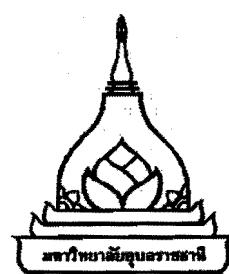




การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการแก้ปัญหา เรื่อง กรด-เบส  
โดยใช้ปัญบดีการแบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์  
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

คุณพิชญ์ ฤทธิ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต  
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์  
มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี  
พ.ศ. 2555  
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี



**ENHANCING LEARNING ACHEVEMENT AND PROBLEM  
SOLVING SKILLS OF ACID-BASE USING SCIENCE  
INQUIRY-BASED LABORATORY FOR GRADE 11 STUDENTS**

**SUPAPICH KUNTHI**

**A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS  
FOR THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE  
MAJOR IN SCIENCE EDUCATION  
FACULTY OF SCIENCE  
UBON RATCHATHANI UNIVERSITY  
YEAR 2012  
COPYRIGHT OF UBON RATCHATHANI UNIVERSITY**



ใบรับรองวิทยานิพนธ์  
มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี  
ปริญญา วิทยาศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์  
สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์

เรื่อง การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการแก้ปัญหา เรื่อง กรด-เบส  
โดยใช้ปฏิบัติการแบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕

ผู้วิจัย นางสาวศุภารัตน์ กลิช

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษา

(ดร.ศักดิ์ศรี สุกษ์ยาร)

กรรมการ

(ดร.กานต์ตระตัน วุฒิศาลา)

กรรมการ

(ดร.กุลชิตา นุกูลธรรม)

คณบดี

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จันทร์เพ็ญ อินทรประเสริฐ)

มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์ ดร.อุทิศ อินทร์ประสิทธิ์)

รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการ

ปฏิบัติราชการแทนอธิการบดี มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

ปีการศึกษา 2555

## กิตติกรรมประกาศ

การทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความอนุเคราะห์อย่างดีเยี่ยมจากอาจารย์ ดร.สักดิศรี สุภายร อาจารย์ประจำวิชาภาควิชาเคมี มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำ แก่ใน และติดตามการทำวิทยานิพนธ์นี้อย่างใกล้ชิดเสมอมา นับตั้งแต่เริ่มต้นจนสำเร็จเรียบร้อยสมบูรณ์ ผู้ทำวิจัยรู้สึกอบอุ่นและซาบซึ้งในความกรุณาของท่านเป็นอย่างยิ่ง และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณอาจารย์ภัทรราช พะเนตรรัมย์ อาจารย์วารณัน พุทธวงศ์ ที่กรุณาตรวจแก้ไข เครื่องมือ และให้คำแนะนำต่าง ๆ สำหรับการทำวิจัย

ขอขอบพระคุณสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี(สวท.) ที่ให้การสนับสนุนในการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้ และให้ทุนการศึกษาจนจบหลักสูตร

ขอขอบพระคุณผู้อำนวยการ รองผู้อำนวยการ คณบดี และนักเรียน โรงเรียนชุมพลวิทยาสารรค ที่ให้ความช่วยเหลือ และอำนวยความสะดวกแก่ผู้วิจัยในการทดลองสอน และเก็บรวบรวมข้อมูล งานเรื่องสื้นกระบวนการ

ท้ายที่สุดอนุน้อมระลึกถึงพระคุณบิดามารดา ที่เคยเป็นกำลังใจและให้การสนับสนุนในการทำวิจัยในครั้งนี้ และอนุน้อมระลึกถึงพระคุณของครู อาจารย์ทุกท่านที่ให้การอบรมสั่งสอนถ่ายทอด ความรู้ต่าง ๆ จนทำให้ผู้วิจัยประสบความสำเร็จด้วยดี และหากมีข้อบกพร่องด้วยประการใด ๆ ผู้วิจัย ขอน้อมรับด้วยความยินดียิ่ง



(นางสาวศุภกานติ์ คุณธิ)

ผู้วิจัย

## สารบัญ

	หน้า
<b>กิตติกรรมประกาศ</b>	ก
<b>บทคัดย่อภาษาไทย</b>	ข
<b>บทคัดย่อภาษาอังกฤษ</b>	ค
<b>สารบัญ</b>	ง
<b>สารบัญตาราง</b>	ฉ
<b>สารบัญภาพ</b>	ช
<b>บทที่</b>	
<b>1 บทนำ</b>	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัจจุหา	1
1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย	4
1.3 สมมติฐานของการวิจัย	4
1.4 ขอบเขตของการวิจัย	4
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	5
1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ	5
<b>2 เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง</b>	
2.1 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้	7
2.2 ความสามารถในการคิดเก็บปัจจุหา	13
2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	18
<b>3 วิธีดำเนินการวิจัย</b>	
3.1 แบบแผนการวิจัย	26
3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	26
3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล	27
3.4 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	28
3.5 ปฏิบัติการแบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ วิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส	32
3.6 การดำเนินการรวบรวมข้อมูล	37
3.7 การวิเคราะห์ข้อมูล	38

## สารบัญ (ต่อ)

หน้า

<b>4 ผลการวิจัยและอภิปรายผล</b>	
4.1 ผลการวิจัย	39
4.2 อภิปรายผล	48
<b>5 สรุปผล และข้อเสนอแนะ</b>	
5.1 สรุปผลการวิจัย	52
5.2 ข้อเสนอแนะ	54
<b>เอกสารอ้างอิง</b>	56
<b>ภาคผนวก</b>	
ก รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ	64
ข เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล	66
ค เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง	89
ง คุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล	129
<b>ประวัติผู้วิจัย</b>	138

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 คะแนน O-NET ในมาตรฐานการเรียนรู้ที่ ๓.๒ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖ โรงเรียนชุมพลวิทยาสรรค์	1
3.1 แผนการจัดการเรียนรู้ที่จัดการเรียนรู้โดยใช้ปฎิบัติการแบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ เรื่องกรด-เบส	27
3.2 การกำหนดข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง กรด-เบส	30
4.1 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง กรด-เบส จำแนกตามแผนการจัดการเรียนรู้	39
4.2 คะแนนทักษะการแก้ปัญหาเรื่อง กรด-เบส จำแนกตามทักษะการแก้ปัญหาด้านต่าง ๆ	44
4.3 ความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้ปฎิบัติการแบบสืบเสาะ ทางวิทยาศาสตร์เรื่องกรด-เบส	46
4.4 ค่าความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์กับชุดประสังค์ เรื่อง กรด-เบส	129
4.5 ค่าความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างแบบทดสอบทักษะการแก้ปัญหากับชุดประสังค์ เรื่อง กรด-เบส	130
4.6 ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) เป็นรายชื่อของแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง กรด-เบส	132
4.7 ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) เป็นรายชื่อของแบบทดสอบ วัดทักษะการแก้ปัญหา เรื่อง กรด-เบส	134

## สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 ภาพประกอบกระบวนการแก้ปัญหา	17
4.1 ร้อยละของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียน เรื่อง กรด-เบส โดยจำแนกตามเนื้อหาในแผนการจัดการเรียนรู้	41
4.2 ผลสัมฤทธิ์ทางเรียนวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนในภาคเรียนที่ 2 ประจำปีการศึกษา 2551–2554	42
4.3 ร้อยละของคะแนนทักษะการแก้ปัญหาร่อง กรด-เบส จำแนกตามทักษะ การแก้ปัญหา	45
4.4 ตัวอย่างข้อเสนอแนะของนักเรียนต่อปฏิบัติการแบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ ศูนย์โครงสร้างของฟีโนล์ฟทาลีนในสารละลายน้ำและเบส	48
ค.1 คุณสมบัติทางกายภาพของสารละลายน้ำและเบส	90

## บทคัดย่อ

**ชื่อเรื่อง :** การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการแก้ปัญหา เรื่อง กรด-เบส โดยใช้ ปฏิบัติการแบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕

**โดย :** ศุภารพิชญ์ กลิช

**ชื่อปริญญา :** วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

**สาขาวิชา :** วิทยาศาสตรศึกษา

**ประธานกรรมการที่ปรึกษา :** ดร.ศักดิ์ศรี ลูกานย์

**ศักยภาพที่สำคัญ :** ทักษะการแก้ปัญหา ปฏิบัติการแบบสืบเสาะ กรด-เบส

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะการแก้ปัญหาและ ความพึงพอใจของนักเรียนจากการจัดการเรียนรู้ด้วยปฏิบัติการแบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 7 กิจกรรม รวม 18 ชั่วโมง กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕/๑ โรงเรียนชุมพลวิทยาสรรค์ จังหวัดสุรินทร์ ภาคเรียนที่ ๒ ปีการศึกษา ๒๕๕๔ จำนวน ๓๑ คน ซึ่งได้จากการเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือ ที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูลประกอบด้วย แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบวัดทักษะการ แก้ปัญหา และแบบสอบถามวัดความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปฏิบัติการ แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ จากการวิเคราะห์ทางสถิติด้วยการทดสอบค่าที่เบนตัวอย่างไม่อิสระต่อกัน (dependent samples t-test analysis) พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยปฏิบัติการแบบสืบเสาะ ทางวิทยาศาสตร์ มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน (mean 26.14, SD 4.43) สูงกว่าก่อนเรียน (mean 10.38, SD 5.54) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และมีคะแนนทักษะการแก้ปัญหาหลังเรียน (mean 18.45, SD 3.13) สูงกว่าก่อนเรียน (mean 7.26, SD 2.30) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เช่นกัน โดยนักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยปฏิบัติการแบบสืบเสาะ ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด-เบส อยู่ในระดับ “มาก” (mean 4.10, SD 0.69)

## ABSTRACT

TITLE : ENHANCING LEARNING ACHIEVEMENT AND PROBLEM-SOLVING SKILLS OF ACID-BASE USING SCIENCE INQUIRY-LABORATORY FOR GRADE 11 STUDENTS  
BY : SUPAPICH KUNTHI  
DEGREE : MASTER DEGREE OF SCIENCE  
MAJOR : SCIENCE EDUCATION  
CHAIR : SAKSRI SUPASORN, Ph.D.

KEYWORDS : PROBLEM-SOLVING SKILLS / SCIENCE INQUIRY-LABORATORY / ACID-BASE

This study was investigate students' learning achievement, problem-solving skills, and learning satisfaction from the implementation of seven science inquiry experiments (18 hours). The purposively selected samples were 31 Students in Classroom I from Grade 11 at Chumphonwittayasan School in Surin, during the second semester of academic year 2012. The data collecting tools consisted of learning achievement test, problem-solving skills test of acid-base, and students' satisfaction evaluation of the science inquiry laboratories. Dependent sample t-test analysis indicated that the students obtained the posttest score of learning achievement (mean 26.14, SD 4.43) statistically significantly higher than the pretest score (mean 10.38, SD 5.54) at significant level of 0.05. In the same fashion, they obtained the posttest score of problem-solving skills (mean 18.45, SD 3.13) statistically significantly higher than the pretest score (mean 7.26, SD 2.30) at significant level of 0.05. Finally, they "highly satisfied" (mean 4.10, SD 0.69) with the science inquiry experiments of acid-base.

## บทที่ 1

### บทนำ

#### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งต่อการพัฒนาความคิดมนุษย์ เพราะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สามารถพัฒนาวิธีคิด ทั้งความคิดที่เป็นเหตุเป็นผล คิดอย่างสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ และคิดวิจารณ์ เสริมสร้างทักษะที่สำคัญในการศึกษาหาความรู้ และสามารถแก้ปัญหาได้อย่างเป็นระบบ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจึงเป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ ซึ่งเป็นสังคมแห่งความรู้ ดังนั้น ทุกคนต้องได้รับการพัฒนาให้มีความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจในโลก ธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างสรรค์ขึ้น (กรมวิชาการ, 2544)

โรงเรียนชุมพลวิทยาสารรค ตั้งอยู่ที่หมู่ 1 ตำบลชุมพลบุรี อำเภอชุมพลบุรี จังหวัดสุรินทร์ เป็นโรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดกลาง สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 33 สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ จากการรายงานผลการทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ประจำปีการศึกษา 2551–2553 ของนักเรียนโรงเรียนชุมพลวิทยาสารรค (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2554) พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนชุมพลวิทยาสารรค มีคะแนน O-NET ในสาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร มาตรฐานการเรียนรู้ ที่ ว 3.2 ต่ำกว่าระดับจังหวัด ระดับสังกัดเขตพื้นที่การศึกษาสุรินทร์ เขต 2 และระดับประเทศ ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบคะแนน O-NET ในปีการศึกษา 2551–2553 พบว่า คะแนน O-NET มีแนวโน้มลดลง ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1.1 คะแนน O-NET ในมาตรฐานการเรียนรู้ ที่ ว 3.2 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

ระดับ	ปีการศึกษา 2551			ปีการศึกษา 2552			ปีการศึกษา 2553		
	เต็ม	mean	SD	เต็ม	mean	SD	เต็ม	mean	SD
ระดับโรงเรียน	12	4.71	2.17	12	5.10	1.85	12	2.78	1.39
ระดับจังหวัด	12	4.76	2.15	12	5.12	1.94	12	2.95	1.46
ระดับสังกัด	12	5.13	2.39	12	5.30	2.08	12	3.16	1.65
ระดับประเทศ	12	5.15	2.41	12	5.31	2.09	12	3.17	1.66

เมื่อพิจารณาผลสัมฤทธิ์ทางเรียนวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนในภาคเรียนที่ 2 ประจำปีการศึกษา 2551-2553 พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคิดเป็นค่าเฉลี่ยร้อยละ 64.50, 65.00 และ 60.75 ตามลำดับ ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่ตั้งไว้คือร้อยละ 70 (กลุ่มบริหารงานวิชาการ โรงเรียนชุมพลวิทยาสรรค์, 2554) ซึ่งมีสาเหตุเกิดจากห้องครุภัณฑ์สอนและผู้เรียน กล่าวคือ ด้านครุภัณฑ์สอน ครุภัณฑ์ที่นักเรียนต้องหนีจากงานสอนมากทำให้การจัดการเรียนรู้ได้ไม่เต็มที่ ครุภัณฑ์สอนไม่น่าเทคโนโลยีและวิธีในการจัดการเรียนรู้ที่ใหม่ ๆ ไม่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ ส่วนใหญ่จะจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเป็นการบรรยายและให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดในหนังสือเรียน ซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่นักลอกกันมาส่ง (วิชญากร, รัตนศรี, 2554) และด้านผู้เรียน พบว่า นักเรียนขาดความสนใจและความกระตือรือร้นในการเรียน นักเรียนมีความรู้สึกวิตกกังวลเมื่อต้องเข้าเรียนวิชาเคมี หรือวิชาเคมี เพราะนักเรียนคิดว่า เป็นวิชาที่เข้าใจยาก เรียนยาก (ภักดี คันธี, 2550) จึงทำให้ขาดความสนใจในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาเคมี และส่งผลให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ เมื่อพิจารณาเนื้อหาที่สอนในภาคเรียนที่ 2 พบว่า เป็นเนื้อหาเรื่อง กรด-เบส ซึ่งเนื้อหาในบทนี้ ส่วนมาก จะเป็นการทดลอง เช่น ปฏิกรณ์ระหว่างกรดกับเบส การ ไฟเทรตกรด-เบส และการเลือกอินดิเคเตอร์ ที่เหมาะสมในการ ไฟเทรตกรด-เบส พบว่า นักเรียนทำข้อสอบได้คะแนนที่ต่ำมาก ดังนั้น การจัดการเรียนรู้จะต้องเน้นให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติกระทำการทดลองและฝึกด้วยตนเอง (ดาลาริน อับดุล沙านุ, ศักดิศรี สุภายร และอัญชลี สำราญ, 2555)

การจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเอง โดยผ่านกระบวนการคิดและปฏิบัติ และใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือ ซึ่งการจัดการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Cycle) มีขั้นตอนที่สำคัญ 5 ขั้นตอน คือ ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) ขั้นประเมินผล (Evaluation) เป็นกระบวนการการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนสืบเสาะหาความรู้ด้วยวิธีการต่าง ๆ จนทำให้นักเรียนเข้าใจอย่างมีความหมาย สามารถสร้างเป็นองค์ความรู้ของนักเรียนเองและเก็บเป็นข้อมูลไว้ในสมอง ได้อย่างยาวนาน สามารถนำมาใช้ได้เมื่อเผชิญกับสถานการณ์ใด ๆ แล้วใช้การคิดอย่างมีวิจารณญาณ ไตรตรองกับปัญหา สำรวจและค้นคว้าหาสาเหตุ จนสามารถแก้ปัญหานั้นได้ (ศักดิศรี สุภายร, 2554)

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น หรือ 5E ได้รับความนิยมและประสบผลสำเร็จในการจัดการเรียนรู้วิชาเคมี โดยเฉพาะอย่างยิ่งภาคปฏิบัติการหรือการทดลอง เนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นกระบวนการสร้างความหมายจากประสบการณ์ และปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคล ผู้เรียนได้รับและเข้าใจถึงประสบการณ์ ความรู้ความเชื่อด้วยตนเอง

และผู้เรียนมีบทบาทสำคัญในการประเมินการเรียนรู้ด้วยตนเอง นักเรียนสามารถพัฒนาคุณภาพด้วยตนเอง ทำให้เกิดความเข้าใจอย่างแท้จริง ซึ่งเป็นการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์และทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางวิทยาศาสตร์ จึงส่งผลให้นักเรียนมีผลลัพธ์ทางการเรียนสูงขึ้น (จิรันันท์ วงศ์ก้อน, 2552 ; ระหว่าง ชาติคำ และศักดิ์ศรี สุภายร, 2555 ; ยุพา คุณภาว์ และวิมล สำราญวนิช, 2550 ; ศุลาวรรณ ต่อพรหม, 2553) มีทักษะการแก้ปัญหาสูงขึ้น เพราะนักเรียนได้ลงมือปฏิบัติกรรม หรือปฏิบัติการทดลอง โดยนักเรียนเป็นผู้กำหนดปัญหา วางแผนการทดลอง เก็บรวบรวมข้อมูลและสรุปผลด้วยตนเอง ในขั้นสร้างความสนใจ นักเรียนมีอิสระศึกษาตามความสนใจ ผู้สอนเพียงกระตุ้นโดยใช้คำถาม หรือยกสถานการณ์ในชีวิตประจำวันหรือสถานการณ์การทดลองเพื่อฝึกทักษะการสังเกต ช่วยให้นักเรียนอย่างรู้ขากหัน เกิดความสนใจและสนใจที่จะหาคำตอบ ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนสามารถที่จะกำหนดปัญหาพร้อมทั้งคิดแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง (สุนิตย์ ขอนสัก, 2551 ; Nachai, S. & Vichakanalan, S., 2009)

นอกจากกระบวนการจัดการเรียนรู้แล้ว สิ่งที่สำคัญอีกประการหนึ่งก็คือ นวัตกรรมการเรียนรู้ ซึ่งเป็นเครื่องมือส่งเสริมสนับสนุนการจัดการกระบวนการเรียนรู้ ให้ผู้เรียนเข้าถึงความรู้ ทักษะกระบวนการ และคุณลักษณะตามมาตรฐานของหลักสูตร ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ผู้วิจัยได้เลือกใช้ ปฏิบัติการแบบสืบเสาะ ซึ่งเป็นการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการทดลองเป็นเครื่องมือในการสืบเสาะหาความรู้สำหรับนักเรียน เพื่อให้นักเรียนได้สร้างประสบการณ์ที่มีความหมายด้วยตนเอง ด้วยการได้ลงมือปฏิบัติก่อให้เกิดทักษะการทดลองที่เป็นการเรียนรู้ด้วยการกระทำ ทำให้นักเรียนได้รับประสบการณ์ตรงที่แท้จริง ขณะที่ผู้เรียนทำกิจกรรมการทดลองอยู่ ผู้เรียนจะมีประสบการณ์จริง และพัฒนาความคิดในการดำเนินชีวิตอย่างมีระบบ และพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อแสวงหาความรู้ใหม่ ๆ ซึ่งครูจะเป็นที่ปรึกษาให้คำแนะนำและคอยอำนวยความสะดวกแก่ผู้เรียน การใช้กิจกรรมการทดลอง มีประโยชน์ต่อผู้เรียน และผู้สอนในการส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้ คือ เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้ความรู้ความสามารถตามความถนัดของตนเอง เป็นการฝึกการคิด การตัดสินใจ ฝึกการค้นคว้าหาความรู้ใหม่ ๆ และเป็นการช่วยลดภาระการขาดแคลนบุคลากรด้านการจัดการเรียนรู้ และแก้ปัญหาความแตกต่างระหว่างบุคลลสร้างความพร้อม ความมั่นใจเป็นอย่างดี เพื่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการทดลอง เน้นผู้เรียนได้เรียนรู้ฝึกปฏิบัติจริง ทำให้ผู้เรียนเกิดประสบการณ์ด้วยตัวผู้เรียนเอง (สมจิต สารชนไพบูลย์, 2535)

จากที่กล่าวมาข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า กระบวนการสืบเสาะหาความรู้เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ทำให้ผู้เรียนมีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง โดยผ่านกระบวนการคิดเพื่อทำการเชื่อมโยงเนื้อหาในแต่ละเรื่องที่ศึกษาและนำมาจัดเป็นองค์ความรู้ใหม่สำหรับตนเอง ซึ่งประโยชน์นั้นสามารถนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันเมื่อต้องเผชิญกับปัญหาหรือสถานการณ์ต่าง ๆ ดังนั้น

ผู้ศึกษาจึงสนใจที่พัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการแก้ปัญหาร่อง กรด-เบส โดยใช้ปฎิบัติการแบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เพื่อจะทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการแก้ปัญหาสูงขึ้น และมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนวิชาเคมี อันจะช่วยส่งผลให้การสอนมีประสิทธิภาพและประสบผลสำเร็จตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

## 1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย

- 1.2.1 เพื่อศึกษาคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยปฎิบัติการแบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์
- 1.2.2 เพื่อศึกษาคะแนนทักษะการแก้ปัญหา เรื่อง กรด-เบส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยปฎิบัติการแบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์
- 1.2.3 เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยปฎิบัติการแบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์

## 1.3 สมมติฐานของการวิจัย

- 1.3.1 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนชุมพลวิทยาสรรค์ ที่เรียนด้วยปฎิบัติการแบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด-เบส มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่า ก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05
- 1.3.2 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนชุมพลวิทยาสรรค์ ที่เรียนด้วยปฎิบัติการแบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด-เบส มีคะแนนทักษะการแก้ปัญหา เรื่อง กรด-เบส หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05
- 1.3.3 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนชุมพลวิทยาสรรค์ มีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยปฎิบัติการแบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด-เบส อยู่ในระดับมาก

## 1.4 ขอบเขตของการวิจัย

### 1.4.1 ประชากร

ประชากรที่ศึกษาได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนชุมพลวิทยาสรรค์ อำเภอชุมพลบุรี จังหวัดสุรินทร์ แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ จำนวน 161 คน

#### **1.4.2 กลุ่มตัวอย่าง**

กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 โรงเรียนชุมพลวิทยาสรรค์ อำเภอชุมพลบุรี จังหวัดสุรินทร์ จำนวน 31 คน ซึ่งได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง (purposive selection) จากประชากร

#### **1.4.3 ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย**

ดำเนินการวิจัยในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2554 ใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปฏิบัติการแบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด-เบส รวม 18 ชั่วโมง ไม่รวมเวลาที่ใช้สำหรับการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

#### **1.4.4 เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย**

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยเป็นเนื้อหาวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 กระทรวงศึกษาธิการ

#### **1.4.5 ตัวแปรที่ศึกษา**

1.4.5.1 ตัวแปรต้น คือ การจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปฏิบัติการแบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด-เบส

1.4.5.2 ตัวแปรตาม คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะการแก้ปัญหา และความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยปฏิบัติการแบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด-เบส

### **1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ**

1.5.1 เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนวิชาเคมี โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E)

1.5.2 เพื่อเป็นแนวทางให้ครุและผู้ที่สนใจ นำวิธีการ เนื้อหา และผลการวิจัย ไปศึกษา และปรับปรุงในการจัดการเรียนรู้เนื้อหา เรื่อง กรด-เบส ต่อไป

1.5.3 เพื่อเป็นแนวทางสำหรับการศึกษาและพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการแก้ปัญหาในระดับต่าง ๆ ในการจัดการเรียนรู้ของครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และกลุ่มสาระการเรียนรู้อื่น ๆ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E)

### **1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ**

1.6.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Learning Achievement) หมายถึง ความสามารถของนักเรียนที่ประเมินจากคะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งเป็นข้อสอบแบบปรนัย ชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 36 ข้อ ที่ผู้วิจัยสร้างได้ขึ้น โดยวัดพฤติกรรมการเรียนรู้เชิงลึก คือ ด้านความเข้าใจ ด้านการนำไปใช้ และด้านการวิเคราะห์

**1.6.2 ปฏิบัติการแบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ (Science Inquiry-Based Laboratory)** หมายถึง ปฏิบัติการทดลองที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น เพื่อใช้ในการจัดการเรียนรู้วิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยมุ่งเน้นให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะการแก้ปัญหาสูงขึ้น และมีความพึงพอใจต่อการเรียน โดยใช้ปฏิบัติการแบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ ในระดับมาก โดยภาพรวมในบทปฏิบัติการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์จะเป็นการสืบเสาะหาความรู้ ในระดับกึ่งกลางระหว่างการสืบเสาะหาความรู้แบบนำทางกับการสืบเสาะหาความรู้แบบซึ่งแนะนำแนวทาง ซึ่งในบทปฏิบัติการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์จะเป็นการทดลองที่มุ่งให้นักเรียนมีการสืบเสาะหาความรู้เพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้ใหม่ ๆ ด้วยตนเอง

**1.6.3 ทักษะการแก้ปัญหา (Problem-Solving Skills)** หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ วิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส ซึ่งวัดจากคะแนนแบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น โดยใช้ขั้นตอนการคิดแก้ปัญหาของเวียร์ (Weir, J.J., 1974) มาสร้างเป็นเครื่องมือวัดทักษะการคิดแก้ปัญหา ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 การระบุปัญหา เป็นการวิเคราะห์ว่าปัญหาคืออะไร ต้องปัญหาหรือค้นหาปัญหาที่แท้จริงของเหตุการณ์ สามารถระบุขอบเขตของปัญหาตามสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้

ขั้นที่ 2 การวิเคราะห์ปัญหา เป็นการพิจารณาวิเคราะห์แยกแยะสาเหตุของปัญหา หรือตั้งสมมุติฐานของปัญหา

ขั้นที่ 3 การเสนอวิธีการแก้ปัญหา เป็นการคิดค้นและเสนอวิธีการแก้ปัญหาจากสาเหตุของปัญหา

ขั้นที่ 4 การตรวจสอบผลลัพธ์ เป็นการอธิบายผลที่เกิดขึ้นหลังจากการแก้ปัญหา จากสาเหตุของปัญหา

## บทที่ 2

### เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยเรื่องการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการแก้ปัญหา เรื่อง กรด-เบส โดยใช้ปฏิบัติการแบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนชุมพล วิทยาสารค์ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้

- 2.1 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
- 2.2 ความสามารถในการคิดแก้ปัญหา
- 2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### 2.1 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

##### 2.1.1 ความหมายของการสืบเสาะหาความรู้

นักการศึกษาได้ให้ความหมายของการสืบเสาะหาความรู้ไว้ ดังนี้

Good (1973) ได้อธิบายเกี่ยวกับความหมายของการสืบเสาะหาความรู้ไว้ว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นเทคนิคหรือกลวิธีอย่างหนึ่งในการจัดให้เกิดการเรียนรู้เนื้อหาบางอย่างของวิชาวิทยาศาสตร์ โดยกระตุ้นให้นักเรียนมีความอยากรู้อยากรเหมือน เสาแสวงหาความรู้โดยการถามคำถาม และพยายามค้นหาคำตอบให้พบด้วยตนเอง นอกเหนือไปนี้ยังให้ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้อีกอย่างหนึ่งว่า เป็นวิธีการเรียนโดยการแก้ปัญหาจากกิจกรรมที่จัดขึ้นและใช้วิธีการทำงานวิทยาศาสตร์ในการทำกิจกรรมซึ่งประกอบการณ์ใหม่ ๆ ที่นักเรียนเผชิญแต่ละครั้ง จะเป็นตัวกระตุ้นการคิดกับการสังเกต กับสิ่งที่สรุปพาดพิงอย่างชัดเจน ประดิษฐ์ คิดค้น ตีความหมายภายใต้สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมที่สุด การใช้วิธีการอย่างชาญฉลาดสามารถสอนได้ และสรุปอย่างมีเหตุผล

National Research Council (2000) ได้อธิบายเกี่ยวกับความหมายของการสืบเสาะหาความรู้ไว้ว่า เป็นกิจกรรมที่ผู้เรียนศึกษาพัฒนาความรู้เกี่ยวกับการค้นพบความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์

ชลสีต์ จันทาสี (2543) ได้อธิบายเกี่ยวกับความหมายของการสืบเสาะหาความรู้ไว้ว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นวิธีการที่มุ่งส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการกระแสทางความรู้ ซึ่งคุณนีหน้าที่เพียงค่อยให้ความช่วยเหลือ จัดเตรียมสภาพการณ์ และกิจกรรมที่เอื้อต่อกระบวนการที่ฝึกให้คิดหาเหตุผล สืบเสาะหาความรู้ รวมทั้งการแก้ปัญหาให้ได้

โดยใช้คำถามและสื่อการเรียนการสอนต่าง ๆ เช่น ของจริง สถานการณ์ ให้นักเรียนลงมือปฏิบัติการสำรวจ ค้นหาด้วยตนเอง บรรยายการเรียนการสอนให้นักเรียนมีอิสระในการซักถาม การอภิปราย และมีแรงเสริม อาจกล่าวได้ว่าเป็นการสอนให้นักเรียนคิดเป็น ทำเป็นและแก้ปัญหาได้นั่นเอง

**มนนัส สุดสิน (2543)** ได้อธิบายเกี่ยวกับความหมายของการสืบเสาะหาความรู้ ไว้ว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นวิธีการที่มุ่งส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้จักค้นคว้าหาความรู้ คิดและแก้ปัญหาได้ด้วยตนเองอย่างมีระบบของการคิด ใช้กระบวนการของคิดและการค้นคว้าหาความรู้ ซึ่งประกอบด้วย วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเขตติทางวิทยาศาสตร์ ครูมีหน้าที่ จัดบรรยากาศ การสอนให้อืดต่อการเรียนรู้ คิดแก้ปัญหาโดยใช้การทดลอง และอภิปรายซักถามเป็น กิจกรรมหลักในการสอน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (25548) ได้อธิบายเกี่ยวกับ ความหมายของการสืบเสาะหาความรู้ ไว้ว่า การสืบเสาะหาความรู้เป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่ใช้ ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ (Constructivism) ซึ่งกล่าวไว้ว่า เป็นกระบวนการที่นักเรียนจะต้องสืบค้น เสาหาน สำรวจตรวจสอบ และค้นคว้าด้วยวิธีการต่าง ๆ จนทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจและเกิดการ รับรู้ความรู้นี้น้อยกว่ามีความหมาย จึงจะสามารถสร้างองค์ความรู้ของนักเรียนเอง และเก็บเป็นข้อมูล ไว้ในสมอง ได้อ่ายาوانาน สามารถนำมาใช้ได้มีมีสถานการณ์ใด ๆ มาเพชญหน้า

จากความหมายของการสืบเสาะหาความรู้ที่กล่าวมาข้างต้น พอสรุปได้ว่า การสืบเสาะ หาความรู้เป็นกระบวนการหรือเทคนิคการสอนรูปแบบหนึ่งที่เน้นให้ผู้เรียนศึกษาค้นคว้าหาความรู้ ด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือเพื่อให้ได้มาซึ่งองค์ความรู้ใหม่

### 2.1.2 ระดับของการสืบเสาะหาความรู้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (25548) ได้แบ่งระดับของการสืบเสาะหาความรู้ แบ่งเป็น 4 ระดับ คือ

2.1.2.1 การสืบเสาะหาความรู้แบบยืนยัน (Confirmed Inquiry) เป็นการสืบเสาะหา ความรู้ที่ให้ผู้เรียนเป็นผู้ตรวจสอบความรู้หรือแนวคิด เพื่อยืนยันความรู้หรือแนวคิดที่ถูกค้นพบ มาแล้ว โดยครูเป็นผู้กำหนดปัญหาและค่าตอบหรือองค์ความรู้ที่คาดหวังให้ผู้เรียนค้นพบและ ให้ผู้เรียนทำกิจกรรมที่กำหนดในหนังสือหรือใบงานหรือตามที่ครูบรรยายบอกกล่าว

2.1.2.2 การสืบเสาะหาความรู้แบบนำทาง (Directed Inquiry) เป็นการสืบเสาะหา ความรู้ที่ให้ผู้เรียนค้นพบองค์ความรู้ใหม่ ด้วยตนเอง โดยครูเป็นผู้กำหนดปัญหาและสาขาระบบ หรือ อธิบายการสำรวจ ตรวจสอบ แล้วให้ผู้เรียนปฏิบัติการสำรวจตรวจสอบตามวิธีการที่กำหนด

2.1.2.3 การสืบเสาะหาความรู้แบบชี้แนะแนวทาง (Guided Inquiry) เป็นการสืบเสาะหาความรู้ที่ให้ผู้เรียนค้นพบองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเอง โดยผู้เรียนเป็นผู้กำหนดปัญหา และครูเป็นผู้ชี้แนะแนวทางการสำรวจตรวจสอบ รวมทั้งให้คำปรึกษาหรือแนะนำให้ผู้เรียนปฏิบัติการสำรวจตรวจสอบ

2.1.2.4 การสืบเสาะหาความรู้แบบเปิด (Open Inquiry) เป็นการสืบเสาะหาความรู้ที่ให้ผู้เรียนก้นพองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเอง โดยให้ผู้เรียนมีอิสระในการคิด เป็นผู้กำหนดปัญหาออกแบบ และปฏิบัติการสำรวจ ตรวจสอบด้วยตนเอง

### 2.1.3 กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน

กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน เป็นรูปแบบหนึ่งของการสืบเสาะหาความรู้ คือ การสร้างความสนใจ (Engagement) การสำรวจและค้นหา (Exploration) การอธิบาย (Explanation) การขยายความ (Elaboration) และการประเมินผล (Evaluation) ซึ่งทั้ง 5 ขั้น เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ครุยจะต้องส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักคิด มีความคิดสร้างสรรค์ให้โอกาสนักเรียนได้ใช้ความคิดของตนเองได้มากที่สุด ทั้งนี้กิจกรรมที่จะให้นักเรียนสำรวจตรวจสอบ จะต้องเนื่องโยงกับความคิดเห็น และนำไปสู่การแลกเปลี่ยนความรู้ใหม่ และได้ใช้กระบวนการและการทักษะต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์และการสืบเสาะหาความรู้

สาขาวิชาชีววิทยา สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2554)  
ได้แก่กล่าวถึงกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แต่ละขั้นตอนไว้ดังนี้

2.1.3.1 การสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจ ซึ่งอาจเกิดขึ้นจากการความสนใจของตัวนักเรียนเอง หรือเกิดจากการอภิปรายในกลุ่ม เรื่องที่น่าสนใจจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นอยู่ในช่วงเวลาหนึ่ง หรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เพิ่งเรียนรู้มาแล้วเป็นตัวกำหนดประเด็นที่จะศึกษา ในกรณีที่ยังไม่มีประเด็นใดน่าสนใจ ครูอาจจะจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์เพื่อกระตุ้น ข่าว หรือท้าทายให้นักเรียนคิดเห็น สงสัย หรือรู้ อย่างรู้อยากรู้เห็น หรือขัดแย้ง เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา การศึกษาค้นคว้า หรือการทดลอง แต่ไม่ควรบังคับให้นักเรียนยอมรับประเด็นหรือปัญหาที่ครูกำลังสอนไว้เป็นเรื่องที่จะศึกษา ซึ่งในขั้นตอนนี้ครูสามารถจัดกิจกรรมได้หลายแบบ เช่น สาธิต ทดลอง นำเสนอข้อมูล เล่าเรื่องหรือเหตุการณ์ ให้ค้นคว้าหรืออ่านเรื่อง อภิปราย หรือพูดคุย สนทนา ใช้เกม สื่อ วัสดุอุปกรณ์ สร้างสถานการณ์หรือปัญหาที่น่าสนใจ ที่น่าสนใจและปลูกใจ

