย่างไร

### สถานการณ์ที่ 4 ใช้ตอบคำถามข้อที่ 1-4

ญาติศึกษาการทำกระดาษอินดิเคเตอร์จากดอกไม้โดยใช้ดอกอัญชันและดอกเฟื่องฟ้า เมื่อกระดาษอินดิเคเตอร์จากดอกอัญชัน และดอกเฟื่องฟ้าไปทดสอบสารที่มีสมบัติเป็นกรด คือกรดแอสติก ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) และสารที่มีสมบัติเป็นเบส คือ โซเดียมไฮดรอกไซด์ ( $\text{NaOH}$ ) ได้ผลการทดลองดังนี้

กระดาษอินดิเคเตอร์ธรรมชาติ	ผลการทดสอบ	
	กรดแอสติก	โซเดียมไฮดรอกไซด์
ดอกอัญชัน	แดง	เขียวแก่
ดอกเฟื่องฟ้า	ไม่เปลี่ยนสี	น้ำตาลอ่อน

1. จงระบุปัญหาของสถานการณ์นี้
2. จงตั้งสมมติฐานของสถานการณ์นี้
3. จงออกแบบการทดลองของสถานการณ์นี้
4. สรุปผลการทดลองของสถานการณ์นี้ได้อย่างไร

### สถานการณ์ที่ 5 ใช้ตอบคำถามข้อที่ 1-4

อันดาทดลองหาสมบัติความเป็นกรด-เบสของสารละลายตัวอย่างโดยใช้อินดิเคเตอร์ธรรมชาติ คือ

อินดิเคเตอร์ธรรมชาติ	ช่วงpHที่เปลี่ยนสี	สีที่เปลี่ยน
ดอกอัญชัน	1-3	แดง-ม่วง
ทองกวาว	11-12	เหลืองเขียว-แดง
ชบาซ้อน	7-8	แดง-เขียว
ดาวเรืองเหลือง	9-10	ไม่มีสี-เหลือง

เมื่อนำไปทดสอบกับสารตัวอย่างพบว่าได้ pH  $\approx$  10-11 ซึ่งมีสมบัติเป็นเบส ซึ่งได้ผลการทดลองดังนี้

อินดิเคเตอร์ธรรมชาติ	ผลการทดสอบกับสารตัวอย่าง
ดอกอัญชัน	ได้สีม่วง
ทองกวาว	สีเหลืองเขียว
ชบาซ้อน	เขียว
ดาวเรืองเหลือง	สีเหลือง

1. จงระบุปัญหาของสถานการณ์นี้
2. จงตั้งสมมติฐานของสถานการณ์นี้
3. จงออกแบบการทดลองของสถานการณ์นี้
4. สรุปผลการทดลองของสถานการณ์นี้ได้อย่างไร

### กระดาษคำตอบ

#### สถานการณ์ที่ 1

1. จงระบุปัญหาของสถานการณ์นี้

.....

.....

2. จงตั้งสมมติฐานของสถานการณ์นี้

.....

.....

3. จงออกแบบการทดลองของสถานการณ์นี้

.....

.....

.....

.....

.....

4. สรุปผลการทดลองของสถานการณ์นี้ได้อย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

#### สถานการณ์ที่ 2

1. จงระบุปัญหาของสถานการณ์นี้

.....

.....

2. จงตั้งสมมติฐานของสถานการณ์นี้

.....

.....

3. จงออกแบบการทดลองของสถานการณ์นี้

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. สรุปผลการทดลองของสถานการณ์นี้ได้อย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

**สถานการณ์ที่ 3**

1. จงระบุปัญหาของสถานการณ์นี้

.....

.....

2. จงตั้งสมมติฐานของสถานการณ์นี้

.....

.....

3. จงออกแบบการทดลองของสถานการณ์นี้

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. สรุปผลการทดลองของสถานการณ์นี้ได้อย่างไร

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

**สถานการณ์ที่ 4**

1. จงระบุปัญหาของสถานการณ์นี้

.....  
.....

2. จงตั้งสมมติฐานของสถานการณ์นี้

.....  
.....

3. จงออกแบบการทดลองของสถานการณ์นี้

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

4. สรุปผลการทดลองของสถานการณ์นี้ได้อย่างไร

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

**สถานการณ์ที่ 5**

1. จงระบุปัญหาของสถานการณ์นี้

.....  
.....

2. จงตั้งสมมติฐานของสถานการณ์นี้

.....  
.....

3. จงออกแบบการทดลองของสถานการณ์นี้

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

4. สรุปผลการทดลองของสถานการณ์นี้ได้อย่างไร

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

**แบบประเมินแบบความพึงพอใจของนักเรียน**  
**ในการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐานในรายวิชาเคมี หน่วย กรด-เบส**

คำชี้แจง ให้ทำเครื่องหมายถูก(✓) ลงในช่องระความพึงพอใจของนักเรียนเพียงระดับเดียว

ข้อ	ความคิดเห็น	ระดับความพึงพอใจ				
		5	4	3	2	1
1	กิจกรรมเสริมการจัดการเรียนรู้ มีการนำเสนอเนื้อหาได้อย่างต่อเนื่อง					
2	กิจกรรมเสริมการจัดการเรียนรู้มีการยกตัวอย่างและเข้าใจง่าย					
3	วิธีการดำเนินกิจกรรมท้าทายให้คิด น่าสนใจ					
4	นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมอย่างอิสระ					
5	กิจกรรมเสริมการจัดการเรียนรู้เปิด โอกาสนักเรียนได้ปฏิบัติจริง					
6	นักเรียนได้ใช้ความคิดอย่างอิสระ					
7	สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้จริง					
8	เวลาจัดกิจกรรมเหมาะสม ไม่น่าเบื่อ					
9	นักเรียนได้รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นในกลุ่ม					
10	เป็นกิจกรรมเสริมการจัดการเรียนรู้นอกห้องเรียน					
11	กิจกรรมเสริมการจัดการเรียนรู้สามารถทำให้นักเรียนเกิดทักษะการแก้ปัญหา					
12	กิจกรรมเสริมการจัดการเรียนรู้ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์					
13	กิจกรรมเสริมการจัดการเรียนรู้ส่งเสริมการทำงานเป็นทีม					
14	กิจกรรมเสริมการจัดการเรียนรู้สามารถฝึกให้เรียนรู้ได้ทำงานอย่างเป็นระบบ					
15	กิจกรรมเสริมการจัดการเรียนรู้ทำให้นักเรียนสนใจการเรียนมากขึ้น					

**ข้อเสนอแนะ**

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

**หมายเหตุ**

- 5 หมายถึง มีความพึงพอใจมากที่สุด
- 4 หมายถึง มีความพึงพอใจมาก
- 3 หมายถึง มีความพึงพอใจปานกลาง
- 2 หมายถึง มีความพึงพอใจน้อย
- 1 หมายถึง มีความพึงพอใจน้อยที่สุด



ภาคผนวก ง

รูปภาพแสดงการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐาน



ภาพภาคผนวก ง-1 ภาพแสดงการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐานในรายวิชาเคมี  
หน่วย กรด-เบส แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 และ 2



ภาพภาคผนวก ง-2 ภาพแสดงการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐานในรายวิชาเคมี  
หน่วย กรด-เบส แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 และ 4



ภาพภาคผนวก ง-3 ภาพแสดงการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐานในรายวิชาเคมี  
หน่วย กรด-เบส แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 และ 6