2.1.3.2 การสำรวจและค้นคว้า (Exploration) นักเรียนดำเนินการสำรวจ ทดลอง ค้นหา และรวบรวมข้อมูล วางแผนกำหนดการสำรวจตรวจสอบ หรือออกแบบการทดลอง ลงมือปฏิบัติ เช่น สังเกต วัด ทดลอง รวบรวมข้อมูลข้อสนับสนุน หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ

**2.1.3.3 การอธิบาย (Explanation)** นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจและค้นหามาวิเคราะห์ แปลผล สรุปและอภิปรายพร้อมทั้งนำเสนอผลงานในรูปแบบต่าง ๆ ซึ่งอาจเป็นรูปปานกลาง แผนผัง โดยมีการอ้างอิงความรู้ประกอบให้เหตุผลสมเหตุสมผล การลงข้อสรุปถูกต้องเชื่อถือได้มีเอกสารอ้างอิงและหลักฐานชัดเจน

**2.1.3.4 การขยายความรู้ (Elaboration)** ควรจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์เพื่อให้นักเรียนมีความรู้สึกชึ้น หรือขยายกรอบความคิดกว้างขึ้นหรือเชื่อมโยงความรู้เดิมสู่ความรู้ใหม่หรือนำไปสู่การศึกษาค้นคว้า ทดลองเพิ่มขึ้น เช่น ตั้งประเด็นเพื่อให้นักเรียนชี้แจงหรือร่วมอภิปรายแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติมให้ชัดเจนยิ่งขึ้น ขั้นตอนให้นักเรียนชัดเจนหรือกระจ่างในความรู้ที่ได้หรือเชื่อมโยงความรู้ที่ได้กับความรู้เดิม นักเรียนมีส่วนรวมในกิจกรรม เช่น อธิบายและขยายความรู้เพิ่มเติมมีความละเอียดมากขึ้น ยกสถานการณ์ ตัวอย่าง อธิบายเชื่อมโยงความรู้ที่ได้เป็นระบบและลึกชึ้นยิ่งขึ้นหรือสอนบูรณาการเพิ่มขึ้น นำไปสู่ความรู้ใหม่หรือความรู้ที่ลึกชึ้นยิ่งขึ้น ประยุกต์ความรู้ที่ได้ไปใช้ในเรื่องอื่นหรือสถานการณ์อื่น ๆ หรือสร้างคำถ้าใหม่และออกแบบการสำรวจ ค้นหาและรวบรวมเพื่อนำไปสู่การสร้างความรู้ใหม่

**2.1.3.5 การประเมิน (Evaluation)** เป็นการให้นักเรียนได้ระบุสิ่งที่นักเรียนรู้ทั้งค้านกระบวนการและผลผลิต เพื่อเป็นการตรวจสอบความถูกต้องของความรู้ที่ได้ โดยให้นักเรียนได้วิเคราะห์ วิจารณ์แลกเปลี่ยนความรู้ชี้งักกันและกัน คิดพิจารณาให้รอบคอบทั้งกระบวนการและผลงาน อภิปรายประเมินปรับปรุงเพิ่มเติมและสรุป ถ้าซึ่งมีปัญหาให้ศึกษาบทวนใหม่อีกครั้ง อ้างอิงทฤษฎีหรือหลักการและเกณฑ์ เปรียบเทียบความรู้ใหม่กับความรู้เดิม

#### **2.1.4 ลักษณะของห้องเรียนที่เกิดกระบวนการสืบเสาะหาความรู้**

การจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (ชาตรี ฝ่ายคำตา, 2551) มีลักษณะสำคัญที่สามารถอธิบายได้ดังนี้

**2.1.4.1 กระตุ้นความสนใจของนักเรียนด้วยคำถ้า เชิงวิทยาศาสตร์ คำถ้า เชิงวิทยาศาสตร์จะเป็นคำถ้าที่ถูกต้องตามเกี่ยวกับวัสดุ สิ่งของ สิ่งมีชีวิตและเหตุการณ์ในธรรมชาติรอบ ๆ ตัวการถ้าคำถ้าจะนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ การเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่ออธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งโดยทั่วไปแล้ว นักวิทยาศาสตร์มักจะใช้คำถ้าสองลักษณะคือ “ทำไม” และ “อย่างไร” ยกตัวอย่าง เช่น ทำไมวัตถุถึงคงลงบนพื้นโลก ทำไมหินบางชนิดถึงมีผลึก เป็นต้น แต่ถ้าอย่างไรก็ตามนักวิทยาศาสตร์อาจจะถ้าคำถ้าที่ขึ้นต้นด้วย “ทำไม” เสมอไป ในทางตรงกันข้าม นักวิทยาศาสตร์อาจจะถ้าคำถ้าที่ขึ้นต้นด้วยคำว่า “อย่างไร” ซึ่งจะเป็นคำถ้าที่ใช้ถ้าเกี่ยวกับหน้าที่หรือกลไกของเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น เช่น แสงอาทิตย์ช่วยให้พืชเจริญเติบโต ได้อย่างไร ผลึกเกิดขึ้นได้อย่างไร นักเรียนส่วนใหญ่มักจะถ้าคำถ้า “ทำไม” และคำถ้าที่สามารถ**

เปลี่ยนไปเป็นคำตาม “อย่างไร” ได้ และคำตามนี้จะไปสู่กระบวนการสืบเสาะแสวงหาความรู้ เพราะคำตาม “อย่างไร” เป็นคำตามที่ทำให้กรอบแนวคิดมีความซับซ้อนมากขึ้น

การเรียนการสอนในห้องเรียน คำตามเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความอยากรู้ โดยคำตามอาจเกิดขึ้นจากตัวนักเรียนเอง ครู สื่อการเรียนการสอน หรือแหล่งแหล่งการเรียนรู้อื่น ๆ ครูเป็นผู้ที่มีบทบาทสำคัญในการกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำตาม คำตามด้องเป็นคำตามที่มีความหมายสำหรับนักเรียนคือ สามารถใช้การสังเกตหรือใช้ความรู้ของตนเองในการสืบเสาะแสวงหาคำตอบได้ และคำตามควรเป็นคำตามที่เหมาะสมกับระดับการพัฒนาการของนักเรียนด้วยตัวอย่างเช่น คำตามสำหรับนักเรียนในระดับประถมศึกษาอาจถามว่า ความร้อนมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของน้ำแข็งอย่างไร และคำตามสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายอาจถามว่า ความดันมีผลต่อค่าคงที่สมดุลอย่างไร สำหรับตัวอย่างที่ไม่ก่อให้เกิดการสืบเสาะแสวงหาความรู้ เช่น ทำไนนูนย์ยถึงแสดงพฤติกรรมของแม่น้ำนั้น คำตามนี้เป็นคำตามที่กว้างและไม่ซัดเจน และนักเรียนอาจตอบบนพื้นฐานวิทยาศาสตร์หรือไม่ก็ได้ เช่น อาจตอบว่า “ก็เพราะว่าเป็นธรรมชาติของนูนย์” เป็นต้น

2.1.4.2 ผู้เรียนหาหลักฐานเพื่อนำไปสู่การอธิบายคำตอบ วิทยาศาสตร์แตกต่างจากศาสตร์อื่น เพราะวิทยาศาสตร์ใช้หลักฐานเชิงประจักษ์เป็นฐานในการอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติที่เกิดขึ้น นักวิทยาศาสตร์ให้ความสำคัญกับการเก็บข้อมูลที่แม่นยำจากการสังเกต นักวิทยาศาสตร์จะได้หลักฐานจากการสังเกตและการวัด โดยนักวิทยาศาสตร์อาจจะสังเกตและวัดสิ่งที่ต่าง ๆ ที่ตนศึกษาในสถานที่ที่เป็นธรรมชาติหรือห้องทดลองก็ได้ การสังเกตและการวัดนี้อาศัยประสานสัมผัสทั้งห้าและเครื่องมือต่าง ๆ เช่น กล้องโทรทรรศน์ การใช้เครื่องมือมีจุดประสงค์เพื่อช่วยเสริมการรับรู้ของประสานสัมผัสทั้งห้า บางครั้งนักวิทยาศาสตร์อาจใช้เครื่องมือที่มนูนย์ไม่สามารถวัดได้ด้วยประสานสัมผัส เช่น เครื่องวัดที่ใช้วัดสนามแม่เหล็ก เป็นต้น บางครั้งนักวิทยาศาสตร์สามารถควบคุมสภาพที่กำลังศึกษาได้ แต่ในบางกรณีอาจไม่สามารถควบคุมได้ ดังนั้นนักวิทยาศาสตร์อาจต้องขยายเวลาในการศึกษาให้นานพอที่จะลงข้อมูลเพิ่มเติม นักวิทยาศาสตร์จะต้องทำการรวบรวมข้อมูลนี้ อาจจะทำได้โดยการตรวจสอบการวัด การสังเกตฯ หรือการเก็บรวบรวมข้อมูลที่แตกต่างกันแต่อยู่ในปรากฏการเดียวกัน

การเรียนการสอนในห้องเรียนนักเรียนใช้หลักฐานในการอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ เช่น นักเรียนสังเกตพืช สัตว์ หิน แล้วอธิบายลักษณะของสิ่งเหล่านี้ นักเรียนวัดอุณหภูมิ ระยะทาง และเวลา แล้วบันทึกข้อมูลที่ได้จากการวัด นักเรียนอาจสังเกตปฏิกิริยาเคมีแล้วคิดตามการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น อย่างไรก็ตามในบางครั้งหลักฐานที่นักเรียนได้มาอาจมาจากปรากฏสัมพันธ์ กับครู สื่อการเรียนการสอน หรือคันควาวจากเว็บไซต์ และจากแหล่งการเรียนรู้อื่น ๆ ก็ได้

**2.1.4.3 ผู้เรียนอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติจากหลักฐาน การอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ด้วยชุดนหลักของเหตุผล การอธิบายจะบอกให้ทราบถึงเหตุที่เกิดขึ้นและผลที่เกิดจากเหตุ และแสดง ความสัมพันธ์ของเหตุและผลซึ่งตั้งอยู่บนฐานของหลักฐานและการ โดยแบ่งที่มีเหตุผล การอธิบาย ต้องมีความสอดคล้องกับหลักฐานที่ได้จากการสังเกตและการทดลอง การอธิบายต้องใช้กระบวนการ การทบทวนความคิดหลายอย่างด้วยกัน เช่นการจำแนก การวิเคราะห์ การลงความเห็น และการทำนาย รวมไปถึง กระบวนการคิดอย่างมีเหตุมีผลและเป็นตรรกะ และการอธิบายเป็นวิธีการเรียนรู้อย่างหนึ่งที่เชื่อมโยง จากการสังเกตในสิ่งที่ไม่รู้หรือไม่คุ้นเคยกับสิ่งที่รู้อยู่แล้ว ดังนั้นนักเรียนสร้างความรู้ใหม่บนพื้นฐาน ความรู้เดิมของตน**

**2.1.4.4 ผู้เรียนประเมินเกี่ยวกับการอธิบายของตนเอง การประเมินเกี่ยวกับการอธิบาย เป็นลักษณะหนึ่งที่ทำให้วิทยาศาสตร์แตกต่างจากศาสตร์อื่น ๆ โดยคำนึงในการประเมินจะถามว่า หลักฐานที่ได้สนับสนุนสิ่งที่อธิบายหรือไม่ การอธิบายเพียงพอเพื่อที่จะตอบคำถามหรือไม่ มีอคติ หรือข้อบกพร่องอื่นใดหรือไม่ในการเชื่อมต่อระหว่างหลักฐานกับการอธิบาย อาจมีการอธิบายอื่น ๆ ที่มีเหตุผลหรือไม่**

การอธิบายนี้สามารถส่งเสริมให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการสนทนากับเพื่อน เปรียบเทียบผลที่ได้ และตรวจสอบผลของตนเองกับครูหรือสื่อการเรียนการสอนอื่น ๆ ซึ่งทำให้ นักเรียนทราบว่าตนเองสามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างผลกับความรู้วิทยาศาสตร์หรือไม่ และการอธิบายของนักเรียนสอดคล้องกับความรู้วิทยาศาสตร์ที่ยอมรับกันในปัจจุบันหรือไม่

**2.1.4.5 ผู้เรียนสื่อสารและให้เหตุผลในการอธิบายนักวิทยาศาสตร์ สื่อสารเพื่ออธิบาย สิ่งที่ตนศึกษาด้วยวิธีการนำเสนอผลที่ได้จากการศึกษาโดยนักวิทยาศาสตร์ต้องอ้างถึงคำถามที่ตนศึกษา อย่างชัดเจน วิธีการดำเนินการศึกษา และหลักฐานต่าง ๆ ที่ได้จากการศึกษา การอธิบายสามารถนำไป สู่การตรวจสอบและการวิจารณ์ที่ชัดเจนและทำให้นักวิทยาศาสตร์คนอื่น ๆ สามารถใช้การอธิบายนี้ ในการทำงานของตน โดยอาจใช้เป็นฐานในการตั้งคำถามใหม่ต่อไป สำหรับบรรยายภายในห้องเรียน นักเรียนก็ควรได้มีโอกาสในการร่วมแลกเปลี่ยนการอธิบายเกี่ยวกับผลการศึกษาของตนกับผู้อื่น ซึ่งทำให้นักเรียนคนอื่น ๆ มีโอกาสถามคำถาม หาหลักฐานหาเหตุผลคัดค้าน ให้คำแนะนำเกี่ยวกับการ อธิบายอื่น ๆ ที่เป็นไปได้ การแลกเปลี่ยนการอธิบายของตนกับผู้อื่นนี้สามารถนำไปสู่ความสามารถและการ เชื่อมโยงระหว่างหลักฐาน ความรู้วิทยาศาสตร์ที่มีอยู่ และการอธิบายที่นักเรียนนำเสนอ ดังนั้นนักเรียน จึงสามารถลงมติเกี่ยวกับข้อวิจารณ์ของตนและผู้อื่นได้**

## 2.2 ความสามารถในการคิดแก้ปัญหา

### 2.2.1 ความหมายของปัญหา

สุวินล เพี้ยนแก้ว (2540) ได้ให้ความหมายของปัญหาไว้ว่า เหตุการณ์หรือสถานการณ์ที่ทำให้เกิดอุปสรรคในการดำเนินงาน ซึ่งคนและสัตว์ไม่สามารถตอบสนองตามที่เคยเรียนรู้มาแล้ว ได้จำเป็นต้องศึกษาสาเหตุของปัญหานั้น ๆ และกำจัดปัญหาเหล่านั้นด้วยกระบวนการที่เหมาะสม

ทศพร เพ็งไธสง (2545) ได้ให้ความหมายของปัญหาไว้ว่า สถานการณ์ที่เกิดขึ้นและเป็นสถานการณ์ที่ขัดแย้งหรือไม่ตรงกับความต้องการของบุคคล

ปิยดา ปัญญาครร (2545) ได้ให้ความหมายของปัญหาไว้ว่า สภาพการณ์ที่ทำให้เกิดความยุ่งยากใจหรือต้องการแก้ไข

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546) ได้ให้ความหมายของปัญหาไว้ว่า สถานการณ์ เหตุการณ์ หรือสิ่งที่พนแส่วนไม่สามารถจะใช้วิธีการใดวิธีการหนึ่งแก้ปัญหาได้ทันที หรือเมื่อมีปัญหาเกิดขึ้นแล้วไม่สามารถมองเห็นแนวทางแก้ไขได้ทันที

จากการความหมายของปัญหาที่กล่าวมาข้างต้น พอกสรุปได้ว่า ปัญหาเป็นสถานการณ์ เหตุการณ์ หรือสิ่งที่พนแส่วนไม่สามารถแก้ไขสถานการณ์ เหตุการณ์นั้นได้ทันที จำเป็นต้องศึกษาสาเหตุของปัญหานั้น ๆ เพื่อหาวิธีการใดวิธีการหนึ่งที่เหมาะสมเพื่อให้ปัญหานั้นหมดไปหรือลดน้อยลง

### 2.2.2 ความหมายของการคิดแก้ปัญหา

นักการศึกษาและนักจิตวิทยา ได้ให้ความหมายของการคิดแก้ปัญหาไว้ว่า ดังนี้

บูเนอร์ และคณะ (Bouner, L.E., Bruce R.E. and Roger, L.D, 1971) ได้อธิบายเกี่ยวกับ การคิดแก้ปัญหา ไว้ว่า ดังนี้ การคิดแก้ปัญหาเป็นความสามารถในการใช้ประสบการณ์เดิมจากการเรียนรู้ ทั้งทางตรงและทางอ้อม เป็นการแสดงความรู้ ความคิดของสถานการณ์ที่เป็นปัญหาในปัจจุบัน โดยนำเสนอ จักรีบใหม่ เพื่อผลลัพธ์ที่ดีในจุดมุ่งหมายเฉพาะทาง

กู๊ด (Good, C. V, 1973) ได้แสดงความคิดเห็นว่า วิธีการทำงานวิทยาศาสตร์ก็คือ วิธีการคิดแก้ปัญหานั้นเอง กล่าวคือ การคิดแก้ปัญหาเป็นแบบแผนหรือวิธีการดำเนินการ ซึ่งอยู่ในสภาพะที่มี ความยุ่งยากและจะต้องพยายามหาข้อมูลที่มีความเกี่ยวข้องกับปัญหามีการตั้งสมมติฐานและตรวจสอบ ข้อมูลเพื่อหาความสัมพันธ์ของสมมติฐานว่าเป็นจริงหรือไม่

加耶 (Gagne, R.M, 1970) ได้ให้ความหมายเกี่ยวกับการคิดแก้ปัญหาร่วมกับรูปแบบ ของการเรียนรู้อย่างหนึ่งที่ต้องอาศัยความคิดรวบยอดเป็นฐาน การเรียนเป็นการกระทำที่มีจุดมุ่งหมายเป็น การเลือกเอาวิธีการหรือกระบวนการที่เหมาะสม เพื่อนำไปสู่จุดมุ่งหมายที่ต้องการนั้น โดยอาศัยการ หลังเห็น (Insight) ในปัญหาอย่างถ่องแท้เสียก่อนจึงจะแก้ปัญหา

รีเบอร์ (Reber, A.S, 1985) ได้ให้ความหมายเกี่ยวกับการคิดแก้ปัญหา สรุปได้ว่าเป็นกระบวนการที่อาชัยเข้าว่าปัญญาเพื่อนำไปสู่บทสรุปของปัญหานั้น ๆ

อาจารย์ ชูคง (2535) ได้อธิบายเกี่ยวกับการคิดแก้ปัญหาไว้ว่า การคิดแก้ปัญหานั้น เป็นพฤติกรรมแบบหนึ่งหรือวิธีการที่ต้องอาศัยกระบวนการคิดวิเคราะห์วิจารณ์วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ตลอดจนประสบการณ์เดิมจากการเรียนรู้ทั้งทางตรงและทางอ้อม เพื่อให้บรรลุเป้าหมายที่ต้องการ

สุวิทย์ มูลคำ (2547) ได้ให้ความหมายการคิดแก้ปัญหา คือ ความสามารถทางสมองในการจัดสภาวะความไม่สมดุลที่เกิดขึ้น โดยพยายามปรับตัวเองและสิ่งแวดล้อมให้สมด้าน กลมกลืนกันเข้าสู่สภาวะสมดุลหรือสภาวะที่คาดหวัง

ศิลา สงอาจินต์ (2551) ได้ให้ความหมายการคิดแก้ปัญหา คือ การคิดแก้ปัญหา เป็นกระบวนการทางเข้าว่าปัญญาที่อาชัยการคิดวิเคราะห์ แล้วนำมาเข้าสู่วิธีการและขั้นตอนในการแก้ปัญหา เพื่อให้บรรลุถึงจุดมุ่งหมายที่ต้องการ

สุครรัตน์ ไชยเลิศ (2553) ได้ให้ความหมายเกี่ยวกับการคิดแก้ปัญหา คือ ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาเป็นแบบหนึ่งหรือวิธีการคิดที่ต้องอาศัยความรู้ ความคิด วิธีการ ขั้นตอนที่ต้องอาศัยกระบวนการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ ตลอดจนประสบการณ์เดิมจากการเรียนรู้ทั้งทางตรงและทางอ้อมมาใช้เพื่อให้บรรลุถึงจุดมุ่งหมาย

จากแนวคิดของนักการศึกษาและนักจิตวิทยาที่กล่าวข้างต้นสรุปได้ว่า การคิดแก้ปัญหาเป็นแบบหนึ่งหรือวิธีการคิดที่ต้องอาศัยความรู้และประสบการณ์ทั้งทางตรงและทางอ้อม เพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นระบบขั้นตอนมาช่วยในการแก้ปัญหา

### **2.2.3 ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของบุคคล**

นักการศึกษาหลายท่านได้แสดงทักษะเกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถของบุคคลไว้ดังนี้

สโตลเบอร์ก (Stollburg, R.J, 1956) ได้ให้ความเห็นว่า ปัญหาที่เกิดขึ้นและวิธีการคิดแก้ปัญหานั้นแต่ละคนย่อมมีลักษณะเฉพาะเป็นเอกตบุคคล การคิดแก้ปัญหาจึงไม่เหมือนกัน การคิดแก้ปัญหาไม่มีขั้นตอนที่แน่นอนและไม่เป็นไปตามลำดับ อาจสลับก่อนหรือหลัง ซึ่งบางครั้งขั้นตอนก็ไม่มี นอกจากนี้การคิดแก้ปัญหาซึ่งขึ้นอยู่กับองค์ประกอบดังนี้

- (1) ประสบการณ์ของแต่ละบุคคล
- (2) วุฒิภาวะทางสมอง
- (3) สภาพการณ์ที่แตกต่างกัน
- (4) กิจกรรมและความสนใจของแต่ละคนที่มีต่อปัญหานั้น

สุวิมล เนื้ยวแก้ว (2540) ได้กล่าวว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาของแต่ละบุคคล แตกต่างกันไป เนื่องจาก

(1) วิธีการที่เลือกใช้ในการแก้ปัญหา

(2) สติปัญญา (Intelligence) ผู้ที่มีสติปัญญาไม่แนวโน้มที่จะแก้ปัญหาได้ดี

(3) ความรู้ อารมณ์ แรงจูงใจ ที่จะทำให้เกิดความพยายามในการแก้ปัญหา

(4) ประสบการณ์ในการแก้ปัญหานั้น ๆ

จากแนวคิดของนักการศึกษาดังกล่าวข้างต้นสรุปได้ว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาของบุคคลแตกต่างกันขึ้นอยู่กับความรู้ ประสบการณ์ วุฒิภาวะทางสมอง ความสนใจ อารมณ์ แรงจูงใจ และสภาพแวดล้อม ของแต่ละบุคคล

#### 2.2.4 ขั้นตอนในการคิดแก้ปัญหา

แนวคิดเกี่ยวกับขั้นตอนในการคิดแก้ปัญหา มีดังนี้

บรูนเนอร์ (Bruner, R.G, 1969) ได้กำหนดขั้นตอนในการคิดแก้ปัญหาไว้ 4 ขั้นตอน คือ

(1) ขั้นรู้จักปัญหา เป็นขั้นที่บุคคลรับรู้ถึงเรื่้าที่ตนกำลังเผชิญอยู่ว่าเป็นปัญหา

(2) ขั้นแสวงหาเดาเงื่อน เป็นขั้นที่บุคคลใช้ความพยายามอย่างมากในการระลึก

ถึงประสบการณ์เดิม

(3) ขั้นตรวจสอบความถูกต้อง ก่อนที่จะตอบสนองในลักษณะของการจัด ประเภทหรือแยกแยะ โครงสร้างของเนื้อหา

(4) การตัดสินตอบสนองที่สอดคล้องกับปัญหา

กิลฟอร์ด (Guilford, J.P, 1971) ได้กำหนดขั้นตอนในการคิดแก้ปัญหาไว้ 5 ขั้นตอน คือ

(1) ขั้นเตรียมการ หมายถึง ขั้นตั้งปัญหารือคืนพบว่า ปัญหาที่แท้จริงของ

เหตุการณ์อะไร

(2) ขั้นการวิเคราะห์ปัญหา หมายถึง ขั้นในการพิจารณาดูว่า มีสิ่งใดบ้างที่เป็นสาเหตุ สำคัญของปัญหา

(3) ขั้นเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา หมายถึง การหาวิธีการแก้ปัญหาซึ่งตรงกับ สาเหตุของปัญหาแล้วแสดงออกมาในรูปของวิธีการแก้ปัญหา

(4) ขั้นตรวจสอบผล หมายถึง ขั้นในการเสนอเกณฑ์เพื่อตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้ จากการเสนอวิธีการแก้ปัญหา ถ้าพบว่าผลลัพธ์ที่ได้ยังไม่ใช่ผลที่ถูกต้อง ก็ต้องมีวิธีการเสนอปัญหา ใหม่จนกว่าจะได้ผลที่ถูกต้อง

(5) ขั้นในการนำไปประยุกต์ใหม่ หมายถึง การนำวิธีการแก้ปัญหาที่ถูกต้องไปใช้ ในโอกาสข้างหน้า เมื่อพบกับเหตุการณ์ที่เป็นปัญหาค้ำยคลึงกับปัญหาที่ผ่านมา

วอลลัส (Wallas, G, 1972) ได้เสนอกระบวนการในการคิดแก้ปัญหาไว้ 4 ขั้นตอน คือ

- (1) ขั้นเตรียม เป็นขั้นที่ผู้แก้ปัญหาเลือกปัญหา รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับปัญหา เป็นความพยายามเบื้องต้นที่จะแก้ปัญหา
- (2) ขั้นฟิกตัว เป็นขั้นที่ผู้แก้ปัญหาหันมาสนใจออกไปจากปัญหาไปยังกิจกรรมอื่น ๆ
- (3) ขั้นเกิดความคิดหรือขั้นเข้าใจปัญหา ผู้แก้ปัญหาจะมีความคิด “เริ่บ” ขึ้นในสมอง
- (4) ขั้นตรวจสอบ เป็นขั้นที่ผู้แก้ปัญหาตรวจสอบคำตอบของตนว่าสามารถใช้ได้ หรือไม่

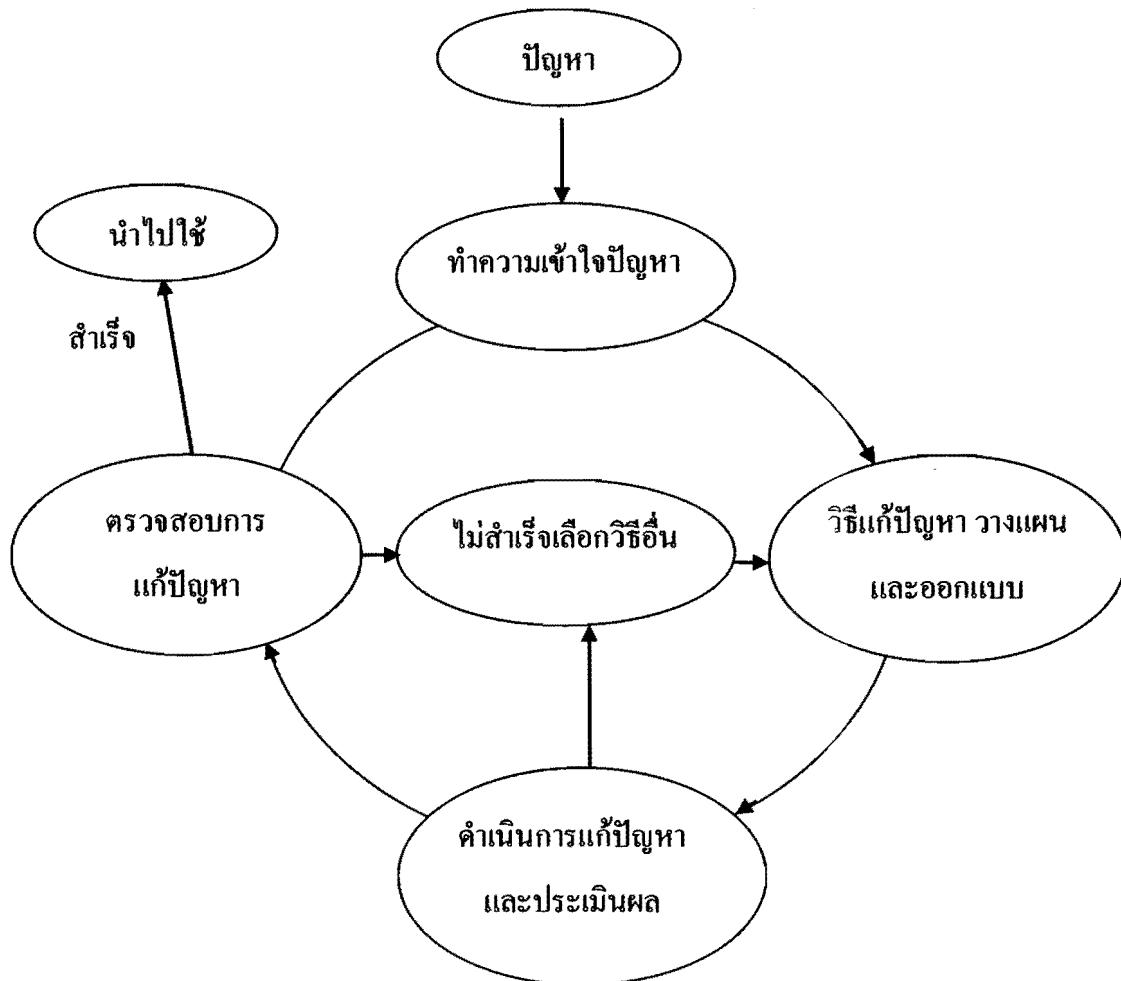
เวียร์ (Weir, J.J., 1974) ได้เสนอขั้นตอนในการคิดแก้ปัญหาไว้ 4 ขั้นตอน คือ

- (1) การระบุปัญหา เป็นการวิเคราะห์ว่าปัญหาคืออะไร ตั้งปัญหาหรือค้นหาปัญหา ที่แท้จริงของเหตุการณ์ สามารถระบุขอบเขตของปัญหาตามสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้
- (2) การวิเคราะห์ปัญหา เป็นการพิจารณาวิเคราะห์แยกแยะสาเหตุของปัญหาหรือ ตั้งสมมุติฐานของปัญหา
- (3) การเสนอวิธีการแก้ปัญหา เป็นการคิดค้นและเสนอวิธีการแก้ปัญหาจาก สาเหตุของปัญหา
- (4) การตรวจสอบผลลัพธ์ เป็นการอธิบายผลที่เกิดขึ้นหลังจากการแก้ปัญหา จากสาเหตุของปัญหา

ดิวอี้ (Dewey, 1975) ได้เสนอขั้นตอนในการคิดแก้ปัญหาไว้ 5 ขั้นตอน คือ

- (1) การกำหนดขอบเขตของปัญหา
- (2) การตั้งสมมติฐานการแก้ปัญหา
- (3) ทดลองและรวบรวมข้อมูล
- (4) การวิเคราะห์ข้อมูล
- (5) สรุปผล

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2545) กล่าวว่าการเรียน การสอนวิทยาศาสตร์มีจุดมุ่งหมาย คือ เน้นให้นักเรียนได้ฝึกคิดแก้ปัญหา โดยผ่านกระบวนการคิด อย่างเป็นระบบ ผลที่ได้จากการฝึกจะช่วยให้นักเรียนสามารถตัดสินใจแก้ปัญหาต่าง ๆ ด้วยวิธีการคิดอย่างสมเหตุสมผล โดยใช้กระบวนการ ความรู้ และทักษะต่าง ๆ และทำความเข้าใจปัญหานั้นมา ประกอบกันเพื่อเป็นข้อมูลในการแก้ปัญหา ดังภาพที่ 2.1



ภาพที่ 2.1 ภาพประกอบกระบวนการแก้ปัญหา (กรมวิชาการ, 2544)

จากภาพที่ 2.1 อธิบายความสัมพันธ์ของกระบวนการแก้ปัญหาได้ดังนี้

- (1) การทำความเข้าใจกับปัญหา ผู้แก้ปัญหาจะต้องทำความเข้าใจกับปัญหาอย่างถ่องแท้ ในประเด็นปัญหาต่าง ๆ คือ ปัญหาตามว่าอย่างไร มีข้อมูลใดแล้วบ้าง
- (2) การวางแผนแก้ปัญหา เป็นการคิดเพื่อวางแผนแก้ปัญหาโดยใช้ข้อมูลจากปัญหาที่ได้วิเคราะห์ไว้แล้วในขั้นที่ 1 ประกอบกับข้อมูลและความรู้ที่เกี่ยวข้องกับปัญหานั้นแล้ว นำมาร่างแผนการทดลอง ประกอบด้วยการตั้งสมมติฐาน กำหนดวิธีทดลองหรือตรวจสอบและอาจรวมทั้งแนวทางในการประเมินผลการแก้ปัญหา
- (3) การดำเนินการแก้ปัญหาและประเมินผล เป็นการลงมือแก้ปัญหาและประเมินว่าวิธีแก้ปัญหาและผลที่ได้ถูกต้องหรือได้ผลอย่างไร ถ้าการแก้ปัญหาถูกต้องก็ประเมินต่อไปว่าจะยอมรับเพื่อนำไปใช้แก้ปัญหาอื่น ๆ หรือไม่ ถ้าปัญหาไม่ประสบผลสำเร็จที่ต้องขอนกลับไปวางแผนแก้ปัญหาหรือขอนกลับไปทำความเข้าใจปัญหาใหม่

(4) การตรวจสอบการแก้ปัญหา เป็นการประเมินภาพรวมของการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาและการตัดสินใจ รวมทั้งนำไปประยุกต์ใช้ทั้งนี้การแก้ปัญหาใด ๆ ต้องตรวจสอบถึงผลกระทบต่อสังคมและสิ่งแวดล้อมด้วย

จากกระบวนการในการคิดแก้ปัญหาที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นว่ามีแนวคิดของนักการศึกษาหลายท่านสามารถนำมาใช้เป็นแนวทางในการแก้ปัญหาได้ สำหรับในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำขั้นตอนการคิดแก้ปัญหาของเวียร์ มาสร้างเป็นเครื่องมือวัดทักษะการคิดแก้ปัญหานี้องจากมีขั้นตอนที่ชัดเจน เข้าใจง่าย สามารถนำไปปฏิบัติได้ และมีความครอบคลุมขั้นตอนการแก้ปัญหาต่าง ๆ เหมาะสม กับความสามารถของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

### 2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### 2.3.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ในวิชาเคมี

กนกวรรณ พลอฯ (2549) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการเปรียบเทียบผลของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นการเรียนแบบร่วมมือกับการสอนแบบปกติที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาวิชาเคมี เรื่องผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี และความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนกลุ่มทดลอง สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ทั้งนี้เพื่อการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยให้วิธีสอนที่เน้นการเรียนแบบร่วมมือเป็นการฝึกให้นักเรียน ได้ร่วมกันอภิปรายในกลุ่มอย่าง เพื่อแลกเปลี่ยนความรู้ที่ได้จากการสืบเสาะหาความรู้ของแต่ละคน แล้วนำมาร่วมกันอภิปรายเพื่อ ระดมความคิดเพื่อนำเสนองานให้เพื่อน ๆ ได้รับรู้ด้วย ทำให้นักเรียน ได้แสดงออกตามความสามารถ ของแต่ละบุคคล ได้พัฒนาทักษะการคิด การใช้เหตุผล และการวิเคราะห์ ทำให้รู้จักการทำงานเป็นกลุ่ม ช่วยให้บรรยายการในห้องเรียนเป็นกันเองและสนุกสนาน

ยามีลี๊ อาญ (2550) ได้ศึกษาเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาเคมีและความสามารถในการคิดอย่างวิจารณญาณของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเรียนแผนผัง โน้มติ พบร่วมกับผลสัมฤทธิ์ในการเรียนเคมีและความสามารถในการคิด อย่างวิจารณญาณของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิจัยจัดการสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเรียนแผนผัง โน้มติ สูงกว่าก่อนเรียน ได้รับการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ทั้งนี้เพื่อการจัดการเรียนรู้ด้วยวิจัยจัดการสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเรียนแผนผัง โน้มติเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยเน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง นักเรียนมีส่วนร่วมในการปฏิบัติกรรม มีการแลกเปลี่ยนความรู้ร่วมกันและส่งเสริมให้นักเรียนสร้างความรู้ด้วยตนเองผ่านกระบวนการขั้นตอนอย่าง เป็นวัฏจักร

**อรัญญา สติติไพบูลย์ (2550)** ได้ศึกษาการพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ พนวันักเรียนมีทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านเกณฑ์การประเมินร้อยละ 70 เรื่อง ของแข็ง ของเหลว และแก๊ส คิดเป็นร้อยละ 80.00 84.00 และ 76.00 ตามลำดับ ที่เป็นเช่นนี้ เพราะผู้วิจัยได้กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจการเรียนรู้มากขึ้นด้วยสื่อเทคโนโลยีต่างๆ เช่น ของจริง รูปภาพ ขั้นการสำรวจและค้นหาผู้วิจัยมีกิจกรรมที่ให้นักเรียนทำงานเป็นกลุ่ม ซึ่งนักเรียนได้แสดงความคิดเห็น แลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน ทำให้เกิดการช่วยเหลือกันระหว่างนักเรียนที่เรียนเก่ง ปานกลาง และเรียนอ่อน ทำให้เข้าใจเนื้อหาที่เรียนมากยิ่งขึ้น นอกจากนี้นักเรียนจะมีทักษะในการสืบค้นข้อมูล โดยผ่านทางอินเตอร์เน็ต วารสาร หนังสือพิมพ์ ซึ่งต้องใช้วิจารณญาณในการพิจารณาเลือกข้อมูลที่มีข้อเท็จจริงมากที่สุด เพื่อนำข้อมูลเหล่านั้น มานำเสนอให้เพื่อน ๆ ในห้องเรียน ได้รับความรู้ด้วย นักเรียนซึ่งได้ฝึกทักษะการอภิปรายแบบการทดลอง เพื่อหาแนวทางแก้ปัญหาหรือข้อสงสัย ซึ่งการจัดกิจกรรมแบบนี้จะช่วยให้นักเรียนเกิดความสนใจสนุกสนาน กระตือรือร้น กับการเรียนตลอดเวลา ซึ่งจะส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

**ศรีบุญตาม โจนศรี และปัญมากร พิมพ์ทอง (2553)** ได้ศึกษาเกี่ยวกับผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่อง พันธะเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้วัสดุจัดการสืบเสาะหาความรู้ (SE) ร่วมกับแผนผังโน้มติ พนวันักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไป จำนวน 34 คน คิดเป็นร้อยละ 80.95 นักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ จำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 19.05 ทั้งนี้ เพราะการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัสดุจัดการสืบเสาะหาความรู้เป็นการจัดกิจกรรมที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ ส่งเสริมให้ผู้เรียนค้นพบความรู้ด้วยตนเอง นั่นคือนักเรียนสามารถเขียนโน้มติได้หลังจากเรียน จบกระบวนการเรียนรู้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ โดยนักเรียนสรุปโน้มติได้แล้วจำนวนโน้มติ ในเรื่องนี้ ๆ มาเขียนเป็นแผนผังโน้มติและหาคำชี้อ่อนระหว่างโน้มตินึงกับอีกโน้มตินึงได้ เหมาะสม มีความกระตือรือร้นในการเขียนแผนผังโน้มติ เกิดความชัดเจน คุ้มครองส่วนตัว เข้าใจง่าย ช่วยให้ประยุกต์เวลาในการอ่านหนังสือ มีความคิดสร้างสรรค์ในการสร้างผลงาน เกิดการทำงานที่ เป็นระบบ ระเบียบ มีการวางแผน และมีขั้นตอนที่คิดมากขึ้น

**รัช ยะสุคำ และศักดิศรี สุภัทร (2555)** ได้ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาทักษะการคิดเชิงวิพากษ์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พนวันักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 และมีคะแนนทักษะการคิดเชิงวิพากษ์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 เช่นเดียวกัน ทั้งนี้เนื่องจากผู้วิจัยได้จัดกิจกรรมการเรียนรู้

แบบสืบเสาะหาความรู้ควบคู่กับกิจกรรมทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) โดยสอดแทรกในขั้นการสร้างความสนใจ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดคำถาดและสนใจที่จะหาคำตอบ ซึ่งนักเรียนจะได้ดำเนินการสำรวจและค้นหาคำตอบ มีการทำหนังสตานการณ์เพื่อให้นักเรียนได้ฝึกกระบวนการคิดเชิงวิพากษ์ ในแต่ละขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ และผู้วิจัยได้กำหนดเวลาที่เหมาะสมและมีการทำหนังสตานการณ์ที่หลากหลายเพื่อให้เกิดความหลากหลายในการทำกิจกรรม

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ในวิชาเคมี พบว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทำให้ผู้เรียนมีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง โดยผ่านกระบวนการคิดเพื่อทำการเรื่อง โยงเนื้อหาในแต่ละเรื่องที่ศึกษาและนำมาจัดเป็นองค์ความรู้ใหม่ สำหรับคนมอง ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น นอกจากนี้ยังสามารถนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันเมื่อต้องเผชิญกับปัญหาหรือสถานการณ์ต่าง ๆ

### 2.3.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

พวงเพ็ญ สิงโตทอง (2548) ได้ศึกษาเกี่ยวกับผลของการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรม การสำรวจค้นหาทางวิทยาศาสตร์ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ พบร่วมกับนักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและมีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่า ก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ทั้งนี้ เพราะชุดกิจกรรมการสำรวจค้นหาทางวิทยาศาสตร์ ในแต่ละกิจกรรมจะกำหนดคำถาม ปัญหา หรือสถานการณ์เปลี่ยนใหม่ที่ท้าทาย เพื่อกระตุ้นและปลูกฝังให้นักเรียนเกิดความกระตือรือร้นและความพยายามที่จะหาคำตอบให้ได้ในที่สุด ซึ่งการฝึกให้นักเรียนรู้จักการคิดแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบนี้ สามารถพัฒนาความสามารถในการคิดของนักเรียนได้

อัมพวารักษ์บิดา (2549) ได้ศึกษาเกี่ยวกับผลของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคมต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดแก้ปัญหา และ ความพึงพอใจ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและมีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และมีความพึงพอใจ ของต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม อยู่ในระดับมาก อีกทั้งนักเรียนสามารถแสดงความรู้ได้ด้วยตนเอง สามารถวางแผนแก้ปัญหาได้อย่างมีลำดับขั้นตอน สามารถนำเสนอสิ่งที่ตนค้นพบให้ผู้อื่นเข้าใจได้ สามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน รู้จักการช่วยเหลือซึ่งกันและกันในการเรียนและการแก้ปัญหา และนักเรียนได้เรียนรู้อย่างมีความสุข ทั้งนี้ เพราะการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคมเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนได้รับประสบการณ์ตรงและเป็นผู้สร้างความรู้ขึ้นเองจากการมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม และเชื่อมโยงความรู้เดิมเข้ากับความรู้ใหม่ การจัดการเรียนรู้จะเน้นให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการ

กำหนดกิจกรรมตามความสนใจของนักเรียนแต่ละคน ทำให้นักเรียนสามารถแสดงความคิดเห็นได้ อิสระ และมีความกระตือรือร้นที่จะแสดงหาความรู้ต่างๆ ค่วยตนเอง

**ปีประชาร์ ชัยนาดา (2550)** ได้ศึกษาเกี่ยวกับความสามารถในการคิดแก้ปัญหาและ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้รูปแบบการสอนแบบ สืบเสาะหาความรู้ (SE) พบว่าจำนวนนักเรียนร้อยละ 77.14 มีคะแนนความสามารถในการคิดแก้ปัญหา ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไป และนักเรียนร้อยละ 82.86 มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 70 ขึ้นไป ทั้งนี้เนื่องจากนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (SE) ได้ปฏิบัติกรรม หรือปฏิบัติการทดลองโดยนักเรียนเป็นผู้กำหนดปัญหา วางแผนการทดลอง เก็บรวบรวมข้อมูล และ สรุปผลค่วยตนเอง ในขั้นสร้างความสนใจ นักเรียนมีอิสระในการศึกษาตามความสนใจ ผู้สอนเพียงกระตุ้น โดยใช้คำ丹 หรือยกตัวอย่างสถานการณ์ในชีวิตประจำวันหรือสถานการณ์เพื่อฝึกทักษะการสังเกต ช่วยให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น เกิดความสนใจและสนใจที่จะหาคำตอบ ซึ่งจะทำให้นักเรียน สามารถที่จะกำหนดปัญหาพร้อมทั้งคิดแก้ปัญหาได้ค่วยตนเอง

**สุนิชย์ ขอนสัก (2551)** ได้ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง เสียง สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยการเรียนรู้แบบวภูจกรรมการสืบเสาะหาความรู้ พบว่า นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาและ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไป คิดเป็นร้อยละ 93.34 เมื่อจากนักเรียนที่ได้รับ การสอนแบบวภูจกรรมการสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติกรรม หรือปฏิบัติการทดลอง โดยนักเรียนเป็นผู้กำหนดปัญหา วางแผนการทดลอง เก็บรวบรวมข้อมูลและสรุปผลค่วยตนเอง ในขั้นสร้างความสนใจ นักเรียนมีอิสระศึกษาตามความสนใจ ผู้สอนเพียงกระตุ้นโดยใช้คำ丹 หรือ ยกสถานการณ์ในชีวิตประจำวันหรือสถานการณ์เพื่อฝึกทักษะการสังเกต ช่วยให้นักเรียนเกิด ความอยากรู้อยากเห็น เกิดความสนใจและสนใจที่จะหาคำตอบ ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนสามารถที่จะ กำหนดปัญหาพร้อมทั้งคิดแก้ปัญหาได้ค่วยตนเอง

**ศิริลักษณ์ นาไชย (2553)** ได้ศึกษาเกี่ยวกับพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้กระบวนการ สืบเสาะหาความรู้ พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม คิดเป็นร้อยละ 72.72 และมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม คิดเป็นร้อยละ 72.72 ทั้งนี้เนื่องจากนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบวภูจกรรมการสืบเสาะ หาความรู้ นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติกรรม หรือปฏิบัติการทดลอง โดยนักเรียนเป็นผู้กำหนดปัญหา วางแผนการทดลอง เก็บรวบรวมข้อมูลและสรุปผลค่วยตนเอง ในขั้นสร้างความสนใจ นักเรียนมี อิสระศึกษาตามความสนใจ ผู้สอนเพียงกระตุ้นโดยใช้คำ丹 หรือยกสถานการณ์ใน

ชีวิตประจำวันหรือสาขาวิชาการทดลองเพื่อฝึกทักษะการสังเกต ช่วยให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น เกิดความสนใจที่จะหาคำตอบ ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนสามารถที่จะกำหนดปัญหาพร้อมทั้งคิด แก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง

Ebrahim (2004) ได้ศึกษาเกี่ยวกับผลการจัดการเรียนรู้แบบปกติกับการจัดการเรียนรู้ โดยใช้การสอนแบบวัสดุจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (SE) ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิทยาศาสตร์และเขตติของวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษา กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับประถมศึกษา จำนวน 111 คน จาก 4 ห้องเรียน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 56 คน เรียนแบบวัสดุจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้และกลุ่มควบคุม 55 คน เรียนแบบปกติ เป็นเวลา 4 สัปดาห์ การเก็บข้อมูลใช้แบบทดสอบวัดผล สัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์และแบบวัดเขตติของวิทยาศาสตร์ การทดลองใช้แบบก่อนเรียนและทดสอบ หลังเรียน ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนที่เรียนแบบวัสดุจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้นีมีคะแนน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเขตติต่อวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนแบบการสอนปกติ

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ พบว่า ทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนจะเพิ่มขึ้นเมื่อนักเรียนได้ลงมือปฏิบัติกรรม หรือ ปฏิบัติการทดลอง โดยนักเรียนเป็นผู้กำหนดปัญหา วางแผนการทดลอง เก็บรวบรวมข้อมูลและสรุปผลด้วยตนเอง

### 2.3.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้เรื่อง กรด-เบส

ขวัญญา ปฏิเวชิฐ (2546) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง กรด-เบส มีประสิทธิภาพ 85.33/88.50 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดคือ 80/80 และนักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 ทั้งนี้ เพราะ การจัดการเรียนรู้ด้วยบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอน ได้รับความสนใจจากนักเรียน เนื่องจากในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผู้เรียน ต้องมีปฏิสัมพันธ์กับบทเรียนตลอดเวลาอย่างต่อเนื่อง ผู้เรียนจะต้องลงมือปฏิบัติ คิดวิเคราะห์ข้อมูล หาคำตอบ และแก้ปัญหาด้วยตนเอง และในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้นักเรียนสามารถกลับไป ทบทวนเนื้อหาที่ต้องการศึกษาได้โดยไม่มีขีดจำกัด จึงทำให้เกิดการเรียนรู้ได้ดี

ชญาณาถ ช้อนพินาย (2550) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนากิจกรรมการทดลอง เรื่อง การทดสอบความเป็นกรด-เบสของสารเคมีในชีวิตประจำวัน โดยใช้อินดิเคเตอร์ในห้องถัง พบร่วม ผลการทดสอบก่อนเรียนให้ค่าเฉลี่ย 8 และผลการทดสอบหลังเรียนให้ค่าเฉลี่ย 11 จากข้อสอบ 20 ข้อ โดยมีนักเรียนจำนวน 22 คน มีผลคะแนนสอบสูงขึ้น ในขณะที่มีนักเรียนจำนวน 8 คน มีคะแนนสอบต่ำลง จากการสำรวจความพึงพอใจของผู้เรียน พบว่า มีความพึงพอใจเกี่ยวกับรูปแบบการสอน เทคนิคการสอน การมีส่วนร่วมในการทดลอง และผู้เรียนสามารถนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน ได้ อยู่ในระดับมาก

ทั้งนี้ เพราะในกิจกรรมการทดลองนี้ เป็นการนำเอาตัวอย่างที่มีในห้องถันที่มีอยู่รอบตัวมาใช้ในเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นการเรียนรู้จากสิ่งรอบตัวและนักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

ภักดี พันธ์ (2550) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่อง กรด-เบส โดยการสอนบูรณาการ พนว่า นักเรียนที่ผ่านเกณฑ์คะแนนร้อยละ 70 คิดเป็นร้อยละ 58.82 ด้านความคิดของนักเรียนต่อการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน เรื่องกรด-เบส โดยการสอนบูรณาการแบบสอดแทรกโดยภาพรวมพบว่า นักเรียนเห็นด้วยกับการสอนแบบบูรณาการ ในระดับค่อนข้างมาก ทั้งนี้ เพราะการสอนแบบนี้ เป็นรูปแบบการสอนที่ทำให้นักเรียนได้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มากขึ้นกว่าการเรียนแบบเดิม นักเรียนได้รับรู้ถึงความเกี่ยวข้องสัมพันธ์ของเรื่องที่เรียนกับเรื่องอื่น ๆ ในชีวิตประจำวัน ทำให้ผู้เรียนต้องการเรียนโดยวิธีนี้อีก เพราะเรียนง่าย สนุก อิสระ ได้แสดงออกและได้มีส่วนร่วมในทุกกิจกรรม

ดาลารีน อับดุลราฮานุ, ศักดิ์ศรี สุภायร และอัญชลี สำรา (2555) ได้ศึกษาเกี่ยวกับ การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและวิธีการทางวิทยาศาสตร์ด้วยเทคนิคการเรียนร่วมกันกับ โครงการวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด-เบส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พนว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้เนื่องจากการจัดการเรียนรู้ ด้วยเทคนิคการเรียนร่วมกัน เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการรับผิดชอบต่อตนเอง และต่อกลุ่มนี้ การอภิปรายแสดงความคิดเห็นมีเป้าหมายร่วมกัน มีการช่วยเหลือกัน ทำให้นักเรียนเก่งกว่า ได้ช่วยเหลือให้การเอาใจใส่นักเรียนที่อ่อนกว่า โดยมีความเท่าเทียมกันของคะแนนผลผลงานกลุ่มนี้ มีผลต่อสมาชิกในกลุ่มนักเรียนที่เรียนอ่อนนึ่งจึงในการเรียนมากขึ้น ล้วนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ กิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์สามารถทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น เนื่องจากนักเรียนจะได้รับ ความรู้ในเนื้อหาวิชาจากการศึกษาค้นคว้าข้อมูลในการทำโครงการ นักเรียนได้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และทักษะในการแสดงหาความรู้ มีความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้ของกระบวนการแก้ปัญหาไปใช้ในการแก้ปัญหาอื่น ๆ ได้

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ เรื่อง กรด-เบส จะเห็นได้ว่า มีการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิคที่หลากหลาย แต่ละเทคนิคต่าง ๆ ล้วนช่วยให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงขึ้น ในแต่ละเทคนิคหรือรูปแบบการจัดการเรียนรู้ต่างกันที่มีทั้งข้อดีและข้อเสีย แตกต่างกันออกໄไป ขึ้นอยู่กับบริบทของกลุ่มตัวอย่างนั้น ๆ

### 2.3.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง กรด-เบส

รุ่งระวี ศิริบุญนา�, สมบัติ ท้ายเรือคำ และอดิศักดิ์ ติงห์สีโน (2552) ได้ศึกษาเกี่ยวกับ การประเมินเพิ่มความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด-เบส และเจตคติต่อการเรียนเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการเรียนรู้

แบบวัดภูมิคุณภาพของนักเรียนที่เรียนรู้แบบ KWL และการเรียนรู้แบบปักติ พนวันักเรียนที่เรียนรู้แบบวัดภูมิคุณภาพของนักเรียนที่เรียนรู้แบบ KWL และการเรียนรู้แบบปักติ มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และเจตคติต่อการเรียนเคมีแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.05 โดยนักเรียนที่เรียนรู้แบบวัดภูมิคุณภาพของนักเรียนที่เรียนรู้แบบ KWL มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนรู้แบบ KWL และมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และเจตคติต่อการเรียนเคมี สูงกว่านักเรียนที่เรียนรู้แบบปักติ นอกจากนี้นักเรียนที่เรียนรู้แบบ KWL มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์สูงกว่านักเรียนที่เรียนรู้แบบปักติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ทั้งนี้ เพราะการเรียนรู้แบบวัดภูมิคุณภาพของนักเรียนเพื่อให้นักเรียนใช้กรอบความรู้เดิมในการจัดระเบียบสิ่งเร้าใหม่ นำไปสู่การถ่ายโอนความรู้ที่มีอยู่แล้ว และช่วยป้องกันไม่ให้เกิดแนวโน้มพิเศษ ทำให้โอกาสที่จะเกิดความรู้ใหม่ของนักเรียนถูกต้องมากขึ้น

ศูรี ผลดี และศักดิ์ศรี สุภายาร (2554) "ได้ศึกษาเกี่ยวกับการเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง กรด-เบส ด้วยชุดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ที่เชื่อมโยงกับชีวิตประจำวัน พนวันักเรียนกลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อนน้อมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่า  $p$  น้อยกว่า 0.001 ทั้งสามกลุ่ม และจากการทดสอบด้วยค่าสถิติ ANNOVA พนว่า นักเรียนกลุ่มเก่งและกลุ่มปานกลางมีคะแนนความก้าวหน้าทางผลสัมฤทธิ์สูงกว่า กลุ่มอ่อนน้อมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่า  $p$  เป็น 0.045 และ 0.044 ตามลำดับ สำหรับนักเรียนกลุ่มเก่ง มีคะแนนความก้าวหน้าทางผลสัมฤทธิ์ไม่แตกต่างจากกลุ่มปานกลาง ( $p = 0.826$ ) และจากการวิเคราะห์แบบสอบความพึงพอใจ พนวันักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ที่เชื่อมโยงกับชีวิตประจำวัน อยู่ในระดับมาก ทั้งนี้เพราะการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ที่เชื่อมโยงกับชีวิตประจำวัน เป็นกระบวนการที่ส่งเสริมให้นักเรียนมีอิสระในการค้นหาความรู้ และค้นพบความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งก็เป็นที่นิยมในสถานการณ์ค่าฯ ที่พนด้วยตนเองเป็นฝีมือทักษะกระบวนการคิดด้านต่างๆ รู้จักการทำงานอย่างเป็นระบบและส่งเสริมให้มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันระหว่างเพื่อน ทำให้ผู้เรียนเกิดความสนใจที่จะเรียนรู้ ไม่เกิดความเบื่อหน่าย สามารถเรียนรู้และเข้าใจเนื้อหาได้ด้วยตัวเอง"

Aker (2005) "ได้ศึกษาประสิทธิภาพของรูปแบบการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (SE) ที่มีต่อความเข้าใจเรื่อง กรด-เบส ของนักเรียนเกรดสิบ โดยเปรียบเทียบกับการสอนปักติ ผลการวิจัยพนวันักเรียนกลุ่มทดลองมีความเข้าใจในเนื้อหาเรื่อง กรด-เบส แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยนักเรียนมีเจตคติที่คิดต่อวิชาเคมี และมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปักติ"

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับ พนวฯ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (SE) ทำให้ผู้เรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง โดยผ่านกระบวนการคิดเพื่อทำการเชื่อมโยงเนื้อหาในแต่ละเรื่องที่ศึกษาและนำมาจัดเป็นองค์ความรู้ใหม่สำหรับคนเอง นอกจากนี้การได้ลงมือปฏิบัติ ด้วยตนเอง ยังทำให้นักเรียนเกิดความสนุกสนานในการเรียนรู้ส่งผลให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อเรียน และทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะในการแก้ปัญหาสูงขึ้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการแก้ปัญหา เรื่อง กรด-เบส โดยใช้ปฎิบัติการแบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕

## บทที่ 3

### วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัย เรื่อง การพัฒนาผลลัพธ์ทางการเรียนและทักษะการแก้ปัญหา เรื่อง กรด-เบส โดยใช้ปฏิบัติการแบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนชุมพล วิทยาสรรค์ ผู้จัดได้ดำเนินการวิจัยตามขั้นตอนดังนี้

- 3.1 แบบแผนการวิจัย
- 3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
- 3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล
- 3.4 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
- 3.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล
- 3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

#### 3.1 แบบแผนการวิจัย

ผู้จัดได้ดำเนินการวิจัยโดยใช้แบบแผนการทดลองแบบ One-Group Pretest-Posttest Design ดังแผนการวิจัยดังนี้

$$T_1 \rightarrow X \rightarrow T_2 \quad (3.1)$$

เมื่อ  $T_1$  และ  $T_2$  แทนการทดสอบก่อนและหลังใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปฏิบัติการแบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ ตามลำดับ  
 $X$  แทนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปฏิบัติการแบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์

#### 3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.2.1 ประชากร ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2554 โรงเรียนชุมพลวิทยาสรรค์ อำเภอชุมพลบุรี จังหวัดสุรินทร์ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 33 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ จำนวน 4 ห้องเรียน รวม 161 คน

3.2.2 กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 โรงเรียนชุมพลวิทยาสรรค์ อำเภอชุมพลบุรี จังหวัดสุรินทร์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2554 จำนวน 31 คน ซึ่งได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Selection) จากประชากร

### 3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

3.3.1 เครื่องมือทดลอง เครื่องมือในการทดลอง ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ที่จัดการเรียนโดยใช้ปฏิบัติการแบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ วิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 รวม 6 แผน การจัดการเรียนรู้ ใช้เวลา 18 ชั่วโมง (ตารางที่ 3.1)

ตารางที่ 3.1 แผนการจัดการเรียนรู้ที่จัดการเรียนโดยใช้ปฏิบัติการแบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด-เบส

เนื้อหา/สาระการเรียนรู้	ปฏิบัติการแบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์	ชั่วโมง
1. อินดิเคเตอร์สำหรับ กรด-เบส	- การหาค่า pH ของสารละลายด้วยอินดิเคเตอร์ สำหรับ กรด-เบส - อินดิเคเตอร์จากพืชในห้องถัง	4
2. ปฏิกิริยาของกรดหรือเบส กับสารบางชนิด	- ปฏิกิริยาระหว่าง HCl กับ Mg และ Zn - ปฏิกิริยาระหว่าง KOH กับโลหะชนิดต่าง ๆ	2
3. ปฏิกิริยาไฮโดรไลซิส	- ปฏิกิริยาไฮโดรไลซิส	2
4. การไฟเทรตกรด-เบส	- การไฟเทรตหาจุดสมมูลของปฏิกิริยากรด-เบส - การหาร้อยละของ $\text{CH}_3\text{COOH}$ ในน้ำส้มสายชู - การหาความเข้มข้นของวิตามินซีในน้ำผลไม้	5
5. อินดิเคเตอร์การไฟเทรต	- อินดิเคเตอร์สำหรับการไฟเทรตกรด-เบส	2
6. สารละลายบัฟเฟอร์	- การเปลี่ยนแปลง pH ของสารละลายบางชนิด - การเตรียมสารละลายบัฟเฟอร์	3
รวม		18

### 3.3.2 เครื่องมือในการรวมรวมข้อมูล

3.3.2.1 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส แบบเลือกตอบ ชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 36 ข้อ (เริ่มต้นสร้าง 55 ข้อ แล้วคัดเหลือ 36 ข้อ) โดยผ่านความเห็นชอบจากอาจารย์ที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญ มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) และพิจารณาค่า IOC ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป มีค่าความยากง่ายรายข้อ (p) ระหว่าง 0.20 -0.80 และมีค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบรายข้อ (r) ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป (ภาคผนวก ข.1)

3.3.2.2 แบบวัดทักษะการแก้ปัญหาเคมี เรื่อง กรด-เบส จำนวน 28 ข้อ (เริ่มต้นสร้าง 36 ข้อ แล้วคัดเหลือ 28 ข้อ) โดยผ่านความเห็นชอบจากอาจารย์ที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญ มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) และพิจารณาค่า IOC ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป มีค่าความยากง่ายรายข้อ (p) ระหว่าง 0.20 -0.80 และมีค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบรายข้อ (r) ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป (ภาคผนวก ข.3)

3.3.2.3 แบบสอบถามวัดความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปฏิบัติการแบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ ตามแบบวัดของลิกิร์ต (Likert) คำตอบของข้อความแต่ละข้อความมีทางเลือกอยู่ 5 ระดับ คือ ความพึงพอใจมากที่สุด ความพึงพอใจมาก ความพึงพอใจปานกลาง ความพึงพอใจน้อย ความพึงพอใจน้อยที่สุด การให้คะแนนคำตอบของข้อความ เป็นดังนี้ ความพึงพอใจมากที่สุด ให้ 5 คะแนน ความพึงพอใจมาก ให้ 4 คะแนน ความพึงพอใจปานกลาง ให้ 3 คะแนน ความพึงพอใจน้อย ให้ 2 คะแนน ความพึงพอใจน้อยที่สุด ให้ 1 คะแนน วิเคราะห์หากำลังจำแนก และหาค่าความเชื่อมั่น โดยใช้สูตรของกรอนบาก (Cronbach) (ภาคผนวก ข.5)

## 3.4 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

### 3.4.1 แผนการจัดการเรียนรู้ที่สอนโดยใช้ปฏิบัติการแบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์

ผู้จัดสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ที่สอนโดยใช้ปฏิบัติการแบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ ตามขั้นตอน ดังนี้

3.4.1.1 ศึกษาหลักสูตรสถานศึกษาของโรงเรียน ผลการเรียนรู้ และมาตรฐานการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์

3.4.1.2 ศึกษารายละเอียดเนื้อหาวิชาที่จะนำมาสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้การจัดการเรียน โดยใช้ปฏิบัติการแบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์

3.4.1.3 กำหนดสาระการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง กระบวนการจัดการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ในแต่ละเนื้อหาบทเรียน ให้สอดคล้องกันเวลา เพื่อนำมาใช้ในการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปฏิบัติการแบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ ที่ประกอบด้วยขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นการสร้างความสนใจ (Engagement)

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินผล (Evaluation)

3.4.1.4 เอกชนแผนการจัดการเรียนรู้ที่จัดการเรียนรู้โดยใช้ปฏิบัติการแบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 6 แผนการจัดการเรียนรู้ เวลา 18 ชั่วโมง

3.4.1.5 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความถูกต้องค้านรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ความถูกต้องของเนื้อหาความสอดคล้องของเนื้อหากับผลการเรียนรู้ ความถูกต้องของเนื้อหา กับกระบวนการจัดการเรียนรู้ และความเหมาะสมสมของเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้

3.4.1.6 ปรับปรุงแก้ไขข้อมูลพร่องของแผนการจัดการเรียนรู้ตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา แล้วให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบอีกครั้งหนึ่ง

3.4.1.7 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านการตรวจสอบแก้ไขแล้วครบถ้วนไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความถูกต้องค้านรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ความถูกต้องของเนื้อหาความสอดคล้องของเนื้อหา กับผลการเรียนรู้ ความสอดคล้องของเนื้อหา กับกระบวนการจัดการเรียนรู้ และความเหมาะสมสมของเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้

3.4.1.8 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนชุมพลวิทยาสรรค์ อำเภอชุมพลบุรี จังหวัดสุรินทร์ ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อหาแนวทางที่เหมาะสมในการปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ในด้านต่าง ๆ ดังนี้

- 1) เทคนิคการดำเนินการจัดการเรียนรู้
- 2) เวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้
- 3) การเตรียมการจัดการเรียนรู้
- 4) ภาษาที่ใช้ในการสื่อสารในห้องเรียน

3.4.1.9 ทำการแก้ไขและปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ เพื่อความเหมาะสมใน การจัดการเรียนรู้

3.4.1.10 ได้แผนการจัดการเรียนรู้ที่จะนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นกลุ่มทดลอง โดยแต่ละแผนมีรายละเอียดการจัดกิจกรรมคงต่อไปนี้

### 3.4.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง กรด-เบส

ผู้จัดมีขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดังนี้

3.4.2.1 ศึกษาวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จากเอกสารเกี่ยวกับการวัดผลประเมินผลและการสร้างข้อสอบ

3.4.2.2 ศึกษาหลักสูตรสถานศึกษาของโรงเรียน ผลการเรียนรู้ และมาตรฐานการเรียนรู้ ลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการวิเคราะห์เนื้อหาและพัฒนาระบบเรียนรู้ โดยให้ครอบคลุม 3 ด้าน คือ ด้านความเข้าใจ ด้านการนำไปใช้ และด้านการวิเคราะห์

3.4.2.3 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง กรด-เบส เป็นแบบทดสอบแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 55 ข้อ

3.4.2.4 หาค่าความตรง (Validity) ของแบบทดสอบ โดยให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน พิจารณาความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยเลือกข้อที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป

3.4.2.5 หาค่าความยาก ( $p$ ) ค่าอำนาจจำแนก ( $r$ ) ของแบบทดสอบโดยคำนึงถึงการนำแบบทดสอบที่ได้ไปปรับปรุงแก้ไขตามค่าแนะนำของผู้เชี่ยวชาญแล้วไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนชุมพลวิทยาสรรค์ อำเภอชุมพลบุรี จังหวัดสุรินทร์ จำนวน 40 คน ที่ผ่านการเรียนเรื่อง กรด-เบสแล้ว จากนั้นนำผลการตรวจคะแนนมาวิเคราะห์หาค่าความยาก โดยเลือกข้อที่มีค่าความยากระหว่าง 0.20-0.80 และหาค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ แล้วเลือกเฉพาะข้อคือที่มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป

3.4.2.6 รวบรวมแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส จำนวน 36 ข้อ แล้วจัดพิมพ์แบบทดสอบเพื่อนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป ดังแสดงในตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 การกำหนดข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง กรด-เบส

เนื้อเรื่อง	ระดับของข้อสอบ (ข้อ)				จำนวนข้อ
	ความรู้	เข้าใจ	นำไปใช้	วิเคราะห์	
1. อินดิเคเตอร์สำหรับกรด-เบส และสารละลายกรด-เบสในชีวิตประจำวันและในสิ่งมีชีวิต	-	3	1	4	8
2. ปฏิกิริยาของกรดและเบส	-	3	1	1	5
3. ปฏิกิริยาไฮโดรไลซ์	-	3	3	-	6
4. การไทยเทียบกรด-เบส	-	3	1	2	6

### ตารางที่ 3.2 การกำหนดข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง กรด-เบส (ต่อ)

เนื้อเรื่อง	ระดับของข้อสอบ (ข้อ)				จำนวนข้อ
	ความรู้	เข้าใจ	นำไปใช้	วิเคราะห์	
5. อินคิเกเตอร์สำหรับการไทยกรด-เบส	-	-	2	2	4
6. สารละลายบัพเพอฟาร์	-	3	1	3	7
รวม	-	15	9	12	36

#### 3.4.3 แบบวัดทักษะการแก้ปัญหา เรื่อง กรด-เบส

ผู้จัดได้สร้างแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาตามแนวคิดของ Weir โดยดำเนินการดังนี้

3.4.3.1 วิเคราะห์เนื้อหา โดยศึกษาทฤษฎี วิธีการสร้างเทคนิคการเขียนข้อสอบ และเอกสารที่เกี่ยวข้อง วิเคราะห์หลักสูตรสาระการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้และผลการเรียนรู้ เรื่อง กรด-เบส เพื่อใช้ในการเขียนข้อสอบวัดทักษะการแก้ปัญหา

3.4.3.2 เขียนแบบทดสอบ โดยสร้างแบบวัดทักษะการแก้ปัญหา ชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 36 ข้อ และนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้อง เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไข และคัดเลือก ข้อสอบที่มีค่าความสอดคล้องตั้งแต่ 0.5

3.4.3.3 ทดลองใช้แบบทดสอบ กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งผ่านการเรียน เรื่อง กรด-เบส มาแล้ว

3.4.3.4 นำผลการตรวจคะแนนจากข้อ 1 มาวิเคราะห์หาค่าความยาก โดยเลือกข้อที่มี ค่าความยากระหว่าง 0.20-0.80 และหาค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ แล้วเลือกเฉพาะข้อดีที่มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป

3.4.3.5 รวบรวมแบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาจำนวน 28 ข้อ แล้ว จัดพิมพ์ แบบทดสอบเพื่อนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

3.4.4 แบบสอบถามวัดความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปฏิบัติการ แบบ สืบเสาะทางวิทยาศาสตร์

ผู้จัดได้สร้างแบบวัดความพึงพอใจของผู้เรียน โดยใช้ปฏิบัติการแบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ ได้ดำเนินการสร้างตามแบบวัดของ Likert ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

3.4.4.1 ศึกษาวิธีสร้างแบบวัดความพึงพอใจ จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.4.4.2 สร้างแบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปฎิบัติการแบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด-เบส โดยมีเนื้อหาในการวัด 5 ด้าน คือ ด้านบทบาทของผู้สอน ด้านบทบาทของผู้เรียน ด้านเนื้อหา ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ด้านการวัดและประเมินผล และ ด้านประโยชน์ของผู้เรียนที่ได้รับ จำนวน 25 ข้อ ซึ่งมีระดับความพึงพอใจ 5 ระดับ คือความพึงพอใจมากที่สุด ความพึงพอใจมาก ความพึงพอใจปานกลาง ความพึงพอใจน้อย ความพึงพอใจน้อยที่สุด การให้คะแนนคำตอบของข้อความ เป็นดังนี้ ความพึงพอใจมากที่สุด ให้ 5 คะแนน ความพึงพอใจมาก ให้ 4 คะแนน ความพึงพอใจปานกลาง ให้ 3 คะแนน ความพึงพอใจน้อย ให้ 2 คะแนน ความพึงพอใจน้อยที่สุด ให้ 1 คะแนน โดยกำหนดเกณฑ์ในการแปลความหมายของคะแนนดังนี้

4.50 – 5.00 หมายถึง ความพึงพอใจในการเรียนมากที่สุด

3.50 – 4.49 หมายถึง ความพึงพอใจในการเรียนมาก

2.50 – 3.49 หมายถึง ความพึงพอใจในการเรียนปานกลาง

1.50 – 2.49 หมายถึง ความพึงพอใจในการเรียนน้อย

1.00 – 1.49 หมายถึง ความพึงพอใจในการเรียนน้อยที่สุด

3.4.4.3 นำแบบสอบถามวัดความพึงพอใจของนักเรียนที่สร้างขึ้นให้อาจารย์ที่ปรึกษา และผู้เชี่ยวชาญ ตรวจสอบภาษา ความครอบคลุมในด้านต่าง ๆ และความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาแล้ว นำมาปรับปรุงแก้ไข ตามข้อเสนอแนะ

### 3.5 ปฎิบัติการแบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ วิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส

#### 3.5.1 การจัดการเรียนรู้ เรื่อง อินดิเคเตอร์สำหรับกรด-เบส

ข้อที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ ครูให้ตัวแทนนักเรียนหยดฟีโนล์ฟทาลีน ลงในบีกเกอร์ 2 ใบ ชั่งใบที่ 1 เป็นสารละลายกรดและใบที่ 2 เป็นสารละลายเบส จากนั้นให้นักเรียนทุกคนสังเกต การเปลี่ยนสีของสารละลาย ครุตั้งคำถาม “ถ้าเปลี่ยนจากสารละลายฟีโนล์ฟทาลีนเป็นสารละลาย เมทิลอะโรนีจ์ การเปลี่ยนสีของสารละลายจะเหมือนกันหรือไม่ เพราะเหตุใด” จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับความหมายของอินดิเคเตอร์สำหรับกรด-เบส

ข้อที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันศึกษาและทำการทดลอง ในปฎิบัติการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ที่ 1 เรื่องการหาค่า pH ของสารละลายด้วยอินดิเคเตอร์สำหรับกรด-เบส

ข้อที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการทดลอง และร่วมกันอภิปรายการรายงานผลการทดลองของแต่ละกลุ่ม จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย

จนได้ข้อสรุปคือ อินดิเคเตอร์ เป็นสารที่ใช้ตรวจสอบความเป็นกรด-เบส ของสารละลายน้ำและสารประกอบที่เปลี่ยนสีได้ที่ pH เนพาะตัว สามารถนำมาใช้เป็นอินดิเคเตอร์ได้

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มยกตัวอย่างพืชในห้องถังที่สามารถนำมาเป็นอินดิเคเตอร์ และให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันศึกษาและทำการทดลองในปฏิบัติการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ที่ 2 เรื่องอินดิเคเตอร์จากพืชในห้องถัง แล้วตอบคำถานหลังการทดลอง

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินผล ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปเนื้อหาที่เรียนมา โดยครูจะสุมถานแต่ละกลุ่มแต่ไม่ได้ระบุเจาะจงนักเรียนเพื่อให้นักเรียนภายในการกลุ่มช่วยกันคิดหาคำตอบ และเมื่อนักเรียนตอบคำถานแล้ว ครูตามนักเรียนกลุ่มอื่นเกี่ยวกับคำตอบว่าเห็นด้วยหรือไม่ อย่างไรซึ่งผลปรากฏว่าทุกกลุ่มมีความคิดเห็นที่สอดคล้องกันและเป็นความคิดเห็นที่ถูกต้อง จากนั้นครูและนักเรียนจึงร่วมกันสรุปเนื้อหาที่เรียนมาและให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดเสริมประสบการณ์เพื่อเป็นการต่อยอดความรู้

### 3.5.2 การจัดการเรียนรู้ เรื่อง ปฏิกิริยาของกรดหรือเบสกับสารบางชนิด

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ ครูสาธิตการทดลอง เรื่อง ปฏิกิริยาระหว่างกรดกับเบส (สารละลายกรดไฮโคลอറิกกับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์) จากนั้นให้นักเรียนทุกคนสังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นเมื่อนำสารละลายผสมไประเหยให้แห้งด้วยเตาไฟฟ้า ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการทดลองที่เกิดขึ้นเกี่ยวกับปฏิกิริยาระหว่างกรดกับเบส ครูตั้งคำถาม “ถ้านำสารละลายกรดหรือสารละลายเบสไปทำปฏิกิริยากับสารชนิดอื่นจะได้ผลการทดลองเหมือนกันหรือไม่ อย่างไร”

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันศึกษาและทำการทดลองในปฏิบัติการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ที่ 3 เรื่องปฏิกิริยาของกรดหรือเบสกับสารบางชนิด ได้แก่สารละลาย HCl กับ Mg และ Zn และปฏิกิริยาระหว่าง KOH กับโลหะชนิดต่าง ๆ

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการทดลอง และร่วมกันอภิปรายการรายงานผลการทดลองของแต่ละกลุ่ม จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายจนได้ข้อสรุปคือกรดกับเบสทำปฏิกิริยากันจะได้เกลือกันน้ำ และหากนำสารละลายกรดทำปฏิกิริยากับโลหะจะได้เกลือกับแก๊สไฮโดรเจน

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันเขียนสมการเคมีจากปฏิกิริยาที่ครูกำหนดให้ พร้อมทั้งยกตัวอย่างปฏิกิริยาของกรดหรือเบสอื่น ๆ ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน แล้วตอบคำถานหลังการทดลอง

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินผล ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปเนื้อหาที่เรียนมา โดยครูจะใช้คำถานเพื่อนำไปสู่การสรุปเนื้อหา ครูแจกกระดาษให้กับกลุ่มละ 1 แผ่น แล้วให้เขียนคำถอนลงในกระดาษ

ที่แจกให้ ซึ่งสมาชิกในกลุ่มจะต้องช่วยกันคิดหาคำตอบ โดยครูได้ทำข้อตกลงกับนักเรียนคือกลุ่มไหนที่ได้คะแนนสูงที่สุดจะได้รับรางวัลจากครู แต่กลุ่มไหนที่ได้คะแนนต่ำที่สุดจะต้องถังอุปกรณ์การทดลองจากการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนพบว่า นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์ที่ดีต่อกันและกระตือรือร้นช่วยกันคิดหาคำตอบ จากนั้นครูให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดเสริมประสบการณ์เพื่อเป็นการต่อยอดความรู้

### 3.5.3 การจัดการเรียนรู้ เรื่อง ปฏิกิริยาไฮโดรไอลิชีส

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ ครูให้ตัวแทนนักเรียนมาเล่าประสบการณ์การผลิตเกลือของหมู่บ้านตนเอง จากนั้นครูให้ตัวแทนนักเรียนทดสอบความเป็นกรดและเบสของเกลือที่ครูเตรียมไว้ 2 ชนิด ครุตั้งคำถาม “สารละลายเกลือทั้ง 2 ชนิด มีสมบัติความเป็นกรดและเบสแตกต่างกันหรือไม่ เพราะเหตุใด” ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการทดลองที่เกิดขึ้น

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันศึกษาและทำการทดลองในปฏิกิริยาสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ที่ 4 เรื่องปฏิกิริยาไฮโดรไอลิชีส โดยให้นักเรียนเตรียมเกลือจากสารเคมีที่กำหนดให้คือ  $\text{CH}_3\text{COOH}$   $\text{HCl}$   $\text{NaOH}$  และ  $\text{NH}_3$  พร้อมทั้งออกแบบการทดลองเพื่อตรวจสอบว่าเกลือที่เตรียมสามารถละลายน้ำได้หรือไม่ และมีสมบัติอย่างไร

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและแสดงข้อสรุป นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการทดลองและร่วมกันอภิปรายการรายงานผลการทดลองของแต่ละกลุ่ม จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายจนได้ข้อสรุปคือ ปฏิกิริยาที่เกิดจากไอออนบวกหรือไอออนลบของเกลือทำปฏิกิริยา กับน้ำแล้วได้ผลิตภัณฑ์เป็นไฮโดรเนียมไฮดรอกไซด์ไฮอนเรียกว่าปฏิกิริยาไฮโดรลิชีสของเกลือ และเกลือที่ได้จากปฏิกิริยาระหว่างกรดกับเบส จำแนกตามความสามารถในการแตกตัวของกรดและเบสที่ทำปฏิกิริยา กับน้ำได้สารที่มีสมบัติทั้งเป็นกรด เป็นเบส และเป็นกลาง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของเกลือนั้นเกิดจากปฏิกิริยาระหว่างกรดและเบสชนิดใด

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาไฮโดรไอลิชีสของเกลือที่ครูกำหนดให้ พร้อมทั้งบอกรسمบัติของสารละลายเกลือว่ามีสมบัติเป็นกรดเป็นเบส หรือเป็นกลาง พร้อมทั้งอธิบายเหตุผลประกอบ แล้วตอบคำถามหลังการทดลอง

ขั้นที่ 6 ขั้นประเมินผล ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปเนื้อหาที่เรียนมา โดยครูจะสุ่มถามแต่ละกลุ่มแต่ไม่ได้ระบุเจาะจงนักเรียนเพื่อให้นักเรียนภายในกลุ่มช่วยกันคิดหาคำตอบ และเมื่อนักเรียนตอบคำถามแล้ว ครูถามนักเรียนกลุ่มอื่นเกี่ยวกับคำตอบว่าเห็นด้วยหรือไม่ อย่างไร ซึ่งผลปรากฏว่าทุกกลุ่มนิความคิดเห็นที่สอดคล้องกันและเป็นความคิดเห็นที่ถูกต้อง จากนั้นครูและนักเรียนจึงร่วมกันสรุปเนื้อหาที่เรียนมาและให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดเสริมประสบการณ์เพื่อเป็นการต่อยอดความรู้

### 3.5.4 การจัดการเรียนรู้ เรื่อง การไทยเกรตกรด-เบส

ข้อที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ ครูให้ชิมวีดีโอเกี่ยวกับการ “ไทยเกรตกรด-เบส” จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับความรู้ที่ได้จากการชิมวีดีโอ ครุตั้งค่าตาม “จุดสมมูลกับจุดยุติเห็นอกันหรือต่างกันอย่างไร” ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผล

ข้อที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันศึกษาและทำการทดลอง ในปฏิบัติการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ที่ 5 เรื่องการ “ไทยเกรตกรด-เบส” ซึ่งประกอบด้วยการ “ไทยเกรต” หาจุดสมมูลของปฏิกิริยาระหว่างกรด-เบส การหาเปอร์เซ็นต์ของ  $\text{CH}_3\text{COOH}$  ในน้ำส้มสายชูและการหาเปอร์เซ็นต์ความเข้มข้นของ  $\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_2^-$  ในน้ำผลไม้

ข้อที่ 3 ขั้นอธิบายและแสดงข้อสรุป นักเรียนแต่ละกลุ่มน้ำเสนอผลการทดลอง และร่วมกันอภิปรายการรายงานผลการทดลองของแต่ละกลุ่ม จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายจนได้ข้อสรุปคือ การ “ไทยเกรตกรด-เบส” เป็นการวิเคราะห์หาปริมาณกรดหรือเบสที่ไม่ทราบความเข้มข้น โดยให้ทำปฏิกิริยาเพื่อกับสารละลายน้ำตราชูนกรดหรือเบสที่ทราบความเข้มข้นที่จุดสมมูล จากนั้นวัดปริมาตรของสารละลายน้ำทั้งสองที่ทำปฏิกิริยา กันแล้วนำไปคำนวณหาความเข้มข้นของสารละลายน้ำกรดหรือเบสนั้น และสิ่งที่สำคัญคือการเลือกใช้อินดิเคเตอร์ในการ “ไทยเกรต” จะต้องมีความเหมาะสมโดยคำนึงถึงค่า pH ที่จุดยุติเป็นเกณฑ์

ข้อที่ 4 ขั้นขยายความรู้ ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกแบบการทดลองใน “ไทยเกรต” หาปริมาณสารที่นักเรียนสนใจ แล้วตอบคำถามหลังการทดลอง

ข้อที่ 5 ขั้นประเมินผล ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปเนื้อหาที่เรียนมา โดยครูจะสุ่มถามแต่ละกลุ่มแต่ไม่ได้ระบุเจาะจงนักเรียนเพื่อให้นักเรียนภายในกลุ่มช่วยกันคิดหาคำตอบ และเมื่อนักเรียนตอบคำถามแล้ว ครูตามนักเรียนกลุ่มอื่นเกี่ยวกับคำตอบว่าเห็นด้วยหรือไม่ อย่างไร ซึ่งผลปรากฏว่าทุกกลุ่มนี้ความคิดเห็นที่สอดคล้องกันและเป็นความคิดเห็นที่ถูกต้อง จากนั้นครูและนักเรียนจึงร่วมกันสรุปเนื้อหาที่เรียนมาและให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดเสริมประสบการณ์เพื่อเป็นการต่อยอดความรู้

### 3.5.5 การจัดการเรียนรู้ เรื่อง อินดิเคเตอร์สำหรับการ “ไทยเกรตกรด-เบส”

ข้อที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มยกตัวอย่างพืชที่มีใบห้องถิ่นที่สามารถนำมาเป็นอินดิเคเตอร์ได้ จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายอินดิเคเตอร์จากพืชในห้องถิ่นที่แต่ละกลุ่มน้ำเสนอ ครุตั้งค่าตาม “อินดิเคเตอร์จากพืชธรรมชาติสามารถนำมาใช้เป็นอินดิเคเตอร์สำหรับการ “ไทยเกรตกรด-เบส” ได้หรือไม่ อย่างไร”

ข้อที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันศึกษาและทำการทดลอง ในปฏิบัติการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ที่ 6 เรื่อง อินดิเคเตอร์สำหรับการ “ไทยเกรตกรด-เบส”

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการทดลอง และร่วมกันอภิปรายการรายงานผลการทดลองของแต่ละกลุ่ม จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย จันได้ข้อสรุปคือ อินดิเคเตอร์กรด-เบส ที่เหมาะสมกับปฏิกิริยาการไทยเหตุจะต้องมีค่า pH ที่จุดกึ่งกลาง ช่วงการเปลี่ยนสีใกล้เคียงหรือเท่ากับ pH ที่จุดสมมูลของปฏิกิริยา และการเลือกใช้อินดิเคเตอร์กรด-เบส ต้องพิจารณาสีที่ปราศจาก จะต้องมีความเข้มมากพอที่จะมองเห็น ได้ง่าย หรือเห็นการเปลี่ยนสีได้ชัดเจน ซึ่งอินดิเคเตอร์จากห้องปฏิบัติการเคมีมีความเหมาะสมที่จะนำไปเป็นอินดิเคเตอร์สำหรับการไทยเหตุ กรด-เบส แต่ถ้าหากไม่มีสารในห้องปฏิบัติการกีสามารถใช้อินดิเคเตอร์จากธรรมชาติได้

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มบอกข้อดีและข้อเสียจากการใช้อินดิเคเตอร์จากพืชธรรมชาติ จากนั้นตอบคำถามหลังการทดลอง

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินผล ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปเนื้อหาที่เรียนมา โดยครูจะสุม ตามแต่ละกลุ่มแต่ไม่ได้ระบุจะทางนักเรียนเพื่อให้นักเรียนภายในการกลุ่มช่วยกันคิดหาคำตอบ และ เมื่อนักเรียนตอบคำถามแล้ว ครูถามนักเรียนกลุ่มนี้อีกครั้งว่า “คุณเห็นด้วยหรือไม่ อย่างไร” ซึ่งผลปรากฏว่าทุกกลุ่มนี้มีความคิดเห็นที่สอดคล้องกันและเป็นความคิดเห็นที่ถูกต้อง จากนั้นครู และนักเรียนจึงร่วมกันสรุปเนื้อหาที่เรียนมาและให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดเสริมประสบการณ์เพื่อ เป็นการต่อยอดความรู้

### 3.5.6 การจัดการเรียนรู้ เรื่อง สารละลายบัฟเฟอร์

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ ครูให้ตัวแทนนักเรียนหยดสารละลายกรดและสารละลาย เปลงในสารละลายผสมระหว่าง 0.1 M CH<sub>3</sub>COOH กับ 0.1 M CH<sub>3</sub>COONa แล้ววัดค่า pH จากนั้น ครูและ นักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการทดลองที่เกิดขึ้น จนได้ข้อสรุปเกี่ยวกับสารละลายบัฟเฟอร์ ครูตั้งคำถาม “ในร่างกายของมนุษย์มีสารละลายบัฟเฟอร์คือ เลือด และในพืชและผลไม้จะมีสารละลายบัฟเฟอร์ หรือไม่ อย่างไร”

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันศึกษาและทำการทดลอง ในปฏิบัติการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ที่ 7 เรื่องสารละลายบัฟเฟอร์ ซึ่งประกอบด้วย การเปลี่ยนแปลง pH ของสารละลายบางชนิดและการเตรียมสารละลายบัฟเฟอร์

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการทดลอง และ ร่วมกันอภิปรายการรายงานผลการทดลองของแต่ละกลุ่ม จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย จันได้ข้อสรุปคือ สารละลายที่เมื่อเติมกรดหรือเบสลงไปแล้วสามารถรักษาะดับความเป็นกรด-เบส ไม่ให้เปลี่ยนแปลงไปมาก เรียกว่าสารละลายบัฟเฟอร์ ซึ่งเตรียมได้จากปฏิกิริยาของกรดอ่อนกับ เกลือของกรดอ่อนที่เป็นคู่กรด-เบสกัน หรือจากปฏิกิริยาของเบสอ่อนกับเกลือของเบสอ่อนที่เป็นคู่กรด-เบสกัน

**ข้อที่ 4 ขั้นขยายความรู้ ครูให้นักเรียนทั้งหมดร่วมกันยกตัวอย่างสารละลายน้ำฟีฟอร์ ในชีวิตประจำวัน ร่วมกันอภิปรายถึงการเปลี่ยนแปลงค่า pH ของสารละลายน้ำนิค รวมทั้งการนำไปใช้ประโยชน์**

**ข้อที่ 5 ขั้นประเมินผล ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปเนื้อหาที่เรียนมา โดยครุจะสุ่มถามแต่ละกลุ่มแต่ไม่ได้ระบุเจาะจงนักเรียนเพื่อให้นักเรียนภายในการกลุ่มช่วยกันคิดหาคำตอบ และเมื่อนักเรียนตอบคำถามแล้ว ครุตามนักเรียนกลุ่มอื่นเกี่ยวกับคำตอบว่าเห็นด้วยหรือไม่ อย่างไร ซึ่งผลปรากฏว่าทุกกลุ่มนิความคิดเห็นที่สอดคล้องกันและเป็นความคิดเห็นที่ถูกต้อง จากนั้นครูและนักเรียนจึงร่วมกันสรุปเนื้อหาที่เรียนมาและให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดเสริมประสบการณ์เพื่อเป็นการต่อยอดความรู้**

### 3.6 การดำเนินการรวบรวมข้อมูล

**การวิจัยครั้งนี้ มีขั้นตอนในการเก็บรวบรวมข้อมูลดังนี้**

**3.6.1 ทดสอบก่อนเรียน (Pretest) โดยให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบวัดทักษะการแก้ปัญหา วิชา เคมี เรื่อง กรด-เบส**

**3.6.2 ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปฏิบัติการแบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างไว้**

**3.6.3 ทดสอบหลังเรียน (Posttest) โดยให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบวัดทักษะการแก้ปัญหา และแบบสอบถามวัดความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ เรื่อง กรด-เบส โดยใช้ปฏิบัติการแบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์**

**3.6.3.1 เมริยมเทียบคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนกับหลังเรียน และคะแนนเฉลี่ยทักษะการแก้ปัญหาก่อนเรียนกับหลังเรียนเรื่อง กรด-เบส ด้วยการวิเคราะห์ทางสถิติโดยการทดสอบค่าที่แบบกลุ่มตัวอย่างไม่อิสระต่อกัน (dependent-samples t-test analysis)**

**3.6.3.2 วิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยปฏิบัติการแบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด-เบส โดยหาค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานและแปลความหมาย ของคะแนนความพึงพอใจหลังเรียน**

### 3.7 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้นำข้อมูลที่ได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

3.7.1 วิเคราะห์คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง กรด-เบส วิเคราะห์ด้วยสถิติค่าที่แบบกลุ่มตัวอย่างไม่อิสระต่อกัน (dependent-samples t-test analysis) เพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียนและหลังเรียน

3.7.2 เคราะห์คะแนนแบบวัดทักษะการแก้ปัญหา วิเคราะห์ด้วยสถิติค่าที่แบบกลุ่มตัวอย่างไม่อิสระต่อกัน (dependent-samples t-test analysis) เพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของทักษะการแก้ปัญหา ก่อนเรียนและหลังเรียน

3.7.3 วิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปฏิบัติการแบบสืบเสาะ ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด-เบส โดยหาค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานและแปลความหมายของคะแนนความพึงพอใจหลังเรียน

## บทที่ 4

### ผลการวิจัย และอภิปรายผล

ผลการวิจัยการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการแก้ปัญหาเรื่อง กรด-เบส โดยใช้ปฎิบัติการแบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 โรงเรียนชุมพลวิทยาสรรค์ สามารถแสดงผลและวิเคราะห์ผลได้ดังนี้

#### 4.1 ผลการวิจัย

##### 4.1.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส

###### 4.1.1.1 คะแนนแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง กรด-เบส

จากการวิเคราะห์คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง กรด-เบส ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยปฎิบัติการแบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน กลุ่มตัวอย่าง พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนเฉลี่ย 10.38 (SD 5.54) และผลสัมฤทธิ์หลังเรียนเฉลี่ย 26.14 (SD 4.43) ตามลำดับ และเมื่อวิเคราะห์จำแนกตามแผนการจัดการเรียนรู้ พบว่า นักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีคะแนนแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนในทุกแผนการจัดการเรียนรู้ โดยมีคะแนนร้อยละความก้าวหน้าในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง อินดิเกเตอร์ สำหรับการไทยกรด-เบส มากที่สุด คือ ร้อยละ 52.75 และมีคะแนนร้อยละความก้าวหน้าในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง อินดิเกเตอร์สำหรับกรด-เบส น้อยที่สุด คือ ร้อยละ 35.50 ดังแสดงในตารางที่ 4.1

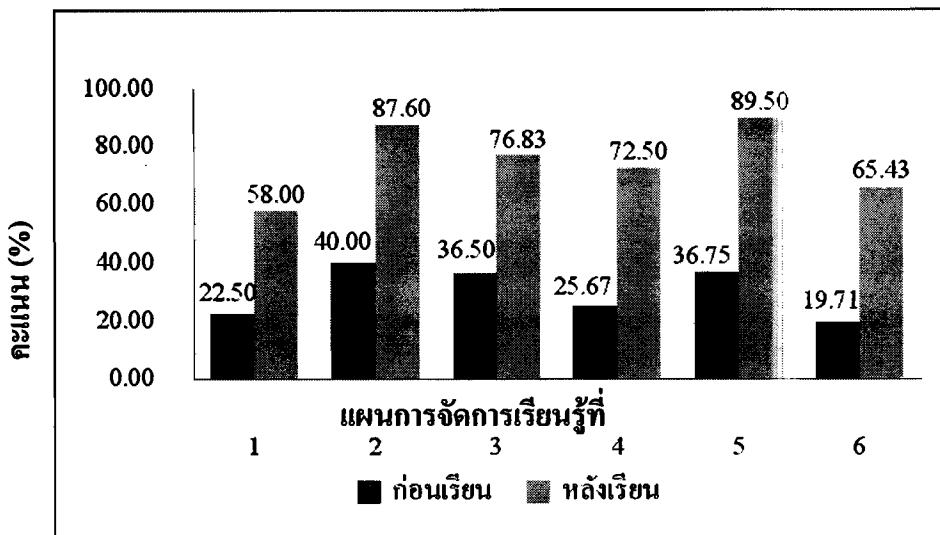
ตารางที่ 4.1 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง กรด-เบส จำแนกตามแผนการจัดการเรียนรู้

แผนการเรียนรู้	คะแนน เต็ม	ก่อนเรียน		หลังเรียน		ความก้าวหน้า			t-test	
		mean	SD	mean	SD	mean	SD	ร้อยละ	t	p
1. อินดิเกเตอร์ สำหรับกรด-เบส	8	1.8	1.07	4.64	0.87	2.84	1.10	35.5	14.39	< 0.001
2. ปฏิกริยาของกรด-เบสกับสารบางชนิด	5	2	0.81	4.38	0.71	2.38	0.95	47.6	13.91	< 0.001

ตารางที่ 4.1 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง กรด-เบส จำแนกตามแผนการจัดการเรียนรู้ (ต่อ)

แผนการเรียนรู้	คะแนน เต็ม	ก่อนเรียน		หลังเรียน		ความก้าวหน้า			t-test	
		mean	SD	mean	SD	mean	SD	ร้อยละ	t	p
3. ปฏิกริยาไออก-ไลซีต	6	2.19	0.83	4.61	0.66	2.42	1.12	40.33	12.04	< 0.001
4. การไทยเกรต กรด-เบส	6	1.54	0.99	4.35	0.71	2.81	0.98	46.83	15.93	< 0.001
5. อินดิเคเตอร์ใน การไทยเกรตกรด- เบส	4	1.47	0.89	3.58	0.50	2.11	0.77	52.75	15.28	< 0.001
6. สารละลายน้ำฟีฟอร์	7	1.38	0.95	4.58	0.98	3.20	0.97	45.71	19.11	< 0.001
รวม	36	10.38	5.54	26.14	4.43	2.63	0.13	44.78	27.19	< 0.001

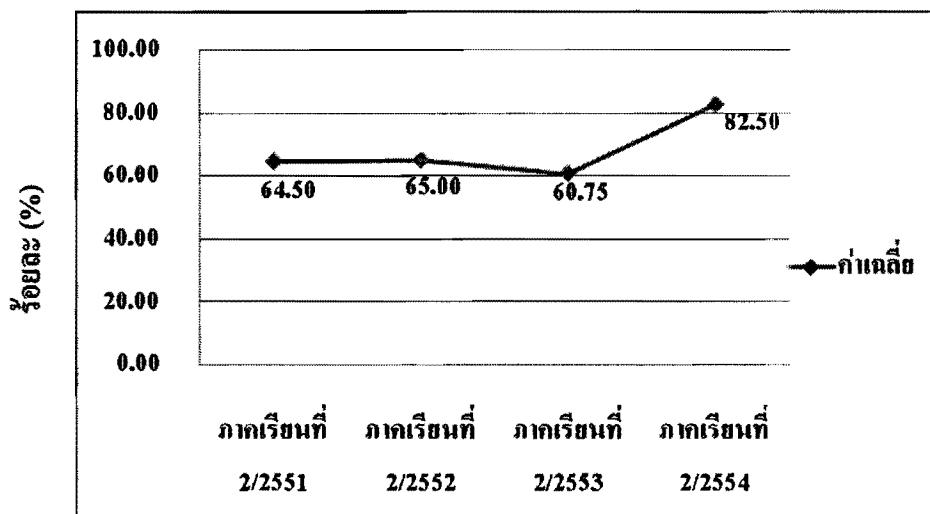
เมื่อพิจารณาร้อยละของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนเรื่อง กรด-เบส โดยจำแนกตามเนื้อหาเรื่องต่าง ๆ พบว่า นักเรียนมีคะแนนร้อยละความก้าวหน้าในเรื่อง อินดิเคเตอร์สำหรับการไทยเกรตกรด-เบส สูงที่สุด (52.75) โดยมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียนร้อยละ 36.75 และคะแนนหลังเรียนร้อยละ 89.50 ซึ่งแสดงให้เห็นว่านักเรียนมีพัฒนาการในการเรียนรู้ในเนื้อหาเรื่องนี้สูงที่สุด เนื่องจากในปฏิบัติการแบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์เรื่องอินดิเคเตอร์สำหรับการไทยเกรตกรด-เบสนี้ เป็นเนื้อหาที่นักเรียนมีพื้นฐานในเรื่องอินดิเคเตอร์สำหรับกรด-เบส มาก่อนแล้วในปฏิบัติการแบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ที่ 1 เรื่อง อินดิเคเตอร์สำหรับกรด-เบส จึงทำให้มีคะแนนร้อยละความก้าวหน้าสูงกว่าเนื้อหาร่องอื่น ๆ ส่วนในปฏิบัติการแบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์เรื่อง อินดิเคเตอร์สำหรับกรด-เบส มีคะแนนร้อยละความก้าวหน้าต่ำที่สุด (35.50) โดยมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียนร้อยละ 22.50 และคะแนนหลังเรียนร้อยละ 58.00 แสดงว่านักเรียนมีพัฒนาการในการเรียนรู้ในเรื่องนี้ต่ำที่สุด เนื่องจากเป็นช่วงแรกของการเรียนรู้ นักเรียนไม่คุ้นเคยกับวิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่นักเรียนต้องมีคิดวางแผนออกแบบทดลองด้วยตัวเอง ทำให้นักเรียนไม่กล้าตัดสินใจทำกิจกรรมเพราะกลัวทำไม่ถูก จึงส่งผลให้คะแนนร้อยละความก้าวหน้าในหัวข้อนี้ต่ำลงแสดงในภาพที่ 4.1



**ภาพที่ 4.1** ร้อยละของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียน เรื่อง กรด-เบส โดยจำแนกตามเนื้อหาในแผนการจัดการเรียนรู้

จากการวิเคราะห์คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยการทดสอบค่า t แบบกลุ่มตัวอย่าง ไม่เป็นอิสระต่อ กัน (dependent-samples t-test analysis) พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วย ปฏิบัติการแบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ มีผลสัมฤทธิ์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน แตกต่างกันอย่าง มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ( $t = 27.19, p < 0.05$ ) เมื่อพิจารณาคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง กรด-เบส โดยจำแนกตามเนื้อหาเรื่องต่าง ๆ พบว่า ในเนื้อหา เรื่อง อินดิเคเตอร์ ในการ ไฟเกรตกรด-เบส มีร้อยละความก้าวหน้าสูงที่สุด คือ 52.75 โดยมีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 1.47 คะแนน ( $SD = 0.89$ ) และมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 3.58 คะแนน ( $SD = 0.50$ ) รองลงมาคือ เรื่อง ปฏิกิริยาของกรด-เบส กับสารบางชนิด มีร้อยละความก้าวหน้า คือ 47.60 มีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 2.00 คะแนน ( $SD = 0.81$ ) และมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 4.38 คะแนน ( $SD = 0.71$ ) เรื่อง การ ไฟเกรตกรด-เบส มีร้อยละความ ก้าวหน้า คือ 46.83 มีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 1.54 คะแนน ( $SD = 0.99$ ) และมีคะแนนเฉลี่ย หลังเรียนเท่ากับ 4.35 คะแนน ( $SD = 0.71$ ) เรื่องสารละลายน้ำฟีฟอร์ มีร้อยละความก้าวหน้า คือ 45.71 โดยมีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 1.38 คะแนน ( $SD = 0.95$ ) และมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 4.58 คะแนน ( $SD = 0.98$ ) เรื่อง ปฏิกิริยา ไฮโคล ไลซิส มีร้อยละความก้าวหน้า คือ 40.33 โดยมีคะแนนเฉลี่ย ก่อนเรียนเท่ากับ 2.19 คะแนน ( $SD = 0.83$ ) และมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 4.61 คะแนน ( $SD = 0.66$ ) และเรื่องอินดิเคเตอร์ สำหรับกรด-เบส มีร้อยละความก้าวหน้า คือ 35.50 โดยมีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน เท่ากับ 1.80 คะแนน ( $SD = 1.07$ ) และมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 4.64 คะแนน ( $SD = 0.87$ ) ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาผลสัมฤทธิ์ทางเรียนวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนในภาคเรียนที่ 2 ประจำปีการศึกษา 2551–2553 ซึ่งมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คิดเป็นค่าเฉลี่ยร้อยละ 64.50, 65.00 และ 60.75 ตามลำดับ เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับผลสัมฤทธิ์ทางเรียนวิชาเคมี ในภาคเรียนที่ 2 ประจำปีการศึกษา 2554 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยปฏิวัติการแบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ พบร่วม นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น คิดเป็นค่าเฉลี่ยร้อยละ 82.50 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่ตั้งไว้คือ ร้อยละ 70 (ภาพที่ 4.2)



ภาพที่ 4.2 ผลสัมฤทธิ์ทางเรียนวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนในภาคเรียนที่ 2 ประจำปีการศึกษา 2551–2554

#### 4.1.1.2 กรณีศึกษานักเรียนที่มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่น่าสนใจ

เมื่อพิจารณาคะแนนของนักเรียนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียน สามารถแยกพิจารณาผลการเรียนของนักเรียนในกรณีที่น่าสนใจ ซึ่งพบว่านักเรียนที่มีคะแนนก่อนเรียนสูงสุดคือ เลขที่ 27 (16 คะแนน) และต่ำสุดคือ เลขที่ 24 (6 คะแนน) และเมื่อพิจารณาคะแนนหลังเรียน พบร่วม นักเรียนที่มีคะแนนหลังเรียนสูงสุดคือ เลขที่ 27 และเลขที่ 16 (31 คะแนน) และมีคะแนนหลังเรียนต่ำสุดคือ เลขที่ 24 และเลขที่ 6 (23 คะแนน) จากการศึกษาข้อมูลของนักเรียนในกรณีที่น่าสนใจ พบร่วม

นักเรียนเลขที่ 27 ซึ่งได้คะแนนก่อนเรียนสูงที่สุดและขึ้นไปมีคะแนนหลังเรียนสูงที่สุดอีกด้วย ทั้งนี้เนื่องจากนักเรียนคนดังกล่าวเป็นนักเรียนที่มีความตั้งใจในการเรียนมาก มีความรับผิดชอบสูง มีระเบียบวินัยดีเยี่ยม สม่ำเสมอ ชอบซักถามเมื่อไม่รู้ในเรื่องใด ไม่เกร็งอะไรก่ายๆ

หากไม่มีหลักฐาน ฐานะทางครอบครัวอยู่ในเกณฑ์ดี ผู้ปกครองให้การสนับสนุนในการเรียนคิมาก มีการส่งนักเรียนไปติวหนังสือในช่วงปิดเทอม และที่สำคัญนักเรียนชอบเรียนวิชาเคมี

นักเรียนเลขที่ 16 ซึ่งได้คะแนนก่อนเรียนอยู่ในระดับใกล้เคียงกับนักเรียนที่ได้คะแนนก่อนเรียนสูงสุด (14 คะแนน) และมีคะแนนหลังเรียนสูงสุด (31 คะแนน) ทั้งนี้เนื่องจาก นักเรียนคนดังกล่าวเป็นนักเรียนที่มีความตั้งใจในการเรียนดี ขยัน และชอบอ่านหนังสือ ไม่เคยขาดเรียน แต่ไม่ค่อยกล้าแสดงออก ฐานะทางครอบครัวอยู่ในเกณฑ์ปานกลาง อาศัยอยู่กับตา-ยาย และให้การสนับสนุนในการเรียนของหวานเป็นอย่างดี

นักเรียนเลขที่ 24 ซึ่งได้คะแนนก่อนเรียนต่ำที่สุดและยังมีคะแนนหลังเรียนต่ำที่สุดอีกด้วยทั้งนี้เนื่องจากนักเรียนคนดังกล่าวเป็นนักเรียนที่ไม่ค่อยเอาใจใส่ในการเรียน เวลาเรียนชอบบุ่งส่องเล่น ชอบแอบเล่นโทรศัพท์ในระหว่างที่ครูสอน เข้าเรียนช้า ไม่ค่อยส่งการบ้าน ชอบเล่นเกมส์ ฐานะทางครอบครัวอยู่ในเกณฑ์ดี ผู้ปกครองให้การสนับสนุนในการเรียนคิมาก

นักเรียนเลขที่ 6 ซึ่งได้คะแนนก่อนเรียนอยู่ในระดับต่ำ (9 คะแนน) และมีคะแนนหลังเรียนต่ำที่สุดอีกทั้งนี้เนื่องจากนักเรียนคนดังกล่าวเป็นนักเรียนที่ไม่ค่อยเอาใจใส่ในการเรียน เข้าเรียนช้า ไม่ค่อยให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรม ไม่ค่อยส่งการบ้าน ไม่ชอบการทดลอง ฐานะทางครอบครัวอยู่ในเกณฑ์ปานกลาง อาศัยอยู่กับตา-ยาย ผู้ปกครองไม่ค่อยมีเวลาให้นักเรียน เนื่องจากผู้ปกครองทำงานอยู่ต่างจังหวัด (การวิเคราะห์ผู้เรียนรายบุคคล โรงเรียนชุมพลวิทยาสรรค์, 2554)

#### **4.1.2 ทักษะการแก้ปัญหา เรื่อง กรด-เบส**

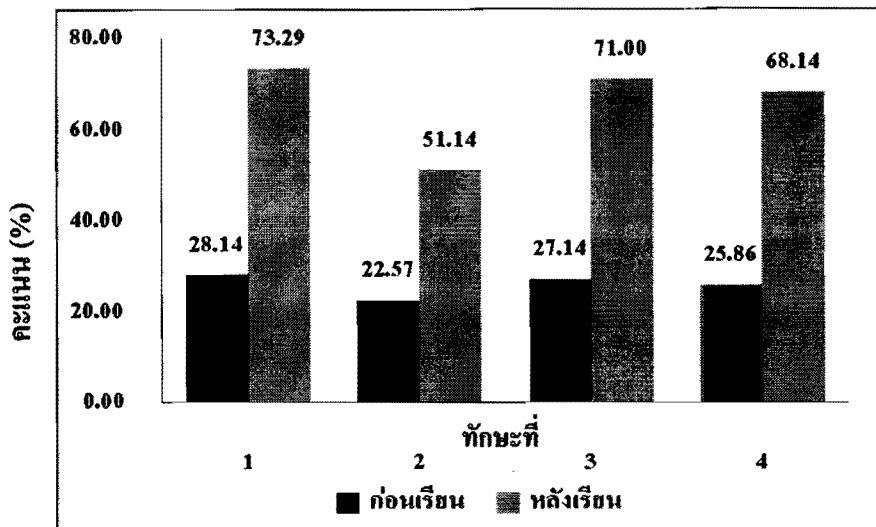
##### **4.1.2.1 คะแนนทักษะการแก้ปัญหา เรื่อง กรด-เบส**

จากการวิเคราะห์คะแนนทักษะการแก้ปัญหาระดับ ก. ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยปฏิบัติการแบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง พนวจ นักเรียนมีทักษะการแก้ปัญหาค่อนเรียนเฉลี่ย 7.26 (SD 2.30) และทักษะการแก้ปัญหาหลังเรียนเฉลี่ย 18.45 (SD 3.13) ตามลำดับ และเมื่อวิเคราะห์ทักษะการแก้ปัญหาจำแนกตามทักษะด้านต่าง ๆ พนวจ นักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีคะแนนทักษะการแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนในทุกด้าน โดยมีคะแนนร้อยละความถี่ว่าหน้าในทักษะการแก้ปัญหาด้านการระบุปัญหามากที่สุด คือ ร้อยละ 45.14 และมีคะแนนร้อยละความถี่ว่าหน้าในทักษะการแก้ปัญหาด้านการวิเคราะห์ปัญหาน้อยที่สุด คือ ร้อยละ 28.57 ดังแสดงในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 คะแนนทักษะการแก้ปัญหา เรื่อง กรด-เบส จำแนกตามทักษะการแก้ปัญหาด้านต่าง ๆ

ทักษะการแก้ปัญหา	ก่อนเรียน		หลังเรียน		ความก้าวหน้า			t-test	
	mean	SD	mean	SD	mean	SD	ร้อยละ	t	p
1. การระบุปัญหา	1.97	0.65	5.13	1.26	3.16	1.10	45.14	16.02	<0.001
2. การวิเคราะห์ปัญหา	1.58	0.67	3.58	1.50	2.00	1.29	28.57	8.62	<0.001
3. การเสนอวิธีการแก้ปัญหา	1.90	0.65	4.97	0.83	3.07	0.92	43.86	18.37	<0.001
4. การตรวจสอบผลลัพธ์	1.81	0.87	4.77	1.17	2.96	1.22	42.28	13.50	<0.001
เฉลี่ยรวม	7.26	2.30	18.45	3.13	2.80	0.16	39.96	23.40	<0.001

เมื่อพิจารณาร้อยละของคะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางการเรียนก่อน และหลังเรียน เรื่อง กรด-เบส โดยจำแนกตามทักษะการแก้ปัญหาทั้ง 4 ด้าน พบว่า นักเรียนมีร้อยละ ความก้าวหน้าในทักษะการระบุปัญหาสูงที่สุด (45.14) โดยมีทักษะการระบุปัญหาก่อนเรียนร้อยละ 28.14 และหลังเรียนร้อยละ 73.28 ซึ่งแสดงให้เห็นว่านักเรียนมีทักษะด้านการระบุปัญหาสูงที่สุด ทั้งนี้เนื่องจากนักเรียนได้ผ่านประสบการณ์การระบุปัญหาในการปฏิบัติการแบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ จึงทำให้นักเรียนมีพัฒนาการในด้านการระบุปัญหาเพิ่มขึ้นกว่าทักษะด้านอื่น ๆ ส่วนทักษะด้านการวิเคราะห์ปัญหามีคะแนนร้อยละความก้าวหน้าต่ำที่สุด (28.57) โดยมีทักษะการวิเคราะห์ปัญหาก่อนเรียน ร้อยละ 22.57 และหลังเรียนร้อยละ 51.14 แสดงว่า นักเรียนมีทักษะด้านการวิเคราะห์ปัญหาต่ำที่สุด เนื่องจากในข้อสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาในด้านการวิเคราะห์ปัญหามีตัวหลวงที่ทำให้นักเรียนเลือกตอบผิด ซึ่งหากนักเรียนขาดการวิเคราะห์ วิพากษ์ วิจารณ์ปัญหาเพื่อให้รู้ถ่องแท้ว่าปัญหาที่แท้จริงที่ต้องการแก้ไขมีอะไรกันแน่ หรืออะไรบ้างที่ไม่ใช่ปัญหาที่แท้จริงซึ่งจะทำให้นักเรียนเลือกตอบผิดได้ ส่งผลทำให้มีคะแนนร้อยละความก้าวหน้าในทักษะด้านนี้ต่ำ ดังแสดงในภาพที่ 4.3



ภาพที่ 4.3 ร้อยละของคะแนนทักษะการแก้ปัญหาเรื่อง กรด-เบส จำแนกตามทักษะการแก้ปัญหา

จากการวิเคราะห์คะแนนทักษะการแก้ปัญหา โดยการทดสอบค่า t แบบ葛ุ่นตัวอย่างไม่อิสระต่อ กัน (dependent-samples t-test analysis) พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยปฏิบัติการแบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ มีผลสัมฤทธิ์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ( $t = 23.40, p < 0.05$ ) เมื่อพิจารณาคะแนนทักษะการแก้ปัญหาเรื่อง กรด-เบส โดยจำแนกตามทักษะการแก้ปัญหาด้านต่าง ๆ พบว่า ในทักษะการแก้ปัญหาในขั้นตอน การระบุปัญหา มีร้อยละความถูกต้องสูงที่สุด คือ 45.14 โดยมีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 1.97 คะแนน ( $SD = 0.65$ ) และมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 5.13 คะแนน ( $SD = 1.26$ ) รองลงมาคือ ทักษะการแก้ปัญหาในขั้นตอน การเสนอวิธีการแก้ปัญหา มีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 1.90 คะแนน ( $SD = 0.65$ ) และมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 4.97 คะแนน ( $SD = 0.83$ ) ทักษะการแก้ปัญหาในขั้นตอนการตรวจสอบผลลัพธ์ มีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 1.81 คะแนน ( $SD = 0.87$ ) และมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 4.77 คะแนน ( $SD = 1.17$ ) และทักษะการแก้ปัญหาในขั้นตอนการวิเคราะห์ปัญหา มีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 1.58 คะแนน ( $SD = 0.67$ ) และมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 3.58 คะแนน ( $SD = 1.50$ ) ตามลำดับ

#### 4.1.2.2 กรณีศึกษานักเรียนที่มีคะแนนทักษะการแก้ปัญหาที่น่าสนใจ

เมื่อพิจารณาคะแนนของนักเรียนที่ได้จากการทำแบบทดสอบทักษะการแก้ปัญหา ก่อนและหลังเรียน สามารถแยกพิจารณาผลการเรียนของนักเรียนในกรณีที่น่าสนใจ ซึ่งพบว่านักเรียนที่มีคะแนนก่อนเรียนสูงสุดคือ เลขที่ 5 (13 คะแนน) และต่ำสุดคือ เลขที่ 1, 8 และ 13 (4 คะแนน) และเมื่อพิจารณาคะแนนหลังเรียน พบว่า นักเรียนที่มีคะแนนหลังเรียนสูงสุดคือ เลขที่ 27 (28 คะแนน) และมีคะแนนหลังเรียนต่ำสุดคือ เลขที่ 24 (12 คะแนน) จากการศึกษาข้อมูลของนักเรียน ในกรณีที่น่าสนใจ พบว่า นักเรียนเลขที่ 27 มีคะแนนทักษะการแก้ปัญหาหลังเรียนสูงที่สุดและเมื่อ

พิจารณาคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก็มีคะแนนหลังเรียนสูงที่สุดอีกด้วย ซึ่งนักเรียนคนดังกล่าวเป็นนักเรียนที่ชอบเรียนวิชาเคมี ชอบกิจกรรมการทดลอง ชอบแก้ปัญหา และค้นคว้าหาความรู้อยู่เสมอ และอีกปัจจัยที่ส่งเสริมก็คือ เป็นนักเรียนที่มีความตั้งใจ เอาใจใส่ในการเรียนดีมากจึงส่งผลให้มีคะแนนทักษะการแก้ปัญหาและคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูง ส่วนนักเรียนเลขที่ 24 จะเห็นได้ว่าหัวข้อทักษะการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนต่ำ และเมื่อพิจารณาประกอบกับวิชาอื่น ๆ ต่างก็มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในเกณฑ์ที่ต่ำกว่าเดียวกัน (การวิเคราะห์ผู้เรียนรายบุคคล โรงเรียนชุมพลวิทยาสารรค, 2554)

#### 4.1.3 ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปฏิบัติการแบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์

จากการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยปฏิบัติการแบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ วิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส ซึ่งประเมินโดยใช้แบบสอบถามวัดความพึงพอใจจำนวน 25 ข้อ โดยมีเนื้อหาในการประเมิน 6 ด้าน ดังตารางที่ 4.3

**ตารางที่ 4.3 ความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยปฏิบัติการแบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด – เบส**

รายการประเมิน	Mean	SD	ระดับความพึงพอใจ
1. ด้านบทบาทของผู้สอน	3.55	0.55	มาก
2. ด้านบทบาทของผู้เรียน	4.25	0.61	มาก
3. ด้านเนื้อหา	4.15	0.85	มาก
4. ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	4.20	0.70	มาก
5. ด้านการวัดและประเมินผล	4.06	0.87	มาก
6. ด้านประโยชน์ของผู้เรียนที่ได้รับ	4.41	0.57	มาก
เฉลี่ย	4.10	0.69	มาก

จากตารางที่ 4.3 พนบว่า โดยภาพรวมนักเรียนมีความพึงพอใจต่อปฏิบัติการแบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับมาก (mean 4.10, SD 0.69) และเมื่อพิจารณาตามด้านที่ประเมินพบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจต่อปฏิบัติการแบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์นี้ในทุกด้านอยู่ในระดับมาก (mean 3.55-4.4, SD 0.55-0.87) โดยมีความพึงพอใจด้านประโยชน์ของผู้เรียนที่ได้รับจากการเรียนด้วยปฏิบัติการแบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์มีคะแนนความพึงพอใจเฉลี่ยสูงที่สุด (mean 4.41, SD 0.57)

รองลงมาคือ ด้านบทบาทของผู้เรียน (mean 4.25, SD 0.61) ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (mean 4.20, SD 0.70) ด้านเนื้อหา (mean 4.15, SD 0.85) ด้านการวัดและประเมินผล (mean 4.06, SD 0.87) และ ด้านบทบาทของผู้สอน (mean 3.55, SD 0.55) ตามลำดับ และเมื่อพิจารณาความคิดเห็นหรือข้อเสนอแนะ ของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยปฏิบัติการแบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ พบว่า โดยภาพรวม นักเรียนมีความสุขและสนูกต่อการเรียนรู้เพราเป็นกิจกรรมที่เปลกใหม่ น่าค้นหา ทำให้ อยากรีียนรู้แต่ควรปรับในเรื่องของเวลาที่ใช้ในกิจกรรมการทดลองควรให้เวลาในการทำกิจกรรม มากกว่านี้ ดังตัวอย่าง

“การทดลองสนุกมากค่ะ อยากรีบๆ คุณครูจัดการเรียนรู้แบบค้นหาคำตอบโดยการ ทำการทดลองเพื่อหาคำตอบด้วยตัวนักเรียนอีกด้วย”

“ความมีเวลาในการทำกิจกรรมที่มากกว่านี้ และอุปกรณ์ทุกอย่างพร้อมที่สุด”

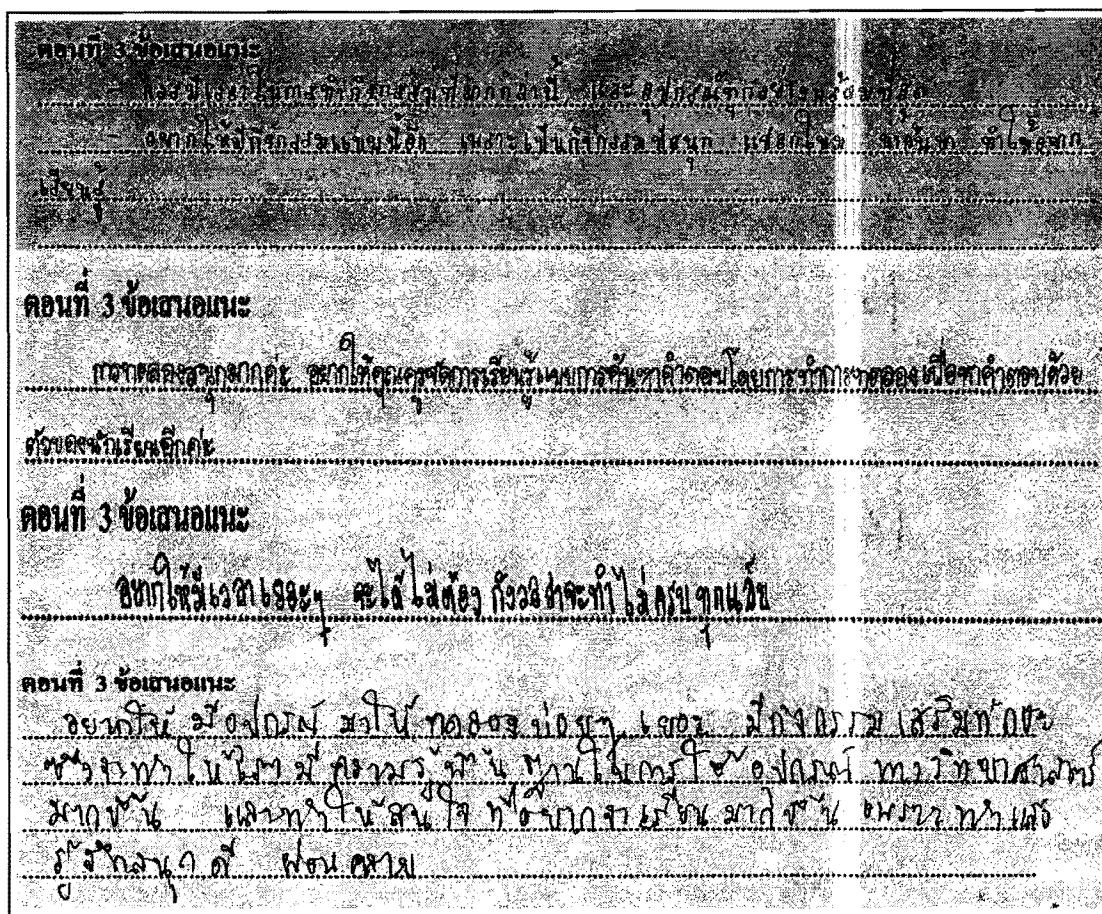
“อยากรีบๆ มีกิจกรรมแบบนี้อีก เพราะเป็นกิจกรรมที่สนุก แปลกใหม่ น่าค้นหา ทำให้อยากเรียนรู้”

“อยากรีบๆ ให้เวลาในการทดลองกับการทดลองสมดุลกันคือให้เวลามากกว่านี้”

“อยากรีบๆ ให้มีเวลาในการปฏิบัติมากกว่านี้”

“อยากรีบๆ ให้มีเวลาเยอะ ๆ จะได้ไม่ต้องกังวลว่าจะทำไม่ครบทุกการทดลอง”

“อยากรีบๆ อุปกรณ์มาให้ทดลองบ่อย ๆ เยอะๆ มีกิจกรรมเสริมทักษะซึ่งจะทำให้ เรายิ่งรู้สึกสนุกมากขึ้นในการใช้อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น และทำให้สนใจที่อยากรีียนมาก ขึ้น” เพราะ “ทำแล้วรู้สึกสนุกค่ะ ผ่อนคลาย” เป็นต้น (ภาพที่ 4.4)



ภาพที่ 4.4 ตัวอย่างข้อเสนอแนะของนักเรียนต่อปฎิบัติการแบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์

#### 4.2 อภิปรายผล

#### 4.2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส

นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยปฎิบัติการแบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ทั้งนี้ เพราะการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสืบเสาะความรู้เป็นการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งให้นักเรียนได้ปฏิบัติกิจกรรมหรือปฏิบัติการทดลองโดยนักเรียนเป็นผู้กำหนดปัญหา วางแผนการทดลอง เก็บรวบรวมข้อมูล และสรุปผลด้วยตนเอง ในขั้นสร้างความสนใจ นักเรียนมีอิสระ ในการศึกษาตามความสนใจ ผู้สอนเพียงกระตุ้น โดยใช้คำถาม หรือยกตัวอย่างสถานการณ์ในชีวิตประจำวันหรือสาขาวิชา การทดลองเพื่อฝึกทักษะการสังเกต ช่วยให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น เกิดความสนใจและสนใจที่จะหาคำตอบ (ปียะฉัตร์ ชัยมาลา, 2550) และ

ที่สำคัญนักเรียนได้ปฏิบัติกิจกรรมตามขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้อย่างต่อเนื่องตามลำดับในแต่ละหัวข้อ (ปาณิสรา ศิริพรม และน้องยิพิญ ลิมยิ่งเจริญ, 2553)

การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสืบเสาะหาความรู้เป็นการจัดกิจกรรมที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ ส่งเสริมให้ผู้เรียนค้นพบความรู้ด้วยตนเอง (ศรีบุญตาม ใจนคร และปัญมากรณ์ พินพ่อง, 2553) และเป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้สร้างประสบการณ์ที่มีความหมายด้วยตนเอง ได้ลงมือปฏิบัติ ก่อให้เกิดทักษะการทดลองเป็นการเรียนรู้ด้วยการกระทำ ทำให้นักเรียนได้รับประสบการณ์ ตรงที่แท้จริง อันส่งผลดีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนอกจากนี้ในขั้นที่ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้พัฒนาความคิดสร้างสรรค์ คือขั้นสำรวจและค้นหา และอธิบายและลงข้อสรุปนักเรียนได้มีโอกาส อธิบายถึงความเข้าใจจากการกระทำการกิจกรรมทำให้เกิดความกล้าในการแสดงออกทั้งด้านความคิด และการกระทำ มีการคิดในสิ่งที่ไม่ซ้ำกันกับคนอื่นอันแสดงถึงการเกิดความคิดสร้างสรรค์และ กล้าแสดงความคิดของตนเองออกมานา (สุลาวัลย์ ต่อพรหม, 2553) และที่สำคัญการจัดการเรียนรู้แบบ สืบเสาะหาความรู้ซึ่งเป็นกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นให้ นักเรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม ได้ฝึกปฏิบัติทำให้นักเรียนกล้าแสดงออกมากยิ่งขึ้น เน้นความสามัคคี ช่วยเหลือกันภายในกลุ่ม เปิดโอกาส ในการแลกเปลี่ยนเรียนรู้และแสดงความคิดเห็นซึ่งกันและกัน ส่งเสริมให้นักเรียนมีปัญญาพัฒนาในการ ช่วยเหลือและร่วมมือกันเรียน ช่วยคิดและช่วยแก้ปัญหาร่วมกัน (สุนิธรรม ขอนสัก, 2551) และในแต่ละขั้น จะเป็นพื้นฐานในการเชื่อมโยงกันและกัน ซึ่งจะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้ทักษะการคิดเชิงวิพากษ์ ได้เป็นอย่างดี ทำให้นักเรียนสร้างองค์ความรู้ใหม่ได้ด้วยตนเองและเข้าใจเนื้อหาวิชาได้ดียิ่งขึ้น (ธวัช ยะสุคា และศักดิ์ศรี สุภารต, 2555)

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่าการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสืบเสาะหาความรู้เป็นการ จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยผู้เรียนมีบทบาทเป็นผู้ปฏิบัติการ วางแผนและออกแบบแบบวิธีการในการ แสวงหาความรู้ เพื่อค้นพบข้อความรู้ต่าง ๆ เพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นได้ด้วยตนเอง โดยเริ่มจาก ขั้นสร้างความสนใจ ครูผู้สอนจะกระตุ้น兴趣ให้ผู้เรียนนั้นมีความอยากรู้อยากเห็น โดยการใช้คำถาม การสocratic ในการสร้างความสนใจเพื่อให้นักเรียนเกิดกระบวนการการคิดในการกำหนดประเด็น ปัญหาที่จะศึกษาในครั้นนั้น เพื่อเชื่อมโยงไปสู่ขั้นการสำรวจและค้นหา โดยนักเรียนจะได้ช่วยกัน ระดมสมองในการวางแผนออกแบบในการปฏิบัติกิจกรรมการทดลอง ลงมือปฏิบัติกิจกรรมและ รวบรวมข้อมูลเพื่อนำไปสู่ขั้นการอธิบายและลงข้อสรุป โดยนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ นำเสนอ และ อภิปรายร่วมกันในชั้นเรียนเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้ข้อมูลซึ่งกันและกัน รวมทั้งหาข้อสรุปของการ ทดลองและการศึกษาในครั้นนั้น ในขั้นขยายความรู้ นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้ศึกษามานำไป ประยุกต์ใช้เพื่อแก้ไขปัญหา หรือสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน และในขั้นประเมินผลเป็นขั้นที่นักเรียน จะนำองค์ความรู้ที่ได้สร้างขึ้นด้วยตนเองมาใช้ในการตรวจสอบว่านักเรียนมีความรู้อะไร อย่างไร และ

มากน้อยเพียงใด ซึ่งเมื่อจัดการเรียนรู้โดยใช้วิภูจกรรมการสืบเสาะหาความรู้แล้ว นักเรียนจะมีผลลัพธ์ทางการเรียนสูงขึ้น (จีระนันท์ วงศ์ก้อน, 2552)

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ทำให้ผู้เรียนมีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง โดยผ่านกระบวนการคิดเพื่อทำการเรียนรู้ในแต่ละเรื่องที่ศึกษา และนำมานำจัดเป็นองค์ความรู้ใหม่สำหรับตนเอง ทำให้ผลลัพธ์ทางการเรียนสูงขึ้น นอกจากนี้ยังสามารถนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันเมื่อต้องเผชิญกับสถานการณ์ต่าง ๆ

#### 4.2.2 ทักษะการแก้ปัญหา วิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส

นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยปฏิบัติการแบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ มีทักษะการแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน เมื่อจากนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวิภูจกรรมการสืบเสาะหาความรู้ทำให้ผู้เรียนสามารถที่จะกำหนดปัญหาพร้อมทั้งคิดแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง (สูนิตย์ ขอนสัก, 2551) ซึ่งกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สามารถใช้แก้ปัญหาได้อย่างประสบความสำเร็จ (Weir, J.J, 1974; ลักษณา ศิรินาลัย และวรรณรัชร์ มังสิงห์, 2553) และการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นกิจกรรมหรือปฏิบัติการทดลอง โดยนักเรียนเป็นผู้กำหนดปัญหา วางแผนการทดลอง เก็บรวบรวมข้อมูลและสรุปผลด้วยตนเอง ในขั้นสร้างความสนใจนักเรียนมีอิสระในการศึกษาตามความสนใจ ผู้สอนเพียงกระตุ้นโดยใช้คำถามหรือยกตัวอย่างสถานการณ์ในชีวิตประจำวันหรือสาธิตการทดลองเพื่อช่วยให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น เกิดความสนใจและสนใจที่จะหาคำตอบ ซึ่งจะทำให้นักเรียนสามารถที่จะกำหนดปัญหาพร้อมทั้งคิดแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง (ปียะฉัตร์ ขัมมาลา, 2550) การจัดการเรียนรู้แบบวิภูจกรรมการสืบเสาะหาความรู้เป็นกระบวนการที่ส่งเสริมให้นักเรียนมีอิสระในการค้นหาความรู้ และค้นพบความรู้ด้วยตนเอง รู้จักแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ที่พบด้วยตนเอง ฝึกทักษะกระบวนการคิดค้านต่าง ๆ รู้จักการทำงานอย่างเป็นระบบและส่งเสริมให้มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันระหว่างเพื่อน ทำให้ผู้เรียนเกิดความสนใจที่จะเรียนรู้ ไม่เกิดความเบื่อหน่าย สามารถเรียนรู้และเข้าใจเนื้อหาได้ง่ายขึ้น (สุธี พลศิริ และศักดิ์ศรี สุภาร, 2554) อีกทั้งการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ มีจุดมุ่งหมายประการหนึ่งคือ เน้นให้นักเรียนได้ฝึกคิดแก้ปัญหาต่าง ๆ โดยผ่านกระบวนการคิดอย่างเป็นระบบ ผลที่ได้จากการฝึกจะช่วยให้นักเรียนสามารถตัดสินใจแก้ปัญหาต่าง ๆ ด้วยวิธีคิดอย่างสมเหตุสมผล โดยเข้าใจในปัญหานั้น ๆ และสามารถนำมาประกอบกันเพื่อเป็นข้อมูลในการแก้ปัญหาต่อไป (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546)

## ภาษาไทยศาสตร์

โดยภาพรวมนักเรียนมีความพึงพอใจต่อปฎิบัติการแบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์เรื่อง กรด-เบสอยู่ในระดับมาก และเมื่อพิจารณาตามด้านที่ประเมิน พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจต่อปฎิบัติการแบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ในทุกด้านอยู่ในระดับมากเช่นกัน โดยมีความพึงพอใจด้านประทับใจของผู้เรียนที่ได้รับจากการเรียนด้วยปฎิบัติการแบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์มีคะแนนความพึงพอใจเฉลี่ยสูงที่สุด รองลงมาคือ ด้านบทบาทของผู้เรียน ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ด้านเนื้อหา ด้านการวัดและประเมินผล และด้านบทบาทของผู้สอน ตามลำดับ สาเหตุที่นักเรียนมีความพึงพอใจต่อปฎิบัติการแบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับมาก เพราะเป็นการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการทดลองเป็นเครื่องมือในการสืบเสาะหาความรู้สำหรับนักเรียน ทำให้นักเรียนได้สร้างประสบการณ์ที่มีความหมายด้วยตนเอง ด้วยการ ได้ลงมือปฏิบัติก่อให้เกิดทักษะการทดลองที่เป็นการเรียนรู้ด้วยการกระทำ ทำให้นักเรียนได้รับประสบการณ์ตรงที่แท้จริงและเป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้ความรู้ความสามารถตามความถนัดของตนเอง เป็นการฝึกการคิด การตัดสินใจ ฝึกการค้นคว้าหาความรู้ใหม่ ๆ ด้วยตนเอง อาจเนื่องมาจากกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้มีความแตกต่างจากกระบวนการเรียนการสอนแบบเดิมที่นักเรียนเคยเรียนมา คือกระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะเปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้มากขึ้น จากเดิมที่นักเรียนต้องนั่งฟัง การบรรยายจากครูอย่างเดียว นักเรียนได้มีการคิดและวางแผนการทำงานร่วมกับเพื่อนในกลุ่ม ได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ ทำให้นักเรียนได้มีการเคลื่อนไหวตลอดเวลา ส่งผลให้นักเรียนมีความคื้นตัวตลอดเวลา (สุธี พลศิ และศักดิ์ศรี สุภायร, 2554) และนักเรียนได้มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อนในกลุ่มและต่างกลุ่มจะเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียน (กิตติพงษ์ หมอกนุ่งเมือง, 2546) ส่งเสริมให้นักเรียนสร้างความรู้ด้วยตนเองผ่านกระบวนการขั้นตอนอย่างเป็นวัฏจักร (ยามีลักษ อาบู, 2550) ส่งผลให้นักเรียนมีความพึงพอใจต่อปฎิบัติการแบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับมาก

## บทที่ 5

### สรุปผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการแก้ปัญหา เรื่อง กรด-เบส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนชุมพลวิทยาสรรค์ โดยใช้ปฎิบัติการแบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ สามารถสรุปผล และมีข้อเสนอแนะดังต่อไปนี้

#### 5.1 สรุปผลการวิจัย

การวิจัยเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการแก้ปัญหา เรื่อง กรด-เบส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนชุมพลวิทยาสรรค์ โดยใช้ปฎิบัติการแบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ สามารถสรุปผลแยกเป็น 3 ประเด็นดังนี้

##### 5.1.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง กรด-เบส

นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยปฎิบัติการแบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน (mean 26.14, SD 4.43) สูงกว่าก่อนเรียน (mean 10.38, SD 5.54) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เมื่อจากการจัดการเรียนรู้ด้วยปฎิบัติการแบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติอันก่อให้เกิดทักษะการทดลอง ซึ่งเป็นการสร้างองค์ความรู้หรือประสบการณ์ที่มีความหมายด้วยตนเอง โดยผ่านกระบวนการคิด เพื่อทำการเชื่อมโยงเนื้อหาในแต่ละเรื่องที่ศึกษา ซึ่งประโยชน์นั้นสามารถนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ ในชีวิตประจำวันเมื่อต้องเผชิญกับปัญหาหรือสถานการณ์ต่าง ๆ

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยปฎิบัติการแบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด-เบส ได้มีการนำเอากระบวนการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสืบเสาะหาความรู้มาใช้ควบคู่ด้วย ซึ่งในขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) ครูผู้สอนเพียงกระตุนโดยใช้คำถาม หรือยกตัวอย่างสถานการณ์ ในชีวิตประจำวันหรือสถานการณ์ทดลองเพื่อเป็นการฝึกทักษะการสังเกต ช่วยให้นักเรียนเกิดความอยากรู้ อยากรเหมือน ก็อคความสนใจและสนับสนุนให้จاهดีต่อการเรียนเพื่อนำไปสู่กระบวนการค้นหาคำตอบต่อไป ในขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) เป็นขั้นที่นักเรียนได้ลงมือทำการทดลองปฎิบัติการแบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น เพื่อสร้างประสบการณ์ให้นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเอง ครูมีบทบาทเป็นเพียงผู้อำนวยความสะดวกหรือพี่เลี้ยงในการชักนำให้นักเรียนเกิดแนวคิดใหม่ ๆ ในขั้นนี้นักเรียนจะได้สัมผัสและเรียนรู้กับวัสดุอุปกรณ์และประสบการณ์เชิงประจักษ์ นักเรียนมี

โอกาสในการปฏิสัมพันธ์ อภิปราย และ โต้แย้งกับเพื่อนร่วมชั้น ในบรรยากาศที่สร้างสรรค์ เพื่อเป็น การท้าทายและเสริมสร้างแนวคิดให้กับตนเองและผู้อื่น ส่วนในขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) ขั้นตอนนี้ เป็นขั้นตอนที่นักเรียน ได้สร้างองค์ความรู้ใหม่ ครูมีหน้าที่จัดกิจกรรมส่งเสริมให้นักเรียน อธิบายความคิดด้วยตัวของนักเรียนเอง โดยนักเรียนแต่ละกลุ่มจะร่วมกันวิเคราะห์ แปลผล สรุปและ อภิปรายผล จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มานำเสนอผลงานหน้าชั้นเรียนในรูปแบบต่างๆ ซึ่งอาจเป็นรูปวาด ตารางหรือแผนผัง โดยมีการอ้างอิงหลักการและวิชาการประกอบอย่างเป็นเหตุเป็นผล การลงข้อสรุป ถูกต้องเชื่อถือได้ มีเอกสารอ้างอิงและหลักฐานชัดเจน และในตอนท้ายครุและนักเรียนจะร่วมกัน สรุปผล ในขั้นขยายความรู้ (Elaboration) ครูผู้สอนจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์เพื่อให้นักเรียนมี ความรู้ลึกซึ้งขึ้น โดยใช้ปัญบัติการแบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์และการยกสถานการณ์ตัวอย่างขึ้น เพื่อเป็นการขยายกรอบความคิดให้กว้างขึ้น ส่วนในขั้นประเมินผล (Evaluation) เป็นการสรุปและ ทบทวนเนื้อหาที่เรียนอีกครั้ง โดยครุจะสุ่มถามแล้วให้นักเรียนตอบและทำแบบฝึกหัดเสริม ประสบการณ์

### 5.1.2 ทักษะการแก้ปัญหา เรื่อง กรด-เบส

นักเรียนที่เรียนด้วยปัญบัติการแบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ มีทักษะการแก้ปัญหา หลังเรียน (mean 18.45, SD 3.13) สูงกว่าก่อนเรียน (mean 7.26, SD 2.30) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.05 ทั้งนี้เนื่องจากกระบวนการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสืบเสาะความรู้เน้นกระบวนการ ให้นักเรียนเป็นผู้ลงมือปัญบัติศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองและเป็นวิธีการที่ส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักคิด ด้วยตนเอง รู้จักค้นคว้าหาเหตุผล และสามารถแก้ปัญหาได้ โดยการนำเอาวิธีการต่างๆ ของกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ ซึ่งครูมีหน้าที่เพียงเป็นผู้ค่อยให้ความช่วยเหลือ จัดเตรียมสภาพการณ์และ กิจกรรมให้เอื้อต่อกระบวนการที่ฝึกให้คิดหาเหตุผล สืบเสาะความรู้ รวมทั้งการแก้ปัญหาให้ได้ โดยใช้คำตามและสื่อการเรียนการสอนต่างๆ เช่น ของจริง สถานการณ์ ให้นักเรียนลงมือปัญบัติการ สำรวจ ค้นหาด้วยตนเอง บรรยายการเรียนการสอนให้นักเรียนมี-interest ในการซักถาม การอภิปราย และมีแรงเสริม จากล่าว ได้ว่าเป็นการสอนให้นักเรียนคิดเป็น ทำเป็น และแก้ปัญหาได้นั่นเอง

จากการวิจัยพบว่า ทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนในทุก ๆ ด้านมีพัฒนาการ ที่สูงขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากนักเรียนได้ผ่านประสบการณ์ในการแก้ปัญหาในกระบวนการจัดการเรียนรู้ ด้วยปัญบัติการแบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งสอดแทรกในกระบวนการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการ สืบเสาะความรู้ ในขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) และขั้นขยายความรู้ (Elaboration) จึงส่งผล ให้ทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนมีพัฒนาการที่สูงขึ้น

### 5.1.3 ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยปัญญาติการแบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์

นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยปัญญาติการแบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด-เบส โดยภาพรวมมีความพึงพอใจต่อปัญญาติการแบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ อยู่ในระดับมาก โดยด้านประโภชน์ของผู้เรียนที่ได้รับจากการจัดการเรียนรู้ด้วยปัญญาติการแบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์มีค่าเฉลี่ยความพึงพอใจต่ำที่สุด รองลงมาคือด้านบทบาทของผู้เรียน ส่วนด้านบทบาทของผู้สอนมีค่าเฉลี่ยความพึงพอใจต่ำที่สุด ทั้งนี้เนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นการสอนที่มุ่งส่งเสริมให้นักเรียนเป็นผู้ปัญญาติการทดลองและค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง หรือ สืบเสาะหาความรู้เกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่นักเรียนยังไม่เคยมีความรู้ในสิ่งนั้นมาก่อน โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือ ผู้สอนมีหน้าที่เพียงกระตุ้นโดยใช้คำ丹 หรือยกสถานการณ์ในชีวิตประจำวันหรือสาธิตการทดลองเพื่อฝึกทักษะการสังเกต เพื่อให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น เกิดความสนใจและสนับสนุนใจที่จะหาคำตอบ ระหว่างที่นักเรียนทำกิจกรรมผู้สอนจะทำหน้าที่จัด บรรยากาศการสอนให้อิ่มต่อการเรียนรู้ และอย่างอำนวยความสะดวกแนะนำและให้ความช่วยเหลือ เท่าที่จำเป็น

จากที่กล่าวมาสามารถสรุปได้ว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทำให้ ผู้เรียนมีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองโดยผ่านกระบวนการคิดเพื่อทำการเชื่อมโยงเนื้อหาในแต่ละเรื่องที่ศึกษาและนำมาจัดเป็นองค์ความรู้ใหม่สำหรับตนเอง นอกจากนี้การได้ลงมือปฏิบัติหรือ แสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ยังทำให้นักเรียนเกิดความสนุกสนานในการเรียนรู้ส่งผลให้มีเจตคติที่ดี ต่อการเรียนและทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและมีทักษะในการแก้ปัญหาสูงขึ้น

## 5.2 ข้อเสนอแนะ

### 5.2.1 ข้อเสนอแนะสำหรับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

5.2.1.1 การจัดกิจกรรมการเรียนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ต้องใช้เวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนมาก ครุผู้สอนควรปรับเวลาให้สอดคล้องตามความเหมาะสม

5.2.2.2 การใช้คำ丹 เป็นตัวกระตุ้นความสนใจของนักเรียนคำ丹ต้องเป็นคำ丹 ที่สามารถใช้การสังเกตหรือใช้ความรู้ของตนเองในการสืบเสาะหาคำตอบได้และคำ丹ควร เป็นคำ丹ที่เหมาะสมกับระดับพัฒนาการของนักเรียน

5.2.1.3 ในขั้นการสำรวจและค้นหาตรวจสอบแบบกิจกรรมให้เหมาะสมกับศักยภาพ ของนักเรียนและควรเป็นกิจกรรมที่เชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันเพื่อส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้ได้ยิ่งขึ้น

### 5.2.2 ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

5.2.2.1 ควรนำปฎิบัติการแบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ไปศึกษากับดัวแพรอื่นที่นักเรียนได้จากการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เช่น ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เปรียบเทียบความคงทนในการเรียนของนักเรียนที่จัดการเรียนรู้ด้วยปฎิบัติการแบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์กับการจัดการเรียนรู้รูปแบบอื่น ๆ

5.2.2.2 ครูผู้สอนควรจัดบรรยากาศและสภาพแวดล้อมให้อิ่งต่อการเรียนรู้ ตลอดจนใช้เทคนิคการสร้างแรงจูงใจในขณะจัดกิจกรรมการเรียนรู้อย่างเหมาะสม เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ทางการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

เอกสารอ้างอิง

## เอกสารอ้างอิง

กนกวรรณ พลอาษา. การเปรียบเทียบผลของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นการเรียนแบบร่วมมือกับการสอนแบบปกติที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี และความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕ โรงเรียนกุนกวานี จังหวัดอุดรธานี. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมราช, 2549.

กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. การจัดการเรียนรู้ก่อสู่การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามหลักสูตร การศึกษาชั้นปีที่ ๑ ๒๕๔๔. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ครุสภากาดพร้าว, ๒๕๔๔.

กิตติพงษ์ หมอกนุ่งเมือง. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะภาคปฏิบัติในวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องแสง ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยเสริมกิจกรรมการออกแบบทดลอง. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, ๒๕๔๖.

ขวัญดา ปฏิเวชวิฐุร. การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, ๒๕๔๖.

จีระนันท์ วงศ์ก้อน. ความสามารถในการคิดอย่างวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อสู่สารการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องสมบัติและการจำแนก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ จัดการเรียนรู้โดยใช้วิวัฒนกรรมการสืบเสาะหาความรู้ (INQUIRY CYCLE). วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ๒๕๕๒.

ชญานาดา ช้อนพินาย. การพัฒนากิจกรรมการทดลอง เรื่อง การทดสอบความเป็นกรด-เบสของสารเคมีในชีวิตประจำวัน โดยใช้อินดิเคเตอร์ในห้องฉันชีวิต. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, ๒๕๕๐.

ชลสีต์ จันทาสี. การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นวิธีการที่ส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการตรวจสอบหาความรู้. ม.ป.ท. : ม.ป.พ., ๒๕๔๓.

ชาตรี ฝ่ายคำตา. “การจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้”, วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี. ๑๑(๑) : ๓๓-๕๐, ๒๕๕๑.

### เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- คala rine อับดุลฮานุน, สักดิศรี สุภायร และอัญชลี สำเกา. “การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและวิธีการทางวิทยาศาสตร์ด้วยเทคนิคการเรียนร่วมกันกับโครงงานวิทยาศาสตร์เรื่อง กรด-เบส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5”, วารสารศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี. 23(2) : 123-134, 2555.
- ทศพร เพ่งไชสง. กิจกรรมที่พัฒนาทักษะการแก้ปัญหาระดับชั้นอนุบาลในโรงเรียนสังกัดสำนักงานการประดิษฐ์ศึกษาสำหรับเด็กชั้นอนุบาล. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2545.
- นวัช ยะสุค้า และสักดิศรี สุภायร. “การพัฒนาทักษะการคิดเชิงวิพากษ์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี”, วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร. 14(2) : 23-34, 2555.
- ปาณิสรา ศิริพรวง และน้อยทิพย์ ลิ่มยิ่งเจริญ. “ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ เรื่องธาตุและสารประกอบ ของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้”, วารสารศึกษาศาสตร์ ฉบับวิจัยบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 4(3) : 46-52, 2553.
- ปีระพัตร์ ชัยมาลา. “ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (SEs)”, วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 1(2) : 93-101, 2550.
- ปิยดา ปัญญาศรี. การเปรียบเทียบความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระหว่างนักเรียนที่มีแบบเรียนการสอนการอบรมเดี่ยงคุและระดับเชาว์ปัญญาแตกต่างกัน. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2545.
- พวงเพ็ญ สิงโตทอง. ผลของการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมการสำรวจก้นหาทางวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2548.
- ภักดี กันธี. ผลการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน เรื่อง กรด-เบส โดยการสอนบูรณาการแบบสอดคล้อง. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2550.

### เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

มนนัส สุคลิน. การศึกษาผลลัพธ์วิทยาศาสตร์และความสามารถค้านการคิดวิเคราะห์วิจารณ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังโน้มติ. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยศรีนครินทร์วิทยาเขตปราสาสนมิตร, 2543.

ษามีลักษณะ อาบู. ผลลัพธ์ในการเรียนวิชาเคมีและความสามารถในการคิดอย่างวิจารณญาณของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิภูจกรรมการสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังโน้มติ. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, 2550.

อุพา กุ่มกาว และวิมล สำราญวนิช. “ผลลัพธ์จากการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนโดยใช้รูปแบบการสืบเสาะหาความรู้”, วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ฉบับบัณฑิตศึกษา. 7(4) : 109-116, 2550.

รุ่งระวี ศิรินุญนาม, สมบัติ ท้ายเรือคำ และอดิศักดิ์ สิงห์สีໄວ. “การเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ผลลัพธ์จากการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด-เบส และเจตคติต่อการเรียนเคมีของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการเรียนรู้แบบวิภูจกรรมการเรียนรู้ 7 ขั้น การเรียนรู้แบบ KWL และการเรียนรู้แบบปักติ”, วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสารคาม. 3(2) : 42- 49, 2552.

โรงเรียนชุมพลวิทยาสารรร. รายงานการวิเคราะห์ผู้เรียนรายบุคคลนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 ประจำปีการศึกษา 2554. สุรินทร์ : โรงเรียนชุมพลวิทยาสารรร., 2554.

รายงานผลการเรียนประจำปีการศึกษา 2551-2553. สุรินทร์ : โรงเรียนชุมพลวิทยาสารรร., 2554.

ลักษณา ศิริมาลา และวรรณจรีร์ มังสิงห์. “ความสามารถในการแก้ปัญหาและผลลัพธ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยใช้รูปแบบการสอน 7E”, วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 4(2) : 112-119, 2553.

วิชญารณ์ รัตนศรี. (14 มกราคม 2554). สัมภาษณ์โดย ศุภารพชัย กลุธิ. สุรินทร์.

ศักดิ์ศรี ฤกษ์. “กระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ในการทดลองเคมีระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย : การบทหวานงานวิจัยด้านวิทยาศาสตร์ศึกษาจากมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี”, วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตป่าตูน. 22(3) : 331-343, 2554.

### เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

ศิริลักษณ์ นาไชย. การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์และความสามารถในการแก้ปัญหา  
ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้.

วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2553.

ศิลดา สงอาจินต์. ผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการสืบเสาะหาความรู้ที่มีต่อความสามารถ  
ในการคิดวิเคราะห์ ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน  
วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตร  
มหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยทักษิณ, 2551.

ศรีบุญตาม ใจนครี และปัชามาภรณ์ พิมพ์ทอง. “ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องพันธะเคนี  
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้วิธีการสืบเสาะหาความรู้ (SE) ร่วมกับแผนผังโน้มติ”,  
วารสารศึกษาศาสตร์ ฉบับวิจัยบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 4 (พิเศษ) : 95-101,  
2553.

สถาบันส่งเสริมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. คู่มือการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์.

กรุงเทพฯ : กระทรวงศึกษาธิการ, 2545.

\_\_\_\_\_ . การจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน.

กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คดลูกสภากาชาดครัว, 2546.

\_\_\_\_\_ . เอกสารประกอบการเผยแพร่ ขยายและอบรมรูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

(Inquiry Cycle). ขอนแก่น : มหาวิทยาลัยขอนแก่น (เอกสารอัดสำเนา), 2548.

สมจิต สรวน ไพบูลย์. หลักการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ผู้เรียนเป็นผู้ค้นคว้าหาความรู้  
ด้วยตนเอง. ม.บ.ก. : ม.บ.พ., 2535.

สถาบันส่งเสริมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนา  
กระบวนการคิดระดับสูง วิชาชีววิทยา ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย.

<http://www.ipst.ac.th/biology/Bio-Articles/mag-content10.htm>. 15 มีนาคม, 2554.

สำนักงานทดสอบการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน). รายงานการทดสอบโอลิมปิก.

<http://www.niets.or.th/>. 15 มีนาคม, 2554.

สุธี ผลดี และศักดิ์ศรี สุภายร. “การเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง กรด-เบส ด้วยชุดการเรียนรู้  
แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ที่เชื่อมโยงกับชีวิตประจำวัน”, วารสารศึกษาศาสตร์  
มหาวิทยาลัยขอนแก่น สาขาวิชมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์. 1(2) : 45-67, 2554.

## เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- สุนิตย์ ขอนสักก. “การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระ การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง เสียง สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยการเรียนรู้แบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Cycle 5 Es)”, วารสารศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 2(2) : 129-135, 2551.
- สุวิทย์ บุญคำ. กลยุทธ์การสอนคิดแก้ปัญหา. กรุงเทพฯ : ภาพพิมพ์, 2547.
- สุวินด พีชวแก้ว. การสอนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา. ปีตานี : มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, 2540.
- สุครารัตน์ ไชยเลิศ. การสร้างแบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตร์ครุศาสตร์ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2553.
- สุคลาวล์ ต่อพรหม. “ผลสัมฤทธิ์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารและการเปลี่ยนแปลง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนโดยใช้รูปแบบการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Cycle)”, วารสารศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 4(1) : 113-120, 2553.
- อรัญญา สถิติไพบูลย์. การพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตร์ครุศาสตร์ : มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2550.
- อันพวฯ รักนิติ. ผลของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคมต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดแก้ปัญหา และ ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตร์ครุศาสตร์ : มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, 2549.
- อาจารย์ ชุดวงศ์. การสร้างแบบทดสอบเชื่อม อี คิว เพื่อวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางพยาบาลของนักศึกษาพยาบาล. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตร์ : มหาวิทยาลัยจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2535.
- Aker, E. Effectiveness of 5E learning cycle model on student understanding of acid-base concept. Master's Thesis: Middle East Technical University, 2005.
- Bouner, L.E., Bruce R.E. and Roger, L.D. The psychology of thinking. New Jersey: Prentice-Hall, 1971.

### ເອກສາຣ໌ອ້າງອີງ (ຕ່ອ)

- Bruner, R.G. The process of educational. New York: Vintage Books, 1969.
- Dewey, John. Democracy and education and introduction to the philo-philosophy of education. New York: The Free Press, 1975.
- Ebrahim, A. The effect of traditional learning cycle inquiry learning strategy on student science achievement and attitudes toward elementary science (Kuwait). Chicago: National Institute of Informatics, 2004.
- Gagne, R.M. The Condition of learning. New York: Holt, Rinchart and Winston, 1970.
- Good, C. V. Dictionary of education. New York: McGraw-Hill Book Company, 1973.
- Guilford, J.P.,and Hoepfner, R. The Analysis of Intelligence. New York: McGraw-Hill, 1971.
- Nachai, S. & Vichakanalan, S. “The development of learning and teaching activities for Enhancing Grade 11 students’ physics learning achievement and scientific problem solving through inquiry cycle (5Es)”, Proceedings from the Third International Conference on Science and Mathematics Education (CoSMEd) 2009. Penang, Malaysia: 10-12 November, 2009.
- National Research Council. Inquiry and the national science education standards : A guide for teaching and learning. Washington DC: National Academy Press, 2000.
- Reber, A.S. Dictionary of Psychology. England: Clays, 1985.
- Stollburg, R.J. “Problem Solving, The Process Game in Science Teaching”, Science Teacher. (23): 225-228, 1956.
- Wallas, G. The Art of Thought : in a Systematic Introduction to Psychology of Thinking. New York: Harper & Row, 1972.
- Weir, J.J. “Problem solving is every body’s problem”, The Science teacher. 4: 16-18, 1974.

## **ภาคผนวก**

ภาคผนวก ก  
รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ

**รายงานผู้ทรงคุณวุฒิ  
ตรวจแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหา  
แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้และ  
ปฏิบัติการแบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด-เบส**

- |                               |  |
|-------------------------------|--|
| 1. ดร.ศักดิ์ศรี สุภायร        | อาจารย์ประจำภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์<br>มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี     |
| 2. นายกัทรรร Rach พะเนตรรัมย์ | รองหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์<br>โรงเรียนชุมพลวิทยาสรรค์ |
| 3. นางวรฉัน พุ่มทอง           | หัวหน้างานวิจัยเพื่อการเรียนรู้<br>โรงเรียนชุมพลวิทยาสรรค์           |

**ภาคผนวก ข**  
**เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล**

### ข.1 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส

**แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี**

**เรื่อง กรด-เบส ขั้นตอนศึกษาปีที่ 5**

**คำอธิบาย** จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว แล้วทำเครื่องหมาย X ลงในกระดาษคำตอบ

1. พิจารณาข้อความต่อไปนี้

1. อินดิเกเตอร์เป็นสารที่ใช้บอกความเป็นกรด-เบสของสาร
2. ไอโอดีนเป็นอินดิเกเตอร์ชนิดหนึ่งเปลี่ยนจากไม่มีสีเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงิน
3. ปริมาณของอินดิเกเตอร์มีผลต่อการเปลี่ยนสีของสาร
4. การเปลี่ยนสีของอินดิเกเตอร์ขึ้นอยู่กับปริมาณของไฮโดรเจนไอออน

**ข้อใดสรุปไปไม่ถูกต้อง**

- |   |                            |
|---|----------------------------|
| ก. 1 และ 4  | ข. 2 และ 3                 |
| ค. 2 และ 4  | จ. 1, 2, 3 และ 4           |
| 2. โบราณไหມอลบูล มีช่วง pH ของการเปลี่ยนสี 6.0 - 7.6 เปลี่ยนจาก สีเหลือง-สีน้ำเงิน  |                            |
| ถ้าสารละลาย เป็นสีเขียว จะมีค่า pH เท่าใด   |                            |
| ก. ต่ำกว่า 6.0  | ข. 6.0 - 7.6               |
| ค. สูงกว่า 7.6  | จ. เท่ากับ 7               |
| 3. ถ้าหยดฟินอล์ฟทาลีน ( $pH = 8.2-10.0$ ) ลงในสารละลายใส่ไม่มีสี ปรากฏว่าสารละลายขังคงใส่ไม่มีสีเหมือนเดิม สารละลายนั้นจะมี ค่า pH ประมาณเท่าใด |                            |
| ก. น้อยกว่า 8.2   | ข. น้อยกว่าหรือเท่ากับ 8.2 |
| ค. มากกว่า 10   | จ. มากกว่าหรือเท่ากับ 10   |

4. การทดลองหาค่า pH ของสารละลายนิคหนึ่ง โดยใช้"inidicatore" ชนิดด้วยกัน ผลการทดลองเป็นดังนี้

ชนิดของอินดิเคเตอร์	ช่วง pH	สีที่เปลี่ยน	สีสารละลายที่ได้จากการทดลอง
methyl yellow	2.9-4.0	สีแดง-เหลือง	เหลือง
Bromeresol green	3.8-5.4	เหลือง-น้ำเงิน	น้ำเงิน
Methyl red	4.4-6.2	แดง-เหลือง	ส้ม
Bromo-thymol blue	6.0-7.6	เหลือง-น้ำเงิน	เหลือง
Phenolphthalein	8.0-9.6	ไม่มีสี-สีชมพู	ไม่มีสี

จงหาค่า pH ของสารละลายจากข้อมูลการทดลองข้างต้น



5. จากข้อมูลอินดิเคเตอร์และช่วง pH ของการเปลี่ยนสี ดังตาราง

อินดิคเตอร์	ช่วง pH	สีที่เปลี่ยน
ก	3.2-4.4	แดง-เหลือง
ข	4.2-6.3	แดง-เหลือง
ค	6.0-7.6	เหลือง-น้ำเงิน
ง	6.8-8.4	เหลือง-แดง

สาระด้วย x เมื่อหยุดอินคิเคเตอร์ให้สีดังนี้

หลอดที่	อินดิเคเตอร์	สีของสารละลาย
1	ก	เหลือง
2	ข	เหลือง
3	ค	น้ำเงิน
4	ง	ฟ้า

สารละลายนี้ pH ประมาณเท่าไร

6. กำหนดอินดิเคเตอร์และค่า pH ที่เปลี่ยนสีให้ดังนี้

อินดิเคเตอร์	สีในสารละลายนคร	pH ที่เปลี่ยนสี	สีในสารละลายนเบส
คงโกรด	น้ำเงิน	5	แดง
ฟีโนล์ฟทาลีน	ปราศจากสี	10	แดง

สีของอินดิเคเตอร์แต่ละชนิดจะเป็นตามข้อใดเมื่อแยกน้ำบริสุทธิ์ออก

	คงโกรด	ฟีโนล์ฟทาลีน
ก.	สีน้ำเงิน	สีแดง
ข.	สีน้ำเงิน	ปราศจากสี
ค.	สีแดง	ปราศจากสี
ง.	สีน้ำเงิน	สีแดง

7. จะเกิดอะไรขึ้นเมื่อเติมแยกนีซีบิมการ์บอนเนตลงในสารละลายนครชั้ฟิวริกเจื้องที่มีมิลลิโอลอเรนจ์อยู่ช่วง pH ของมิลลิโอลอเรนจ์เท่ากับ 3.1 (สีแดง) – 4.4 (สีเหลือง)

	สีของสารละลายน	pH ของสารละลายน
ก.	สีส้ม	เพิ่มน้ำประมาณ 3
ข.	สีแดง	เพิ่มน้ำประมาณ 7
ค.	สีส้ม	เพิ่มน้ำประมาณ 11
ง.	ปราศจากสี	ลดลงประมาณ 1

8. เมื่อนำน้ำทึบจากโรงงานแห่งหนึ่งมีการลงได้สารละลายน้ำไม่มีสี แบ่งสารละลามาติดมินิเกตอร์ต่างๆ ลงไปได้ผลดังนี้

อินดิเกตอร์	ช่วง pH ที่เปลี่ยนสี ตามปกติ	สีที่อินดิเกตอร์ เปลี่ยนตามปกติ	สีของสารละลายน้ำ หลังจากเติมอินดิเกตอร์ลงไป 3 หยด
เมทิลเรคิดิตมัส	3.8-6.3	แดง-เหลือง	ส้ม
ฟีโนอลเรค	5.8-8.1	แดง-น้ำเงิน	น้ำเงิน
เมทิลօอเรนจ์	6.6-8.3	เหลือง-แดง	เหลือง
ไบโรมีไทดอลบลู	3.1-4.4	แดง-เหลือง	เหลือง
	6.0-7.1	เหลือง-น้ำเงิน	เขียวอมเหลือง

pH ที่ดูดคึ่งของสารละลายควรอยู่ในช่วงใด



9. ปฏิกิริยาระหว่าง  $H_2SO_4$  กับ  $Ba(OH)_2$  (aq) ผลิตภัณฑ์คือข้อใด

- ก.  $\text{BaSO}_4$                           ภ.  $\text{BaSO}_4$  กับ  $\text{H}_2\text{O}$   
 ค.  $\text{Ba}_2\text{H}$                           จ.  $\text{Ba}_2\text{H}$  กับ  $\text{H}_2\text{O}$

10. ถ้านำสารละลายน้ำ  $\text{NH}_4\text{Cl}$  0.10 M ผสมกับสารละลายน้ำ  $\text{CH}_3\text{COONa}$  0.10 M โดยใช้ปริมาตรเท่ากัน อย่างทราบว่าสารละลายที่ได้จะมีคุณสมบัติเป็นอย่างไร

- ก. กรรม  
ค. กลาง

ข. เปส  
จ. สรุปไม่

11. ในข้อใดที่มีสารทุกด้วยเป็นเกลือของกรดอ่อนและเบสแก๊ส

- f.  $\text{K}_2\text{S}$ ,  $\text{NaCN}$ ,  $\text{NH}_4\text{Cl}$       g.  $\text{KCN}$ ,  $\text{K}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{K}_2\text{SO}_4$   
 h.  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ ,  $\text{KCN}$ ,  $\text{NaCl}$       i.  $\text{NaCN}$ ,  $\text{CH}_3\text{COONa}$ ,  $\text{K}_2\text{S}$

12. เมื่อผสมสารละลายน้ำแข็ง HCl 1.60 mol/dm<sup>3</sup> 40.00 cm<sup>3</sup> กับสารละลายน้ำ NaOH 1.00 mol/dm<sup>3</sup> 60.00 cm<sup>3</sup>

- สารละลายน้ำที่ไม่มีสมบัติเป็นกรด
  - ความเข้มข้นของ  $\text{Na}^+$  ในสารพิสูจน์ที่ได้เท่ากับ  $1.20 \text{ mol/dm}^3$
  - ความเข้มข้นของ  $\text{H}^+$  ในสารพิสูจน์ที่ได้เท่ากับ  $0.04 \text{ mol/dm}^3$
  - ความเข้มข้นของ  $\text{Cl}^-$  ในสารพิสูจน์ที่ได้เท่ากับ  $0.64 \text{ mol/dm}^3$

ស្រុបខ័ណ្ឌិត

19. ถ้านำแอมโมเนียมคลอไรด์ซึ่งเป็นของแข็งสีขาวมาละลายน้ำ สารละลายที่ได้มีสมบัติเป็นกรดหรือเบส เพราะเหตุใด

- ก. เป็นเบส เพราะแอมโมเนียมคลอไรด์แตกตัวให้แอมโมเนียมไอออน
- ข. เป็นเบส เพราะแอมโมเนียมไอออนทำปฏิกิริยา กับน้ำให้แอมโมเนียมซึ่งเป็นเบส
- ค. เป็นกรด เพราะแอมโมเนียมซึ่งเป็นเบส เมื่อเกิดขึ้นแล้วจะระเหยไปทางส่วน
- ง. เป็นกรด เพราะแอมโมเนียมไอออนให้ proton แก่น้ำ

20. พิจารณาข้อความต่อไปนี้

1. สารละลายน้ำตรฐานคือสารละลายที่ทราบความเข้มข้นที่แน่นอนแล้ว
2. สารละลายตัวอย่างคือสารละลายที่ยังไม่ทราบความเข้มข้น
3. จุดยุติของการไฟเกรดคือจุดที่อินดิเคเตอร์เปลี่ยนสี
4. จุดสมมูลมีค่าใกล้เคียงกับจุดยุติใช้แทนกันได้

ข้อใดกล่าวไว้ถูกต้อง

- |               |                  |
|---------------|------------------|
| ก. 1 และ 3    | ข. 2 และ 3       |
| ค. 1, 2 และ 3 | ง. 1, 2, 3 และ 4 |

21. ในการไฟเกรดสารละลายกรดซัลฟิวริกเข้มข้น  $0.05 \text{ mol/l}$  ปริมาตร  $10.0 \text{ cm}^3$  กับสารละลายแอมโมเนียมเข้มข้น  $0.12 \text{ mol/l}$  จนถึงจุดยุติ ข้อใดให้ผลใกล้เคียงความจริงมากที่สุด

ข้อ	ปริมาตร $\text{NH}_3$ ที่อ่านได้ ( $\text{cm}^3$ )	อินดิเคเตอร์	การเปลี่ยนสีของอินดิเคเตอร์ (ช่วง pH)
ก.	4	เมทิลออเรนจ์	แดง --> ส้ม ( $3.1 - 4.4$ )
ข.	4.2	ไบร์โนไทมอลบลู	เหลือง --> เขียว ( $6.0 - 7.6$ )
ค.	8.3	เมทิลред	แดง --> ส้ม ( $4.4 - 6.0$ )
ง.	8.3	พีโนลฟ์ฟทาลีน	ไม่มีสี --> ชมพู ( $8.3 - 10.4$ )

22. ในการไฟเกรดระหว่างสารละลายกรดอะซิติกและสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เมื่อถึงจุดยุติจะได้สารละลายซึ่ง pH เท่ากับเท่าใด

- |               |                          |
|---------------|--------------------------|
| ก. เท่ากับ 7  | ข. มากกว่า 7             |
| ค. น้อยกว่า 7 | ง. น้อยกว่าหรือเท่ากับ 7 |

23. ถ้าใช้  $H_2SO_4$  1 mol / dm<sup>3</sup> 100 cm<sup>3</sup> ทำปฏิกิริยากับ NaOH 1 mol / dm<sup>3</sup> แล้ว NaOH ที่นำมาเตรียมสารละลายนี้มีสารเจือปนร้อยละ 5 โดยมวล จะดูสะเทินของปฏิกิริยานี้ต้องใช้ NaOH กี่กรัม Ba(OH)<sub>2</sub> เช่นตัวอย่าง ( $Na = 23, O = 16, H = 1$ )

n. 190

پ. 105

凡 210

§. 200

24. จุดสมมูลของปฏิกิริยาระหว่างสารละลาย HCl กับ NaOH คือข้อใด

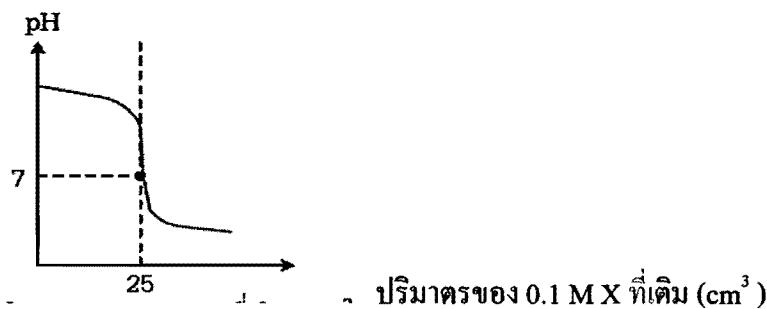
ก. pH มากกว่า 7

๙. pH น้อยกว่า 7

ค. pH เท่ากับ 7

#### ๔. pH เท่ากับ 14

25. เมื่อ 0.1 M ของ X ถูกไหเกรตกับ 25 cm<sup>3</sup> ของ 0.1 M ของ Y เจียนกราฟได้ดังนี้



### จากกราฟข้อใดถูกต้อง

ก. X เป็นกรดแก่ และ Y เป็นเบสแก่                  ข. X  
ค. X เป็นกรดแก่ และ Y เป็นเบสอ่อน                  ง. X  
คำชี้แจง ใช้ข้อมูลต่อไปนี้ประกอบการตอบคำถามข้อ 26

๗. X เป็นแบบแก่ และ Y เป็นกรดแก่

๔. X เป็นแบบส่วน และ Y เป็นกรดแก๊ส

อินดิคेटอร์	เปลี่ยนสีเมื่อสารละลายมี pH ระหว่าง
เมทิลօอเรนจ์	3.1 - 4.4
ไบโรมิครีซอลกอรีน	3.8 - 5.4
เมทิลред	4.4 - 6.2
ฟินอลฟ์กาลีน	8.3 - 10.0

26. การไทยгерตสารละลายน้ำ (BOH) ปริมาตร  $20\text{ cm}^3$  กับสารละลายน HCl เข้มข้น  $0.1\text{ mol/dm}^3$  ที่จุดสมมูลต้องใช้ปริมาตรสารละลายน HCl  $20\text{ cm}^3$  อินดิคेटอร์ใดเหมาะสมที่จะใช้ในการไทยгерт

อินดิคेटอร์	ช่วง pH ของการเปลี่ยนสี
A	3.3 – 4.6
B	3.8 -5.4
C	5.2 -6.8
D	6.0 – 7.6

ก. A

ก. B

ก. C

ก. D

27. การไทยгерตสารละลายนกรดอ่อน HA ปริมาตร  $25\text{ cm}^3$  กับสารละลายน NaOH เข้มข้น  $0.1\text{ mol/dm}^3$  ปริมาตรของ NaOH ที่จุดสมมูลเป็น  $25\text{ cm}^3$  อินดิคेटอร์ใดเหมาะสมที่สุดในการไทยгертนี้ (กำหนดให้  $K_a$  ของ A- เท่ากับ  $2.0 \times 10^{-9}$ )

ข้อ	อินดิคेटอร์	ช่วง pH ของการเปลี่ยนสี
ก.	A	6.0 – 7.6
ก.	B	6.4 – 8.2
ก.	C	8.0 – 9.8
ก.	D	9.4 – 10.6

28. ยาลดกรดชนิดหนึ่งมี  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  อุปาร์อุบล 29 โดยมวลต่อมวล นอกนั้นเป็นแป้ง ถ่านหิน หนังก เม็ดละ  $0.2\text{ g}$  จะต้องใช้ยาเกลือเม็ด จึงจะทำให้ปฏิกิริยาพอดีกับสารละลายน HCl  $0.02\text{ mol/l}$  จำนวน  $300\text{ cm}^3$  ( $\text{Mg} = 24, \text{O} = 16, \text{H} = 1$ )

ก. 2

ก. 3

ก. 4

ก. 5

29. ยาลดกรดชนิดหนึ่งมี  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  ผสมแป้ง ถ่านนำ ยาชนิดนี้  $0.10\text{ g}$  รั่ม มาไทยгерตจนถึงจุดยุติคำวายสารละลายนกรดไฮโดรคลอริก  $0.10\text{ mol/l}$  โมลต่อลิตร ปรากฏว่าต้องใช้กรดไฮโดรคลอริก  $10\text{ cm}^3$  จงหาว่า ในยา 1 รั่มจะมี  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  กิกรั่ม (มวลอะตอมของ H = 1, O = 16, Mg = 24)

ก. 0.29

ก. 0.58

ก. 1.16

ก. 2.90

30. กำหนดสารละลายน้ำฟเฟอร์ A และ B ดังแสดงในตาราง

สารละลายน้ำฟเฟอร์	องค์ประกอบ
A	$\text{H}_3\text{PO}_4/\text{NaH}_2\text{PO}_4$
B	$\text{NaH}_2\text{PO}_4/\text{Na}_2\text{HPO}_4$

1. เมื่อเติม HCl ปริมาณเล็กน้อยลงใน A  $\text{H}^+$  จาก HCl จะทำปฏิกิริยา กับ  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$
  2. เมื่อเติม NaOH ปริมาณเล็กน้อยลงใน B  $\text{OH}^-$  จาก NaOH จะทำปฏิกิริยา กับ  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$
  3. คุ้งเบสของสารละลายน้ำฟเฟอร์ A และ B คือ  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  และ  $\text{HPO}_4^{2-}$  ตามลำดับ
  4. คุ้งเบสของสารละลายน้ำฟเฟอร์ A และ B คือ  $\text{H}_3\text{PO}_4$  และ  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  ตามลำดับ  
ข้อสรุปที่ถูกต้องคือข้อใด
- ก. 1 และ 3    ข. 2 และ 4
- ค. 1 2 และ 3    ง. 1 2 และ 4

31. การเตรียมสารละลายในข้อใดได้สารละลายน้ำฟเฟอร์

- ก. เติม NaOH เข้มข้น 0.1 mol/l จำนวน 100 cm<sup>3</sup> ลงใน HCl เข้มข้น 0.1 mol/l จำนวน 150 cm<sup>3</sup>
- ข. เติม NaOH เข้มข้น 0.01 mol/l จำนวน 100 cm<sup>3</sup> ลงใน CH<sub>3</sub>COOH เข้มข้น 0.05 mol/l จำนวน 20 cm<sup>3</sup>
- ค. เติม HCl เข้มข้น 0.2 mol/l จำนวน 100 cm<sup>3</sup> ลงใน NH<sub>3</sub> เข้มข้น 0.02 mol/l จำนวน 200 cm<sup>3</sup>
- ง. เติม HCl เข้มข้น 0.05 mol/l จำนวน 25 cm<sup>3</sup> ลงใน NH<sub>3</sub> เข้มข้น 0.02 mol/l จำนวน 100 cm<sup>3</sup>

32. สารละลายในข้อใดเป็นสารละลายน้ำฟเฟอร์

- ก. 10 cm<sup>3</sup> 1.0 mol / dm<sup>3</sup> NH<sub>3</sub> + 10 cm<sup>3</sup> 1.0 mol / dm<sup>3</sup> NH<sub>4</sub>OH
- ข. 10 cm<sup>3</sup> 1.0 mol / dm<sup>3</sup> H<sub>2</sub>S + 10 cm<sup>3</sup> 1 mol / dm<sup>3</sup> Na<sub>2</sub>S
- ค. 10 cm<sup>3</sup> 1.0 mol / dm<sup>3</sup> NaOH + 20 cm<sup>3</sup> 1.0 mol / dm<sup>3</sup> CH<sub>3</sub>COOH
- ง. 10 cm<sup>3</sup> 1.0 mol / dm<sup>3</sup> CH<sub>3</sub>COOH + 20 cm<sup>3</sup> 1.0 mol / dm<sup>3</sup> NaCN

33. ถ้าต้องการเตรียมสารละลายน้ำฟเฟอร์ให้มี pH ประมาณ 9 ควรใช้สารผสมคู่ใด

- ก. NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> + NH<sub>3</sub>    ข. NaOAc + HOAc
- ค. NaHCO<sub>3</sub> + Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>    ง. NH<sub>4</sub>OH + NaOH

34. เมื่อผสมสารละลาย CH<sub>3</sub>COOH 0.2 mol / dm<sup>3</sup> จำนวน 10 cm<sup>3</sup> และสารละลาย NaOH 0.1 mol / dm<sup>3</sup> จำนวน 10 cm<sup>3</sup> เข้าด้วยกัน สารละลายที่ได้จะเป็นสารละลายที่มีสมบัติอย่างไร

- ก. สารละลายน้ำฟเฟอร์ที่มี pH ต่ำกว่า 7
- ข. สารละลายน้ำฟเฟอร์ที่มี pH สูงกว่า 7



## ข.2 เฉลยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส

1.	ข	19.	จ
2.	ข	20.	จ
3.	ข	21.	ค
4.	ก	22.	ข
5.	ค	23.	ค
6.	ค	24.	ค
7.	ก	25.	ก
8.	ข	26.	ก
9.	ข	27.	ค
10.	ค	28.	ข
11.	จ	29.	ข
12.	ก	30.	ค
13.	ก	31.	จ
14.	ข	32.	จ
15.	จ	33.	ก
16.	ก	34.	ก
17.	จ	35.	ข
18.	ค	36.	จ

### ข.3 แบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหา วิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส

**แบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหา วิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส**

**หัวมัธยมศึกษาปีที่ ๕**

#### คำอธิบาย

- แบบทดสอบฉบับนี้กำหนดเป็นสถานการณ์ แต่ละสถานการณ์มีคำตาม 4 ข้อ เป็นแบบเลือกตอบ รวมทั้งหมด 28 ข้อ ใช้เวลา 60 นาที
- ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว โดยทำเครื่องหมาย X ลงในช่องว่างที่ตรงกับข้อที่เลือกในกระดาษคำตอบ
- ห้ามทำเครื่องหมายใด ๆ ลงในแบบทดสอบฉบับนี้

**สถานการณ์ที่ 1 :** บ้านหลังหนึ่ง ตั้งอยู่ใกล้โรงงานผลิตน้ำยาล้างห้องน้ำ บริเวณหน้าบ้านจะเป็นสนามหญ้าและมีรูปปั้นตั้งไว้ 3 ที่ รูปปั้นที่ 1 ตั้งห่างจากโรงงาน 3 กิโลเมตร รูปปั้นที่ 2 ตั้งห่างจากโรงงาน 3.50 กิโลเมตร และรูปปั้นที่ 3 ตั้งห่างจากโรงงาน 3.90 กิโลเมตร โดยรูปปั้นจะตั้งไว้กลางแจ้งซึ่งจะโคนฟัน โคนลมตลอด ทุกปีที่ทำความสะอาดจะพบว่ารูปปั้นที่ 1 น้ำเกิดการผุพังเสียหายมาก รองลงมาคือรูปปั้นที่ 2 และ 3 ตามลำดับ ดังรูป



รูปปั้นที่ 1



รูปปั้นที่ 2



รูปปั้นที่ 3

- ปัญหาของสถานการณ์นี้คืออะไร
  - บ้านหลังนี้ ตั้งอยู่ใกล้โรงงานผลิตภัณฑ์น้ำยาล้างห้องน้ำ
  - รูปปั้นทั้ง 3 ผุพังเสียหาย
  - ต้องทำความสะอาดรูปปั้น
  - ระยะห่างของรูปปั้นกับโรงงานผลิตภัณฑ์น้ำยาล้างห้องน้ำ

2. สาเหตุของปัญหานี้คืออะไร
  - ก. รูปปั้นตั้งไว้กลางแจ้ง
  - ข. ระยะห่างของรูปปั้นกับโรงงาน
  - ค. ที่ตั้งของบ้าน
  - ง. สารเคมีจากโรงงาน
3. แนวทางการแก้ไขปัญหาคืออะไร
  - ก. ย้ายบ้านให้ห่างจากโรงงาน
  - ข. ย้ายรูปปั้นให้ห่างจากโรงงาน
  - ค. ย้ายรูปปั้นไปไว้ในบ้าน
  - ง. ทำที่กันฝุ่นกันลมให้รูปปั้น
4. ผลที่เกิดจากการแก้ไขปัญหานี้คืออะไร
  - ก. ย้ายที่อยู่
  - ข. ที่ดินถูกปล่อยกร้าง
  - ค. การพูพังของรูปปั้นจะลดลง
  - ง. รูปปั้นไม่พูพัง

สถานการณ์ที่ 2 : ณ ห้องวิทยาศาสตร์ซึ่งมีสารเคมีมากมายหลายชนิด เด็กชายนเดช สนใจสารเคมีที่เป็นสารละลายน้ำชนิดหนึ่งซึ่ง ไม่มีสีและ ไม่มีกลิ่น แต่เขาไม่รู้ว่าสารละลายนี้มีสมบัติเป็นกรดหรือเบส นักเรียนช่วยแนะนำคิดเห็นอย่างว่าเขาจะต้องทำยังไงถึงจะรู้ว่าเป็นกรดหรือเบส
5. ปัญหาของสถานการณ์นี้คืออะไร
  - ก. เด็กชายนเดชไม่รู้ชนิดของสาร
  - ข. สารเคมีมากมายหลายชนิด
  - ค. ไม่ทราบว่าสารละลายนี้มีสมบัติเป็นกรดหรือเบส
  - ง. เขายากจะเข้มวัมนคืออะไรกันแน่
6. สาเหตุของปัญหานี้คืออะไร
  - ก. ไม่มีฉลากบอกชื่อสาร
  - ข. สารเคมีมีอันตราย
  - ค. เขายากจะเข้มวัมนคืออะไร
  - ง. เขายาสนใจสารเคมี

7. แนวทางการแก้ไขปัญหาคืออะไร

ก. เรากว่าคาดคะเนว่าเป็นสารเคมีชนิดใด

ข. ทดสอบโดยการชิม

ค. ทดสอบโดยการคลื่น

ง. ทดสอบโดยการใช้อินดิเคเตอร์

8. ผลที่เกิดจากการแก้ไขปัญหานี้คืออะไร

ก. ทำให้รู้ว่ารสชาติเป็นยังไง

ข. ทำให้ทราบว่าสารละลายนี้มีสมบัติเป็นกรดหรือเบส

ค. ทำให้ทราบว่าสารละลายนี้เป็นอันตรายต่อสุขภาพ

ง. ทำให้ทราบว่ามีสารเคมีมาก

สถานการณ์ที่ 3 : ชาวนาคนหนึ่ง ปลูกข้าวในที่นา จำนวน 5 ไร่ ในแต่ละปีจะได้ผลผลิตข้าว 250 ถัง/ปี ในปีต่อมาทำการเพาะปลูกที่เดิม แต่ได้ผลผลิตเพียง 200 ถัง และลดลงเรื่อยๆ จนกระทั่งเข้าปีที่ 4 พบว่าได้ผลผลิตข้าวเพิ่มขึ้น ทั้งๆ ที่ในช่วงเวลาดังกล่าวไม่มีปัญหารोคพืชและไส่ปีชี้สูตรเดียว กัน และแต่ต่างกันที่ ปีที่ 4 ได้มีการนำปุ๋นขาวมาหัวน้ำในที่นา

9. ปัญหางงสถานการณ์นี้คืออะไร

ก. ปีที่ 1-3 ได้ผลผลิตข้าวลดลง

ข. ปีที่ 4 ได้ผลผลิตข้าวเพิ่มขึ้น

ค. ปีที่ 1-3 เกิดโรคพืช และแมลงศัตรูพืช

ง. ปีที่ 4 นำปุ๋นขาวมาหัวน้ำในที่นา

10. สาเหตุของปัญหานี้คืออะไร

ก. ปุ๋นขาว

ข. ฝนไม่ตกถูกต้องตามฤดูกาล

ค. เกิดภาวะโรคร้อน

ง. ดินมีความเป็นกรดมากเกินไป

11. แนวทางการแก้ไขปัญหาคืออะไร

ก. นำปุ๋นขาวมาใส่

ข. นำน้ำปุ๋นมาใส่

ค. นำปุ๋นมาใส่

ง. ปล่อยทิ้งไว้

12. ผลที่เกิดจากการแก้ไขปัญหานี้คืออะไร

- ก. คินชาดการดูแลรักษา
- ข. คินมีค่าความเป็นกรด-เบสที่เหมาะสมต่อการปลูกข้าว
- ค. ที่คินถูกปล่อยลงรกรัง
- ง. ได้ผลผลิตข้าวมากขึ้น

สถานการณ์ที่ 4 : เด็กชายมังกร ต้องการพิสูจน์เกลือชนิดหนึ่ง ว่าเกลือชนิดนี้เกิดจากการด-เบส ชนิดใด เขาจึงนำเกลือชนิดนี้มาละลายน้ำ พลปรากฏว่า เกลือละลายน้ำ ได้เล็กน้อย ดังนั้นเด็กชายมังกร จึงนำสารละลายเกลือมาอุ่น โดยใช้เวลาในการอุ่น 1 นาที และทดสอบด้วยกระดาษลิตมัสปรากฏว่ากระดาษลิตมัสเปลี่ยนสีจากน้ำเงินเป็นแดง และเมื่อนำสารละลายเกลือไปอุ่นจนกระทั่งเกลือไม่สามารถละลายได้อีก แล้วทดสอบด้วยกระดาษลิตมัสอีกครั้ง ปรากฏว่ากระดาษลิตมัสที่ไม่เปลี่ยนสี (ทั้งกระดาษสีแดงและน้ำเงิน)

13. ปัญหาของสถานการณ์นี้คืออะไร

- ก. ทำไมเกลือละลายน้ำได้เล็กน้อย
- ข. เกลือชนิดนี้เกิดจากการด-เบสชนิดใด
- ค. กระดาษลิตมัสไม่เปลี่ยนสี
- ง. กระดาษลิตมัสไม่สามารถพิสูจน์ได้

14. สาเหตุของปัญหานี้คืออะไร

- ก. กระดาษลิตมัสเสื่อมคุณภาพ
- ข. อนุภาคของเกลือมีความแข็งแรงมาก
- ค. ต้องการพิสูจน์ชนิดของเกลือ
- ง. กระดาษลิตมัสไม่เปลี่ยนสี

15. แนวทางการแก้ไขปัญหานี้คืออะไร

- ก. ใช้ pH มิเตอร์แทน
- ข. เพิ่มเวลาในการอุ่นเกลือ
- ค. นำเกลือไปอุ่นจนกระทั่งเกลือไม่สามารถละลายได้อีกแล้วก่อข้อทดสอบด้วยกระดาษลิตมัส
- ง. ใช้กระดาษลิตมัสที่ไม่เสื่อมคุณภาพ

16. ผลที่เกิดจากการแก้ไขปัญหานี้คืออะไร

- ก. เป็นเกลือที่เกิดจากการด-เบสแก่
- ข. สารละลายเกลือมีค่า pH เท่ากับ 7
- ค. เกลือละลายได้นากขึ้น
- ง. กระดาษลิตมัสไม่เปลี่ยนสี

**สถานการณ์ที่ 5 :** ณ ห้องปฏิบัติการเคมี โรงเรียนชุมพลวิทยาสรรค์ นักเรียนทุกคนกำลังทำการทดลองรึ่ง ปฏิกริยาของกรด-เบส สารเคมีที่ใช้คือ สารละลายกรดและสารละลายเบส แต่เพื่อญ ฉลากที่เขียนบอกความเข้มข้นของสารละลายกรดดันเปื่อยและขาดช่วง นักเรียนช่วยกันคิดหน่อยว่าเราจะทำย่างไร

17. ปัญหาของสถานการณ์นี้คืออะไร

- ก. ฉลากบอกความเข้มข้นของสารละลายกรดเปื่อย
- ข. ไม่ทราบความเข้มข้นของสารละลายกรด
- ค. ทราบความเข้มข้นของสารละลายเบส
- ง. ไม่สามารถทำการทดลองได้

18. สาเหตุของปัญหานี้คืออะไร

- ก. สารละลายกรดทำให้ฉลากเปื่อย
- ข. ฉลากบอกความเข้มข้นของสารละลายกรดเปื่อย
- ค. นักเรียนทำการทดลองรึ่งปฏิกริยาของกรด-เบส
- ง. ไม่ทราบความเข้มข้นของสารละลายกรด

19. แนวทางการแก้ไขปัญหาคืออะไร

- ก. วัดค่า pH ของสารละลายกรด
- ข. นำสารละลายกรดไปทิ้งหรือกับสารละลายเบส
- ค. ทำการทดลองได้เลย
- ง. ใช้สารอื่นแทน

20. ผลที่เกิดจากการแก้ไขปัญหานี้คืออะไร

- ก. ทราบค่า pH ของสารละลายกรด
- ข. ทราบความเข้มข้นของสารละลายกรด
- ค. กรดกับเบสทำปฏิกริยากันได้เกลือและน้ำ
- ง. ไม่มีการเปลี่ยนแปลง

**สถานการณ์ที่ 6 :** ในการไฟเกรตระหว่างสารละลายน้ำอะซิติก เข้มข้น  $0.1 \text{ mol/dm}^3$  ปริมาตร  $10 \text{ cm}^3$  ให้ทำปฏิกิริยาเพื่อกันกับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น  $0.1 \text{ mol/dm}^3$  พบว่า เมื่อใช้ฟินอล์ฟทาลีนเป็นอินดิเคเตอร์จะต้องใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์  $10 \text{ cm}^3$  และเมื่อใช้เมทิลอะเรนเป็นอินดิเคเตอร์จะใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ปริมาตร  $9.8 \text{ cm}^3$

21. ปัญหาของสถานการณ์นี้คืออะไร

- ก. ปริมาตรของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้
- ข. สารละลายน้ำอะซิติกกับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ทำปฏิกิริยาเพื่อกัน
- ค. อินดิเคเตอร์ไดบอยกจุดสมมูลได้ไกล์คีบงจุดยุติ
- ง. อินดิเคเตอร์ไดบอยกจุดยุติได้ไกล์คีบงจุดสมมูล

22. สาเหตุของปัญหานี้คืออะไร

- ก. ปฏิกิริยาเกิดขึ้นเร็ว
- ข. อินดิเคเตอร์แต่ละตัวบอยกจุดยุติได้แตกต่างกัน
- ค. การบอยกจุดสมมูลของอินดิเคเตอร์
- ง. การทำปฏิกิริยากันพอดีของสารละลาย

23. แนวทางการแก้ไขปัญหานี้คืออะไร

- ก. ใช้ฟินอล์ฟทาลีนเป็นอินดิเคเตอร์
- ข. ใช้เมทิลอะเรนเป็นอินดิเคเตอร์
- ค. ใช้ทั้งฟินอล์ฟทาลีนและเมทิลอะเรนเป็นอินดิเคเตอร์
- ง. ใช้อินดิเคเตอร์ชนิดอื่น

24. ผลที่เกิดจากการแก้ไขปัญหานี้คืออะไร

- ก. ใช้เวลาในการทดลองน้อยลง
- ข. ใช้เวลาในการทดลองมากขึ้น
- ค. ได้อินดิเคเตอร์ที่บอยกจุดยุติได้ไกล์คีบงจุดสมมูล
- ง. ได้อินดิเคเตอร์ที่บอยกจุดสมมูลได้ไกล์คีบงจุดยุติ

**สถานการณ์ที่ 7 :** ในการวินิจฉัยโรคของคนไข้คุณหนึ่งพบว่า pH ของเลือดสูงกว่าปกติ แพทย์จึงต้องช่วยคุณเดินโดยให้คนไข้หายใจเข้า-ออกในถุงกระดาษในระยะเวลาสั้น ๆ

25. ปัญหาของสถานการณ์นี้คืออะไร

- ก. ค่า pH ต่ำกว่าปกติ
- ข. ค่า pH สูงกว่าปกติ
- ค. ถูกทั้งข้อ 1 และ 2
- ง. ไม่มีข้อถูก

26. สาเหตุของปัญหานี้คืออะไร

- ก. การทำงานของระบบหายใจผิดปกติ
- ข. การทำงานของระบบเผาอาหารผิดปกติ
- ค. การทำงานของไตผิดปกติ
- ง. การทำงานของหัวใจผิดปกติ

27. แนวทางการแก้ไขปัญหาคืออะไร

- ก. รับประทานยาพาราเซตามอล
- ข. ปั๊มหัวใจ
- ค. ให้ยาลดกรด
- ง. ให้หายใจเข้า-ออกในถุงกระดาษในระยะเวลาสั้น ๆ

28. ผลที่เกิดจากการแก้ไขปัญหานี้คืออะไร

- ก. หายใจเป็นปกติ
- ข. ค่า pH ในเลือดปกติ
- ค. ค่า pH ในเลือดต่ำลง
- ง. กระเพาะอาหารทำงานปกติ

#### ข.4 เฉลยแบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหา วิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส

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

**ช.5 แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปฎิบัติการแบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด-เบส**

**คำชี้แจง**

1. แบบสอบถามนี้จัดทำขึ้นเพื่อสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่อง กรด-เบส โดยใช้ปฎิบัติการแบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์
2. แบบสอบถามนี้ประกอบด้วย 3 ตอน คือ
  - ตอนที่ 1 ข้อมูลของผู้ตอบแบบสอบถาม
  - ตอนที่ 2 ความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่อง กรด-เบส โดยใช้ปฎิบัติการแบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์
  - ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

**ตอนที่ 1 ข้อมูลของผู้ตอบแบบสอบถาม**

คำชี้แจง ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย ✓ ให้ตรงตามความเป็นจริงเกี่ยวกับข้อมูลของนักเรียน

- |         |                                |                                |                                |
|---------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| 1. เพศ  | <input type="checkbox"/> ชาย   | <input type="checkbox"/> หญิง  |                                |
| 2. อายุ | <input type="checkbox"/> ม.5/1 | <input type="checkbox"/> ม.5/2 |                                |
| 3. อายุ | <input type="checkbox"/> 16 ปี | <input type="checkbox"/> 17 ปี | <input type="checkbox"/> 18 ปี |

**ตอนที่ 2 ความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่อง กรด-เบส โดยใช้ปฎิบัติการแบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์**

คำชี้แจง ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง □ ที่ตรงกับระดับความคิดเห็นของท่านมากที่สุด โดย

- |           |                            |
|-----------|----------------------------|
| 1 หมายถึง | ระดับความพึงพอใจน้อยที่สุด |
| 2 หมายถึง | ระดับความพึงพอใจ           |
| 3 หมายถึง | ระดับความพึงพอใจปานกลาง    |
| 4 หมายถึง | ระดับความพึงพอใจมาก        |
| 5 หมายถึง | ระดับความพึงพอใจมากที่สุด  |

ด้าน	ประเด็นวัด	ระดับความพึงพอใจ				
		5	4	3	2	1
ด้านบทบาท ของผู้สอน	1. ครูใช้คำตามกระตุ้นให้นักเรียนค้นหาคำตอบด้วยตนเอง					
	2. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ซักถามปัญหาและแสดงความคิดเห็น					
	3. ครูมีการจัดเรียงเนื้อหาจากเรื่องง่ายไปสู่เรื่องยาก					
	4. ครูชี้แจงเนื้อหาที่สอนกับเนื้อหาที่เรียนมา					
ด้านบทบาท ของผู้เรียน	5. นักเรียนได้กำหนดจุดนุ่งหมาย วางแผนและออกแบบ					
	6. นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงในการค้นหาคำตอบ					
	7. นักเรียนสามารถเชื่อมโยงเนื้อหาที่เรียนกับเนื้อหาอื่นได้					
	8. นักเรียนมีทักษะในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นเฉพาะหน้าได้					
ด้านเนื้อหา	9. เนื้อหามีความสอดคล้องครอบคลุมทุกด้านประสงค์การเรียนรู้					
	10. เนื้อหามีความถูกต้อง ครบถ้วนตามหลักวิชาการ และเพียงพอที่จะเป็นพื้นฐานในการสร้างข้อความรู้ใหม่ หรือเกิดพฤติกรรมหรือทักษะที่ต้องการ					
	11. เนื้อหาส่งเสริมให้นักเรียนใช้ทักษะกระบวนการคิด					
	12. เนื้อหาสาระเหมาะสมกับจำนวนเวลา					
ด้านการจัด กิจกรรมการ เรียนรู้	13. กิจกรรมสอดคล้องตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้ และเนื้อหาสาระ					
	14. กิจกรรมเหมาะสมกับเวลา สถานที่ วัสดุอุปกรณ์ และสภาพแวดล้อมของผู้เรียนและโรงเรียน					
	15. กิจกรรมการเรียนรู้มุ่งส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกทักษะการแก้ปัญหา					
	16. กิจกรรมเชื่อมโยงความรู้เพื่อนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน					
	17. เป็นกิจกรรมที่แปลกใหม่ๆ น่าสนใจให้นักเรียนเข้าใจ ในเนื้อหาตามจุดประสงค์					

ค้าน	ประเด็นวัด	ระดับความพึงพอใจ				
		5	4	3	2	1
ค้านการวัดและประเมินผล	18. วิธีการวัด และเครื่องมือวัดสอดคล้องกับพฤติกรรมที่กำหนดในชุดประสงค์					
	19. นักเรียนมีส่วนร่วมในการวัดและประเมินผล					
	20. ใช้วิธีการวัดและการประเมินอย่างหลากหลาย					
	21. มีการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ตรวจสอบตัวเอง และปรับปรุงผลงานให้ดีขึ้น					
ค้านประโยชน์ของผู้เรียนที่ได้รับ	22. สามารถนำความรู้และความเข้าใจไปใช้ในชีวิตประจำวัน					
	23. นักเรียนสามารถคิดแก้ปัญหาได้					
	24. นักเรียนได้เรียนรู้วิธีการปฏิบัติงานใหม่ ประส蒂ทิพามากยิ่งขึ้น					
	25. นักเรียนรู้จักและใช้อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์อย่างถูกต้อง					

### ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

ภาคผนวก ค  
เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบ

# ปฏิบัติการแบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ที่ 1

## เรื่อง การหาค่า pH ของสารละลายน้ำยอนดิเคเตอร์สำหรับกรด-เบส

วันที่ทำการทดลอง วันที่ ..... เดือน..... พ.ศ.....

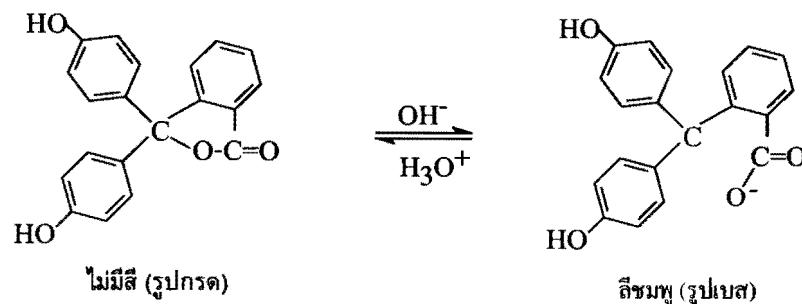
วัดดูประสังค์

1. ทำการทดลองเพื่อศึกษาการเปลี่ยนสีของอินดิเคเตอร์แต่ละชนิด ได้
  2. อธิบายการเปลี่ยนสีของอินดิเคเตอร์แต่ละชนิด ได้
  3. ทำการทดลองเพื่อศึกษาหาค่า pH ของสารละลาย ได้

## หลักการ

อินดิเคเตอร์สำหรับกรด-เบส

อินดิเคเตอร์ คือ สารที่ใช้บอกความเป็นกรด-เบส ของสารละลายน้ำได้อย่างหนึ่ง สารประกอบที่เปลี่ยนสีได้ที่ pH เนื่องตัว จะถูกนำมาใช้เป็นอินดิเคเตอร์ได้ เช่น พีโนลฟ์กาลีน จะไม่มีสีเมื่ออุ่นในสารละลายกรด และจะเปลี่ยนเป็นสีชมพู เมื่ออุ่นในสารละลายน้ำที่มี pH 8.3



ภาพที่ ค.1 สูตรโครงสร้างของฟินอล์ฟทาลีนในสารละลายน้ำและเบสต์

อินดิเคเตอร์สำหรับกรด-เบส เป็นสารอินทรีย์ อาจเป็นกรดหรือเบสอ่อน ๆ ซึ่งสามารถเปลี่ยนจากรูปหนึ่งไปเป็นอีกรูปหนึ่งได้ เมื่อ pH ของสารละลายนี้เปลี่ยน

## การเปลี่ยนสีของอินดิเคเตอร์

HIn เป็นสัญลักษณ์ของอินดิเคเตอร์ที่อยู่ในรูปกรด (Acid form)

In เป็นสัญลักษณ์ของอินดิเคเตอร์ที่อยู่ในรูปแบบ (Basic form)

รูปกรุ๊คและรูปเบสมีภาวะสมดุล เนี่ยนแสลงได้ด้วยสมการ ดังนี้



; (\* = กรณีเป็นฟินอัลฟ์ฟากเดิน)

- เมื่อเติมกรด ( $H_3O^+$ ) ทำให้ปริมาณ  $[H_3O^+]$  ทางขวาของสมการมีมากขึ้น ปฏิกิริยาจะเกิด

ย้อนกลับ ทำให้มี  $HIn$  มากขึ้นจึงเห็นเป็นสีของกรด  $HIn$

- เมื่อเติมเบส ( $\text{OH}^-$ )  $\text{OH}^-$  จะทำปฏิกิริยา กับ  $\text{H}_3\text{O}^+$  ทำให้  $\text{H}_3\text{O}^+$  น้อยลง ปฏิกิริยาจะไปข้างหน้ามากขึ้น ( $\rightarrow$ ) ทำให้มี  $\text{In}^-$  มากขึ้น จึงเห็นเป็นสีเขียวของ  $\text{In}^-$

ตัวอย่างที่ 1 เมทิลเครค มีช่วง pH 4.4 - 6.2 หมายความว่า สารละลายน้ำที่หยดเมทิลเครลงไป จะเปลี่ยนสีจากปูกรด (แดง) ไปเป็นรูปเบส (เหลือง) ในช่วง pH ตั้งแต่ 4.4 - 6.2 นั่นคือ

- \* ถ้า pH < 4.4 จะให้สีแดง (รูปกรด)
  - \* pH อยู่ระหว่าง 4.4 - 6.2 จะให้สีผอมระหว่างสีแดงกับเหลือง คือ สีส้ม
  - \* pH > 6.2 จะให้สีเหลือง (รูปเบส)

ตัวอย่างที่ 2 การทดลองหาค่า pH ของสารละลายนิคหนึ่ง โดยใช้อินดิกेटอร์ 5 ชนิดคั่วยกัน ผลการทดลองเป็นดังนี้

ชนิดของอินดิเคเตอร์	ช่วง pH	สีที่เปลี่ยน	สีสารละลายน้ำจากการทดลอง
1. methyl yellow	2.9-4.0	สีแดง-เหลือง	เหลือง
2. Bromoresol green	3.8-5.4	เหลือง-น้ำเงิน	น้ำเงิน
3. Methyl red	4.4-6.2	แดง-เหลือง	ส้ม
4. Bromothymol blue	6.0-7.6	เหลือง-น้ำเงิน	เหลือง
5. Phenolphthalein	8.0-9.6	ไม่มีสี-สีชมพู	ไม่มีสี

ให้หากำ pH ของสารละลายจากข้อมูลการทดลองข้างต้น

แนวคิด จำกอนิคิเกอร์ชันิกที่ 1 แสดงว่า pH ของสารละลายน > 4

จากอินดิคेटอร์ชีนิคที่ 2 แสดงว่า pH ของสารละลายน้อยกว่า 4.4-6.2

จากอนิคิเตอร์ชันิกที่ 3 แสดงว่า pH ของสารละลาย  $> 5.4$

จากอินดิเคเตอร์ชนิดที่ 4 แสดงว่า pH ของสารละลายน้อยกว่า 6

จากอนิคิเกทอร์ชันิกที่ 5 แสดงว่า pH ของสารละลายน้อยกว่า 8.0

สรุปได้ว่าสารละลายมี pH อยู่ระหว่าง 5.4 - 6

## อุปกรณ์และสารเคมี

### อุปกรณ์

1. หลอดทดลอง
2. หลอดหยด
3. กระดาษยูนิเวอร์ซอลอินดิกेटอร์/pH มิเตอร์
4. ระบบอุ่นตัว

### สารเคมี

- |                               |                                |
|-------------------------------|--------------------------------|
| 1. สารละลายน้ำ A (HCl)        | 6. สารละลายน้ำเนี่ยมไฮดรอกไซด์ |
| 2. สารละลายน้ำ B (NaOH)       | 7. เมทิลօอเรนจ์                |
| 3. สารละลายน้ำกรดไฮดรอกลอริก  | 8. เมทิลред                    |
| 4. สารละลายน้ำเดียมไฮดรอกไซด์ | 9. ไบรโนไทมอลบลู               |
| 5. สารละลายน้ำซัลฟิวริก       | 10. ฟินอัลฟ์ฟาลีน              |

### วิธีทำการทดลอง

1. นำสารละลายน้ำ A และสารละลายน้ำ B ใส่ในหลอดทดลองอย่างละ 4 หลอด หลอดละ  $1\text{ cm}^3$
2. หยดเมทิลօอเรนจ์จำนวน 3 หยด ลงไปในหลอดทดลอง
3. สังเกตสีและบันทึกผลการทดลอง
4. ทำการทดลองเหมือนข้อ 2-3 แต่เปลี่ยนจากเมทิลօอเรนจ์ เป็นเมทิลред ไบรโนไทมอลบลู และฟินอัลฟ์ฟาลีน ตามลำดับ
5. หาค่า pH ของสารละลายน้ำ A และสารละลายน้ำ B จากข้อมูลการทดลอง
6. ให้นักเรียนพิสูจน์ว่าสารละลายน้ำ A และสารละลายน้ำ B คือสารใด เมื่อเปรียบเทียบกับสารละลายน้ำตรฐานที่ไว้

### คำาถามหลังการทดลอง

1. เมทิลऐรอนีช่วง pH ที่เปลี่ยนสี คือ 4.2-6.3 สีที่เปลี่ยน คือ แดง-เหลือง หมายถึงอะไร

.....

.....

2. พีโนอล์ฟทาเลินมีช่วง pH ที่เปลี่ยนสี คือ 8.3- 10.0 สีที่เปลี่ยน คือ ไม่มีสี-ชนพู หมายถึงอะไร

.....

.....

3. เมทิลօอเรนจ์ มีช่วง pH ที่เปลี่ยนสี คือ 3.2- 4.4 สีที่เปลี่ยน คือ แดง-เหลือง หมายถึงอะไร

.....

.....

4. โบรโโนไทด์มีช่วง pH ที่เปลี่ยนสี คือ 6.0- 7.6 สีที่เปลี่ยน คือ เหลือง- น้ำเงิน หมายถึงอะไร

.....

.....

5. จงอธิบายการเปลี่ยนสีของสารละลาย A และสารละลาย B เมื่อทดสอบด้วยพีโนอล์ฟทาเลิน

.....

.....

.....

.....

6. ให้นักเรียนออกแบบการทดลองพิสูจน์ว่าสารละลายชนิดหนึ่งมีสมบัติเป็นกรดหรือเบส ถ้าสมมุติว่าในห้องปฏิบัติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนไม่มีกระดาษลิตมัสหรือ pH มิเตอร์นักเรียนจะมีวิธีการพิสูจน์ได้อย่างไรว่าสารละลายชนิดนั้นมีสมบัติเป็นกรดหรือเบส (จงออกแบบการทดลอง)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

แบบฝึกหัดเสริมประสบการณ์

**ปฏิบัติการแบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ที่ 2**  
**เรื่อง อินดิเคเตอร์จากพืชในห้องอิน**

วันที่ทำการทดลอง วันที่ .....เดือน..... พ.ศ.....

**วัตถุประสงค์**

1. เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบสมบัติการเป็นอินดิเคเตอร์สำหรับกรด-เบส ของพืชชนิดต่างๆ
2. เพื่อหาตัวทำละลายที่เหมาะสมในการสกัดสารจากพืช
3. เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของอินดิเคเตอร์ที่เก็บในรูปของเหลวและในรูปกระดาษ

**หลักการ**

**อินดิเคเตอร์จากธรรมชาติ**

**อินดิเคเตอร์จากธรรมชาติ คือ สารธรรมชาติที่สกัดได้จากส่วนต่าง ๆ ของพืช สามารถใช้เพื่อตรวจสอบความเป็นกรด-เบสของสารละลายได้**

ในธรรมชาติยังมีสารหลายชนิดที่มีสมบัติเหมือนสมที่จะใช้เป็นอินดิเคเตอร์ได้ กล่าวคือ มีสีต่างกันที่ pH ต่างกัน สารเหล่านี้พบในดอกไม้ ผลไม้ ผัก หรือรากไม้บางชนิด เช่น ในกะหล่ำปลี สีม่วง มีสารที่เป็นอินดิเคเตอร์ จากการทดลองสกัดสารจากกะหล่ำปลีสีม่วง ซึ่งเมื่อสารละลายเป็นกรด จะได้สีม่วง แต่เมื่อเติมเบสลงไปจะมีสีหายดี ได้แก่ เขียว น้ำเงิน แดง และเมื่อสารละลายเบสสารละลายจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงิน แสดงว่าอินดิเคเตอร์ที่สกัดได้จากกะหล่ำปลีสีม่วง จะเปลี่ยนสีม่วง เป็นน้ำเงิน ในช่วงกรดเป็นเบส

**อุปกรณ์และสารเคมี**

**วัสดุและอุปกรณ์**

1. ตัวอย่างพืช (มันเทศสีม่วง ก leider กะหล่ำปลี เปลือกสีเดียด ถุงผักปลั้ง แก่นขมุน นันเดือดและเผือก)
2. เครื่องซีอิ๊ง
3. บิกเกอร์ขนาดปริมาตร 50 100 250 cm<sup>3</sup>

4. กระบอกดูง ปริมาตร  $10\text{--}25\text{ cm}^3$

5. งานเพาะเชื้อ

6. อะลูมิเนียมฟอย

7. ยูนิเวอร์ซอลอินดิเคเตอร์

8. กระดาษกรอง

9. แท่งแก้วคนสาร

10. กรวยแยก

#### สารเคมี

1. สารละลายนรดชัลฟิวริก

2. สารละลายนรดอะซิติก

3. สารละลายนอมโนเนี่ยมไไซครอกไซด์

4. สารละลายน้ำฟอสเซี่ยมไไซครอกไซด์

5. สารละลายน้ำมีค่า pH 1-14

#### การเตรียมตัวอย่างพืช

1. นำพืชมาล้างให้สะอาดและผึ่งให้แห้งเดือดน้ำ

2. ตำให้ให้ละเอียด

3. ชั่งตัวอย่างพืชมา 10 กรัม ใส่ในบีกเกอร์ใช้กระบอกดูง หุ้นน้ำ มา  $30\text{ cm}^3$  ใส่ในบีกเกอร์ที่มีตัวอย่างพืชสนุนไว้

4. นำตัวอย่างพืชไปทำการทดลองขั้นตอนไป

#### วิธีการทดลอง

การทดลองตอนที่ 1 ศึกษาความเป็นกรด-เบส ของสารละลายน้ำที่ใช้ในการทดลอง

#### วิธีการทดลอง

1 ตวงสารละลายน้ำแต่ละชนิด คือ สารละลายนรดชัลฟิวริก, สารละลายนรดอะซิติก, สารละลายนอมโนเนี่ยมไไซครอกไซด์ และสารละลายน้ำฟอสเซี่ยมไไซครอกไซด์ ใส่ในหลอดทดลองอย่างละ  $1\text{ cm}^3$

2. ทดสอบความเป็นกรด-เบสด้วยกระดาษยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์

3. สังเกตและบันทึกผลการทดลอง

**การทดลองตอนที่ 2 ศึกษานิคของพืชที่เปลี่ยนสีในสารละลายน้ำที่ใช้ในการทดลอง  
วิธีการทดลอง**

1. ตวงสารละลายน้ำที่ต้องการ คือ สารละลายกรดซัลฟิวริก, สารละลายกรดอะซิติก, สารละลายน้ำมอนีเตรียม ไฮดรอกไซด์และสารละลายน้ำโซเดียม ไฮดรอกไซด์ ใส่ในหลอดทดลองอย่างละ  $1\text{ cm}^3$
2. หยดสารสกัดจากพืชชนิดต่างๆ ใส่ในหลอดทดลองที่เตรียมไว้หลอดละ 3 หยด
3. สังเกตสีและบันทึกผลการทดลอง
4. นำสารสกัดจากพืชที่น่าสนใจไปทำการทดลองในตอนที่ 3

**การทดลองตอนที่ 3 ศึกษาตัวทำละลายที่เหมาะสมในการสกัดสารที่เป็นอินดิเคเตอร์จากพืช  
วิธีการทดลอง**

1. ชั่งตัวอย่างพืช มา  $10\text{ g}$  ใส่ในบีกเกอร์
2. ใช้กระบอกตวง ตวงน้ำ มา  $30\text{ cm}^3$  ใส่ในบีกเกอร์ที่มีตัวอย่างพืชสมูนไฟร์
3. ใช้แท่งแก้วคนสารละลายน้ำทึบไว้  $30$  นาที
4. ตวงสารสกัดจากพืชชนิดต่างๆ ทดสอบการเปลี่ยนสีในสารละลายน้ำที่มีค่า pH  $1-14$
5. สังเกตและบันทึกผลการทดลอง
6. ทำการทดลองเหมือนข้อ 1-5 แต่เปลี่ยนจากน้ำเป็น  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$

**การทดลองตอนที่ 4 การศึกษาประสิทธิภาพของอินดิเคเตอร์จากพืชชนิดต่างๆ ที่เก็บในรูปสารละลายน้ำ และกระดาษอินดิเคเตอร์**

**วิธีการทดลอง**

1. นำสารสกัดพืชชนิดต่างๆ (ที่สกัดด้วยน้ำและแอลกอฮอล์) ที่เก็บในรูปสารละลายน้ำและกระดาษอินดิเคเตอร์ มาทดสอบการเปลี่ยนสีในสารละลายน้ำที่มีค่า pH  $1-14$
2. สังเกตและบันทึกผลการทดลอง

### คำอ่านหลังการทดลอง

1. พืชที่น่าสนใจที่เหมาะสมที่จะทำการศึกษาสมบัติการเป็นอินดิเคเตอร์กรด-เบสต่อไปคือพืชชนิดใด เพราะเหตุใด

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

2. ตัวทำละลายชนิดใดที่เหมาะสมที่สุดที่จะนำมาสกัดสารจากพืชชนิดต่าง ๆ เพราะเหตุใด

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

3. อินดิเคเตอร์จากพืชชนิดต่าง ๆ ที่เก็บในรูปสารละลายและระดับ ชนิดไหนมีประสิทธิภาพมากกว่ากัน เพราะเหตุใด

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

4. จากการทดลองพืชที่เหมาะสมที่สุดในการนำมาทำอินดิเคเตอร์ของค่า pH กือพืชชนิดใด เพราะอะไร

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

5. พืชใดบ้างในท้องถิ่นที่น่าสนใจนำมาศึกษาสมบัติการเป็นอินดิเคเตอร์ เพราะเหตุใด

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

### แบบฝึกหัดเสริมประสบการณ์

1. ข้อดี-ข้อเสียของการใช้อินดิเคเตอร์จากพีชธรรมชาติคืออะไรบ้าง

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

2. ทำไมนักวิทยาศาสตร์จึงไม่นิยมใช้อินดิเคเตอร์จากพีชธรรมชาติในการทดลองการไถเกรดกรด-เบส

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

3. “พืชที่มีสีทุกชนิด สามารถนำมาทำเป็นอินดิเคเตอร์กรด -เบส ได้” นักเรียนมีความคิดเห็นอย่างไรกับประโยชน์ดังกล่าว

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

4. ข้อดีของการใช้น้ำเป็นตัวทำละลายคืออะไร

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

5. ให้นักเรียนยกตัวอย่างพืชในท้องถิ่นที่น่าสนใจที่จะนำมาทดสอบความเป็นกรด -เบส พร้อมออกแบบการทดลอง

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

**ปฏิบัติการแบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ที่ 3**  
**เรื่อง ปฏิกิริยาของกรดหรือเบสกับสารบางชนิด**

วันที่ทำการทดลอง วันที่ ..... เดือน..... พ.ศ.....

**วัสดุประสงค์**

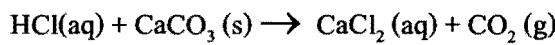
1. ทำการทดลองเพื่อศึกษาปฏิกิริยาระหว่างสารละลายน้ำกรดหรือเบสกับสารบางชนิดได้
2. ศึกษาการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นพร้อมทั้งเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาได้

**หลักการ**

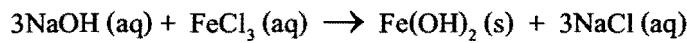
**ปฏิกิริยาของกรดหรือเบสกับสารบางชนิด**

กรดนอกจากจะสามารถทำปฏิกิริยาสะเทินกับเบสได้เกลือกันน้ำแล้วยังสามารถทำปฏิกิริยากับโลหะบางชนิด เช่น Zn, Fe, ได้แก๊ส H<sub>2</sub> และเกลือของโลหะนั้น หรือทำปฏิกิริยากับเกลือкар์บอนเนต เช่น CaCO<sub>3</sub>, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> หรือเกลือ NaHCO<sub>3</sub> ได้แก๊ส CO<sub>2</sub>

ตัวอย่าง ปฏิกิริยาระหว่าง HCl กับ CaCO<sub>3</sub> จะได้เกลือและแก๊ส CO<sub>2</sub>



เบสกีชีนเดียวกันนอกจากจะทำปฏิกิริยาสะเทินกับกรดได้เกลือกันน้ำแล้ว ยังสามารถทำปฏิกิริยากับเกลือแอมโมเนียม เช่น NH<sub>4</sub>Cl, (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, จะได้แก๊ส NH<sub>3</sub> หรือทำปฏิกิริยากับเกลือ เช่น ปฏิกิริยาระหว่าง NaOH กับ FeCl<sub>3</sub> ได้สารผลิตภัณฑ์ดังนี้



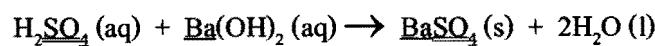
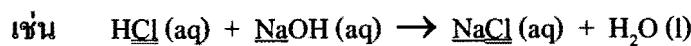
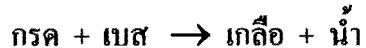
ดังนั้น จะเห็นได้ว่ากรดและเบสทำปฏิกิริยากันเองได้ และทั้งกรดและเบสก็สามารถทำปฏิกิริยากับสารอื่นได้ด้วย

**เกลือ (Salt)**

เกลือเป็นสารประกอบไฮอ่อนิก ประกอบด้วยไฮออนบวก (แคติโอลอน) และไฮออนลบ (ออกโซน) ยกเว้น OH<sup>-</sup> ตัวอย่าง เช่น NaCl ประกอบด้วยโซเดียมไฮออน (Na<sup>+</sup>) และคลอริไรด์ไฮออน (Cl<sup>-</sup>) แบนเรียมซัลเฟต (BaSO<sub>4</sub>) ประกอบด้วยแบนเรียมไฮออน (Ba<sup>2+</sup>) และซัลเฟตไฮออน (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>) เกลือ NaCl ละลายในน้ำได้ดีและให้ Na<sup>+</sup> และ Cl<sup>-</sup> แต่เกลือ BaSO<sub>4</sub> เป็นเกลือที่ไม่ละลายน้ำ ทำให้สารละลายของเกลือ NaCl นำไปฟื้นได้ดี แต่สารละลายของเกลือ BaSO<sub>4</sub> ไม่นำไปฟื้นได้

## วิธีการเตรียมเกลือ

### 1. เตรียมจากปฏิกิริยาระหว่างกรดกับเบส

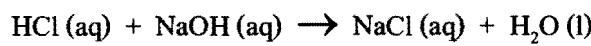


“เกลือที่เกิดจากการดและเบสทำปฏิกิริยา กัน ไอออนบวกของเกลือจะมาจากเบส ส่วนไอออนลบของเกลือมาจากการด”

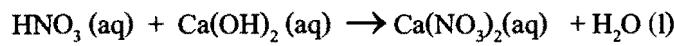
เกลือที่เกิดจากการปฏิกิริยาระหว่างกรดกับเบส แบ่งออกได้เป็น

#### 1.1 เกลือที่เกิดจากการดแยกและเบสแยก เช่น

NaCl เกิดจากกรด HCl กับเบส NaOH,

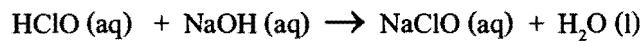


$\text{Ca(NO}_3)_2$  เกิดจาก  $\text{HNO}_3$  และ  $\text{Ca(OH)}_2$

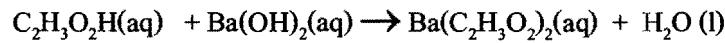


#### 1.2 เกลือที่เกิดจากการดอ่อนกับเบสแยก เช่น

NaClO เกิดจาก  $\text{HClO}$  และ NaOH



$\text{Ba(C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_2$  เกิดจาก  $\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2\text{H}$  และ  $\text{Ba(OH)}_2$

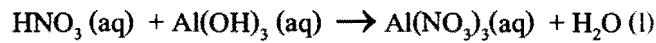


#### 1.3 เกลือที่เกิดจากการดแยกกับเบสอ่อน เช่น

$\text{NH}_4\text{Cl}$  เกิดจาก HCl กับ  $\text{NH}_3$

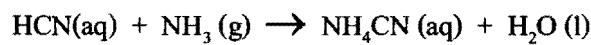


$\text{Al(NO}_3)_3$  เกิดจาก  $\text{HNO}_3$  (aq) และ  $\text{Al(OH)}_3$  (aq)

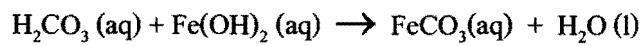


#### 1.4 เกลือที่เกิดจากการดอ่อนและเบสอ่อน เช่น

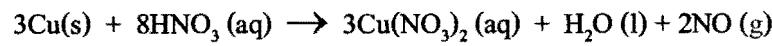
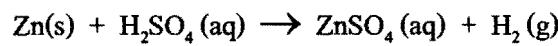
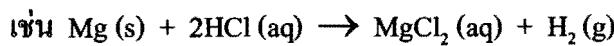
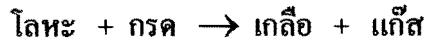
$\text{NH}_4\text{CN}$  เกิดจากกรด  $\text{HCN}$  กับเบส  $\text{NH}_3$



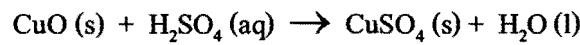
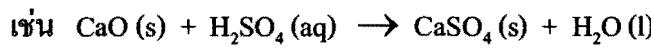
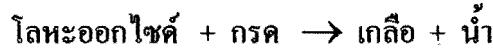
$\text{FeCO}_3$  เกิดจากกรด  $\text{H}_2\text{CO}_3$  (aq) กับเบส  $\text{Fe(OH)}_2$  (aq)



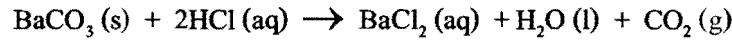
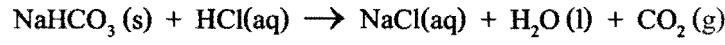
## 2. เตรียมจากปฏิกิริยาของโลหะกับกรด



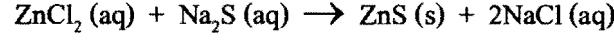
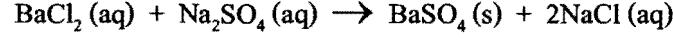
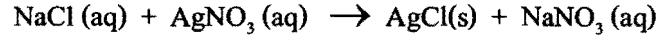
## 3. เตรียมจากปฏิกิริยาของโลหะออกไซด์กับกรด



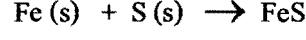
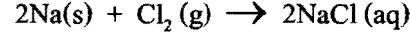
## 4. เตรียมจากปฏิกิริยาของเกลือกับกรด เช่น



## 5. เตรียมจากปฏิกิริยาของเกลือกับเกลือ



## 6. โดยการรวมตัวกันโดยตรงของโลหะกับโลหะ



.....

## อุปกรณ์และสารเคมี

### อุปกรณ์

1. หลอดทดลอง
2. ลูกโป่ง
3. ขวดรูปชามพู่
4. แท่งแก้วกลวง
5. หนังยางรัด
6. เทียนไข
7. ไม้จิคไฟ
8. กรวยแก้ว
9. ถ้วยกระเบื้อง
10. hot plat

### สารเคมี

1. HCl
2. KOH
3. แผ่นฟอยล์ห่ออาหาร
4. กระป๋องน้ำอัดลม
5. ลวดแมกนีเซียม
6. แผ่นสังกะสี

### วิธีทำการทดลอง

#### การทดลองตอนที่ 1 ปฏิกิริยาระหว่างสารละลาย HCl กับ Mg และแผ่นสังกะสี

1. นำขดลวดแมกนีเซียมตัดเป็นชิ้นเล็กๆ
2. ชั่งขดลวดแมกนีเซียมมา 1 กรัม ใส่ในขวดรูปชามพู่
3. เติมกรดไฮโคลอเรติก ปริมาตร  $10 \text{ cm}^3$  ลงไป
4. ปิดปากขวดรูปชามพู่ด้วยลูกโป่งและสังเกตปฏิกิริยาที่เกิดขึ้น
5. นำลูกโป่งออกจากขวดรูปชามพู่โดยใช้หนังยางรัดปากลูกโป่งไว้
6. ทดสอบแก๊สไฮโคลอเรนด้วยการนำลูกโป่งไปจุดไฟ (ถ้าเป็นแก๊สไฮโคลอเรนจะเกิดประกายไฟลุกขึ้น) สังเกตและบันทึกผลการทดลอง

7. กรองเอาเฉพาะส่วนที่เป็นของเหลวใส่ในถ้วยกระเบื้องและนำไปประเทยบน hot plat สังเกตและบันทึกผลการทดลอง

8. ทำการทดลองเหมือนข้อ 1-3 แต่เปลี่ยนจากขดลวดแมกนีเซียมเป็นแผ่นสังกะสี

#### **การทดลองตอนที่ 2 ปฏิกิริยาระหว่าง KOH กับโลหะชนิดต่าง ๆ**

1. ใส่สารละลาย KOH เข้มข้น 1 มोลาร์ ปริมาตร 5 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลองขนาดกลาง

2. ชั่งแผ่นฟอยล์ห่ออาหาร (ตัดเป็นชิ้นเล็ก ๆ) 1 กรัม ใส่ในหลอดทดลองข้อที่ 1 สังเกตการเปลี่ยนแปลง บันทึกผล

3. กรองสารในข้อ 2 แล้วนำของเหลวที่กรองได้ไปประเทยในถ้วยกระเบื้อง บันทึกผล ทำซ้ำอีก 1 รอบ

4. ทำการทดลองเหมือนข้อ 1-3 แต่เปลี่ยนจากแผ่นฟอยล์ห่ออาหารเป็นกระป๋องน้ำอัดลม (ตัดเป็นชิ้นเล็ก ๆ)

### คำาถามหลังการทดลอง

1. ปฏิกริยาระหว่างสารละลายน HCl กับ โลหะ Mg มีผลิตภัณฑ์ใดเกิดขึ้นบ้าง ทราบได้อย่างไร พร้อมเขียนสมการที่เกิดขึ้น
- 
- 

2. จงเขียนสมการแสดงปฏิกริยาระหว่างสารละลายน HCl กับ โลหะ Mg และแผ่นสังกะสี
- 
- 

3. ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากปฏิกริยาระหว่าง KOH กับแผ่นฟอยล์ห่ออาหารคืออะไร พร้อมทั้งเขียนสมการที่เกิดขึ้น
- 
- 

4. ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากปฏิกริยาระหว่าง KOH กับกระปุรงน้ำอัดลมคืออะไร พร้อมทั้งเขียนสมการที่เกิดขึ้น
- 
- 

5. จงยกตัวอย่างปฏิกริยาของกรดและปฏิกริยาของเบสที่พบได้ในชีวิตประจำวัน
- 
- 

6. จากการทดลองทั้งสองตอน มีผลิตภัณฑ์ประเภทเกลือเกิดขึ้นหรือไม่ ได้แก่สารใดและละลายน้ำได้หรือไม่
- 
- 

7. ให้นักเรียนออกแบบการทดลองเพื่อตรวจสอบเกลือที่เกิดขึ้น เกิดจากการดและเบสชนิดใด
- 
-

### แบบฝึกหัดเสริมประสบการณ์

1. จ允ชินายประภูมิการการเกิดหินอกหินข้อบ

.....  
.....

2. จ允ชินายประภูมิการการเกิดฝันกรด

.....  
.....

3. การล้างพื้นห้องน้ำด้วยกระเบื้องเคลือบ โดยใช้น้ำยาล้างห้องน้ำซึ่งมีกรดไฮโดรคลอริกเป็นส่วนผสม จะได้ผลอย่างไร จ允ชินายพร้อมแสดงสมการ

.....  
.....

4. การรับประทานยาลดกรดที่มี  $\text{NaHCO}_3$  เป็นส่วนประกอบ จะทำให้เกิดแก๊สในกระเพาะอาหาร จงเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้น และแก๊สที่เกิดขึ้นคือแก๊สใด

.....  
.....

5. การล้างพื้นห้องน้ำด้วยกระเบื้องเคลือบ โดยใช้น้ำยาล้างห้องน้ำซึ่งมีกรดไฮโดรคลอริกเป็นส่วนผสม จะได้ผลอย่างไร จ允ชินายพร้อมแสดงสมการ

.....  
.....

**ปฏิบัติการแบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ที่ 4**  
**เรื่อง ปฏิกิริยาไฮโดรคลิชิส**

วันที่ทำการทดลอง วันที่ .....เดือน..... พ.ศ.....

**วัตถุประสงค์**

1. ทำการทดลองเพื่อเตรียมเกลือจากปฏิกิริยาระหว่างกรดกับเบสได้
2. ทำการทดลองเพื่อศึกษาสมบัติความเป็นกรด-เบสของที่เกลือที่ละลายน้ำได้
3. ศึกษาสมบัติของเกลือที่ละลายน้ำพร้อมทั้งเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นได้

**หลักการ**

**ปฏิกิริยาไฮโดรคลิชิส**

ปฏิกิริยาไฮโดรคลิชิส\_หมายถึง ปฏิกิริยาระหว่างสารได.ๆ กับน้ำแล้วเกิดสารใหม่ ปฏิกิริยาไฮโดรคลิชิสของเกลือ หมายถึง ปฏิกิริยาระหว่างเกลือหรือไอออนจากเกลือกับน้ำแล้วเกิด  $H_3O^+$  หรือ  $OH^-$  ทำให้สารละลายมีสมบัติเป็นกรดหรือเบส

เกลือ ( salt ) คือสารประกอบไอออนิกที่ประกอบด้วยไอออนบวกที่เกิดจากโลหะหรือเทียนเท่าโลหะ( $NH_4^+$ ) กับไอออนลบที่เกิดจากโลหะ เมื่อนำเกลือไปละลายน้ำเกลือบางชนิดไม่ทำปฏิกิริยากับน้ำ ทำให้สารละลายมีสมบัติเป็นกลางหรือมี  $pH = 7$  แต่เกลือบางชนิดทำปฏิกิริยากับน้ำหรือเกิดปฏิกิริยาไฮโดรคลิชิสได้  $H_3O^+$  หรือ  $OH^-$  เกิดขึ้น ทำให้สารละลายมีสมบัติเป็นกรดหรือเป็นเบส ถ้าแบ่งประเภทของเกลือโดยอาศัยปฏิกิริยาไฮโดรคลิชิสเป็นเกณฑ์ สามารถแบ่งเกลือออกเป็น 4 ประเภท คือ

**1. เกลือที่เกิดจากการแยกและเบสแก่**

เกลือประเภทนี้เมื่อละลายน้ำไม่เกิดปฏิกิริยาไฮโดรคลิชิส หรือไอออนจากเกลือไม่ทำปฏิกิริยากับน้ำ ดังนั้น  $H_3O^+$  และ  $OH^-$  ที่เกิดจากการแตกตัวของน้ำ ยังคงเท่าเดิม หรือมีอย่างละ  $1 \times 10^{-7} \text{ mol/dm}^3$  สารละลายจึงมีสมบัติเป็นกลาง

**2. เกลือที่เกิดจากการอ่อนกับเบสแก่**

เกลือประเภทนี้เมื่อนำไปละลายน้ำ จะแตกตัวเป็นไอออนบวกและไอออนลบ ไอออนลบจะทำปฏิกิริยากับน้ำหรือปฏิกิริยาไฮโดรคลิชิสเกิด  $OH^-$  ทำให้ความเข้มข้นใน  $OH^-$  ในสารละลายเพิ่มขึ้น และมากกว่าความเข้มข้นของ  $H_3O^+$  สารละลายจึงมีสมบัติเป็นเบสอ่อน

### 3. เกลือที่เกิดจากกรดแก่กับเบสอ่อน

เกลือประเทานี้เมื่อละลายน้ำจะแตกตัวออกเป็น ไอออนบวกและ ไอออนลบ ไอออนบวกจะทำปฏิกิริยา กับน้ำหรือเกิดปฏิกิริยา ไฮดรอลิซิส ได้  $H_3O^+$  จึงทำให้ความเข้มข้นของ  $H_3O^+$  ในสารละลายเพิ่มขึ้น สารละลายที่ได้จะมีสมบัติเป็นกรด

### 4. เกลือที่เกิดจากกรดอ่อนกับเบสอ่อน

เกลือประเทานี้เมื่อละลายน้ำ ทั้ง ไอออนบวกและ ไอออนลบ จะเกิดปฏิกิริยา ไฮดรอลิซิส แต่สารละลายจะมีสมบัติเป็นกรด เป็นเบส หรือเป็นกลางนั้นขึ้นอยู่กับความแรงของกรดและความแรงของเบส ซึ่งพิจารณาได้จากค่า  $K_a$  และ  $K_b$

ถ้า  $K_a > K_b$  สารละลายจะมีสมบัติเป็นกรด แต่ถ้า  $K_a < K_b$  สารละลายนั้นจะมีสมบัติเป็นเบส และถ้า  $K_a = K_b$  สารละลายนั้นจะมีสมบัติเป็นกลาง

\*\*\*\*\*

## อุปกรณ์และสารเคมี

### อุปกรณ์

1. บิกเกอร์
2. หลอดทดลอง
3. ระบบอุ่น
4. ปีเปต
5. แท่งแก้วคนสาร
6. กรวยแก้ว
7. ชามกระเบื้อง
8. ชุดตะเกียงแล็กลอชอล์
9. hot plat
10. ช้อนตักสาร
11. ที่คีบชามกระเบื้อง
12. pH มิเตอร์/กระดาษลิติมัส

### สารเคมี

1. สารละลายน้ำ  $\text{CH}_3\text{COOH}$  เข้มข้น  $0.5 \text{ mol/dm}^3$
2. สารละลายน้ำ  $\text{HCl}$  เข้มข้น  $0.5 \text{ mol/dm}^3$
3. สารละลายน้ำ  $\text{NaOH}$  เข้มข้น  $0.5 \text{ mol/dm}^3$
4. สารละลายน้ำ  $\text{NH}_3$  เข้มข้น  $0.5 \text{ mol/dm}^3$
5. สารละลายน้ำฟินอล์ทาลีน
6. สารละลายน้ำทิลออกเรนจ์

### วิธีการทดลอง

1. ให้นักเรียนเตรียมเกลือจากสารเคมีที่กำหนดให้คือ  $\text{CH}_3\text{COOH}$   $\text{HCl}$   $\text{NaOH}$  และ  $\text{NH}_3$  และต้องได้เกลืออย่างน้อย 3 ชนิดขึ้นไป (กรดกับเบสแต่ละคู่ต้องทำปฏิกิริยากันพอดี)
2. ให้นักเรียนออกแบบการทดลองเพื่อตรวจสอบว่าเกลือที่ได้ละลายน้ำได้หรือไม่และถ้าละลายน้ำได้สารละลายที่ได้มีสมบัติอย่างไร พร้อมทั้งบอกชื่อชนิดของเกลือที่ได้

### คำถามหลังการทดลอง

1. สารละลายน้ำเกลือจากคุ้กรดกับเบสชนิดใด มีสมบัติเป็นกรด เป็นเบส หรือเป็นกลาง เพราะเหตุใด

---



---



---



---

2. เกลือชนิดใดบ้างที่สามารถละลายน้ำได้ พร้อมทั้งเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาระหว่างเกลือกับน้ำ

---



---



---



---

3. จงบอกชื่อชนิดของเกลือที่เตรียม พร้อมทั้งเขียนสมการแสดงการเตรียมเกลือแต่ละชนิด

---



---



---



---

4. ถ้านำเกลือ  $\text{NaHCO}_3$  และ  $\text{CH}_3\text{COOLi}$  มาละลายน้ำ จะเกิดปฏิกิริยาไฮโคล ไลซิสหรือไม่ ถ้าเกิดปฏิกิริยาจะได้สารละลายจะมีสมบัติเป็นกรด เป็นเบส หรือเป็นกลาง เพราะเหตุใด

---



---



---



---

5. ต้องใช้สารละลายกรดและเบสคู่ใดทำปฏิกิริยากันจึงจะได้เกลือต่อไปนี้ และเกลือนี้ละลายในน้ำได้หรือไม่

5.1  $\text{NaNO}_3$

---



---



---



---

5.2  $\text{Na}_2\text{CO}_3$

---



---



---



---

### แบบฝึกหัดเสริมประสบการณ์

1. เมื่อนำเกลือต่อไปนี้ละลายน้ำ สารละลายที่ได้จะมีสมบัติเป็นกรด เบส หรือกลาง

1.1  $\text{NaHCO}_3$

---



---

1.2  $\text{K}_2\text{S}$

---



---

1.3  $\text{K}_2\text{CO}_3$

---



---

2. ต้องใช้สารละลายกรดและเบสคู่ใดทำปฏิกิริยากันจึงจะได้เกลือต่อไปนี้ และเกลือนี้ละลายในน้ำได้หรือไม่

2.1.  $\text{KBr}$

---



---

2.2  $\text{NH}_4\text{CO}_3$

---



---

3. จงเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาระหว่างสารต่อไปนี้ พร้อมเรียกชื่อเกลือที่ได้

3.1  $\text{HCl}$  กับ  $\text{KOH}$

---



---

3.2  $\text{CH}_3\text{COOH}$  กับ  $\text{Ca}(\text{OH})_2$

---



---

**ปฏิบัติการแบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ที่ 5**  
**เรื่อง การไห้เเทรตกรด-เบส**

วันที่ทำการทดลอง วันที่ .....เดือน..... พ.ศ.....

**วัสดุประสงค์**

1. ทำการทดลองเพื่อหาจุดสมมูลของปฏิกิริยาได้
2. คำนวณหาปริมาณกรดหรือเบสที่ทำปฏิกิริยากันได้
3. เพิ่บળการฟของกรด-เบสที่ทำปฏิกิริยากัน
4. หาจุดสมมูลค่า pH และปริมาตรของสารละลายน้ำที่ทำปฏิกิริยากัน
5. นำหลักการไห้เთรตกรด-เบสไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้

**หลักการ**

**การไห้เთรตกรด-เบส (Acid-base titration)**

การไห้เთรตกรด-เบส หมายถึง กระบวนการหาปริมาณสาร โดยวิธีใช้สารละลายน้ำที่ทราบค่าความเข้มข้นที่แน่นอน ให้ทำปฏิกิริยากับสารตัวอื่น โดยอาศัยหลักการเกิดปฏิกิริยา ระหว่างสารละลายน้ำที่เข้าทำปฏิกิริยากันพอดี ทำให้คำนวณหาความเข้มข้นหรือปริมาณของสารตัวอื่นดังกล่าวได้

วิธีการไห้เთรตกรด-เบส คือ นำสารละลายน้ำที่ต้องการวิเคราะห์หาปริมาณ มาทำการไห้เთรตกับสารละลายน้ำที่ทราบค่าความเข้มข้นที่แน่นอน กล่าวคือ ถ้าสารละลายน้ำที่ต้องการวิเคราะห์หาปริมาณ เป็นสารละลายน้ำที่ต้องใช้สารละลายน้ำที่เข้มข้นที่แน่นอน นำมาทำการไห้เთรต แล้วบันทึกปริมาตรของสารละลายน้ำที่ใช้ในการทำปฏิกิริยานี้ ก็จะได้มา นำไปคำนวณหาปริมาณของสารตัวอื่นที่ต้องการวิเคราะห์หาปริมาณ น้ำที่ต้องใช้สารละลายน้ำที่เข้มข้นที่แน่นอน นำเข้ามาไห้เთรต ก็จะได้มา

จุดสมมูล (จุดสะเทิน = Equivalence point) คือ จุดที่กรดและเบสทำปฏิกิริยานี้กัน จุดสมมูลจะมี pH เป็นอย่างไรนั้นขึ้นอยู่กับชนิดของกรดและเบสที่นำมาไห้เთรตกัน และขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของกรดและเบส

จุดยุติ (End point) คือ จุดที่อินดิเกเตอร์เปลี่ยนสี ขณะไห้เกรตกรด-เบสอยู่ จุดยุติจะใกล้เคียงกับจุดสมมูล ได้นั้น จะ ต้องเลือกอินดิเกเตอร์เหมาะสม ในทางปฏิบัติถือว่าจุดยุติ เป็นจุดเดียวกับจุดสมมูล

การที่จะทราบว่า ปฏิกริยาการไห้เกรตถึงจุดสมมูลหรือยังนั้น จะต้องมีวิธีการที่จะหาจุดสมมูล วิธีการหนึ่งคือ การใช้อินดิเกเตอร์ โดยอินดิเกเตอร์จะต้องเปลี่ยนสีที่จุดที่พอดีหรือใกล้เคียงกับจุดสมมูล นั้นคือจุดยุติ จุดที่อินดิเกเตอร์เปลี่ยนสี จะเรียกว่า จุดยุติ

### การคำนวณเกี่ยวกับการไห้เกรตกรด-เบส

#### 1. การคำนวณความเข้มข้นของกรดหรือเบสที่เข้าทำปฏิกริยา กันพอดี

$$A \times C_1 V_1 = B \times C_2 V_2$$

เมื่อ

$C_1, C_2$  แทน ความเข้มข้นเป็น มोล/ลิตร ของกรดและเบส ตามลำดับ

$V_1, V_2$  แทน ปริมาตรเป็น ลิตร ของสารละลายน้ำกรดและเบส ตามลำดับ

A แทน  $H^+$  ที่แตกตัวได้จากกรด

B แทน  $OH^-$  ที่แตกตัวได้จากเบส

pH ณ จุดสมมูลของการไห้เกรตระหว่างสารละลายน้ำกรดและสารละลายน้ำเบสแต่ละอย่างนั้น กับชนิดของสารละลายน้ำกรดและสารละลายน้ำเบสที่นำมาไห้เกรต ดังนี้

จุดสมมูลของการไห้เกรตระหว่างสารละลายน้ำกรดแก่กับน้ำเบสแก่ ควรมี pH เท่ากับ 7

จุดสมมูลของการไห้เกรตระหว่างสารละลายน้ำกรดอ่อนกับน้ำเบสแก่ ควรมี pH มากกว่า 7

จุดสมมูลของการไห้เกรตระหว่างสารละลายน้ำกรดแก่กับน้ำเบสอ่อน ควรมี pH น้อยกว่า 7

จุดสมมูลของการไห้เกรตระหว่างสารละลายน้ำกรดอ่อนกับน้ำเบสอ่อน อาจมี pH มากกว่า 7

น้อยกว่า 7 หรือ เท่ากับ 7 ขึ้นอยู่กับค่า  $K_a$  กับ  $K_b$  ของกรดและเบสที่ทำปฏิกริยา กัน

\*\*\*\*\*

### อุปกรณ์และสารเคมี

#### วัสดุอุปกรณ์

1. บิวเรต
2. ปีเปต

3. ขวดรูปมนต์
4. เครื่องชั่ง
5. ข้าตังพร้อมที่หนีบหลอดทดลอง
6. บีกเกอร์
7. กระดาษกราฟ
8. ถุงยาง

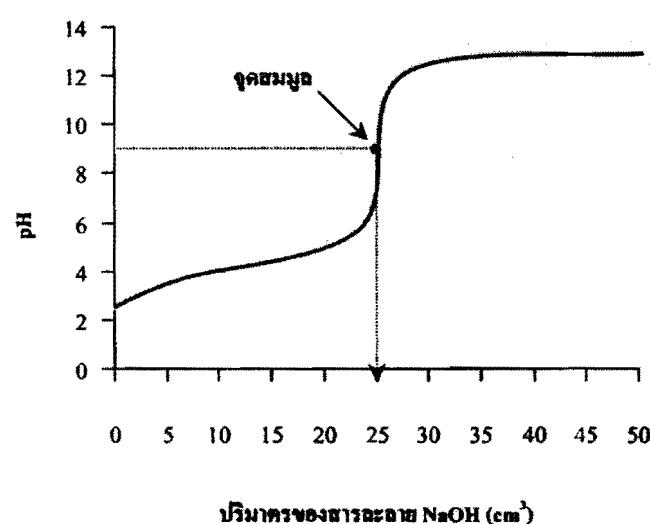
### สารเคมี

1. สารละลายน้ำ NaOH 浓度 0.1 mol/dm<sup>3</sup>
2. สารละลายน้ำ CH<sub>3</sub>COOH 浓度 0.1 mol/dm<sup>3</sup>
3. สารละลายน้ำ HCl 浓度 0.1 mol/dm<sup>3</sup>
4. ยูนิเวอร์ซอลอินดิเคเตอร์
5. สารละลายน้ำฟีโนลฟทาลีน
6. น้ำส้มสายชู
7. น้ำผลไม้ชนิดต่างๆ

### วิธีการทดลอง

#### การทดลองตอนที่ 1 การไทเกรตหาจุดสมมูลของปฏิกิริยาระหว่างกรด-เบส

1. ให้นักเรียนออกแบบการทดลองเพื่อหาจุดสมมูลของปฏิกิริยากรด-เบสโดยได้กราฟดังรูป



### ปฏิกริยาเคมี

1. HCl 0.1 mol/dm<sup>3</sup> กับ NaOH 0.1 mol/dm<sup>3</sup>
2. CH<sub>3</sub>COOH 0.1 mol/dm<sup>3</sup> กับ NaOH 0.1 mol/dm<sup>3</sup>

#### การทดลองตอนที่ 2 การหาเปอร์เซ็นต์ของ CH<sub>3</sub>COOH ในน้ำส้มสายชู

1. ปั๊ปน้ำส้มสายชู มา 10 cm<sup>3</sup> ลงในขวดรูปมนต์
2. ใส่สารละลายน้ำ NaOH เข้มข้น 0.5 mol/dm<sup>3</sup> ลงในบิวเรตต์
- หยดฟีนอลฟิฟายลินลงไปในขวดรูปมนต์ จำนวน 2-3 หยด
3. ไฟเกรตต์ด้วยสารละลายน้ำ NaOH เข้มข้น 0.5 mol/dm<sup>3</sup> จนกระหั้งสารละลายน้ำเปลี่ยนเป็นสีชมพู และบันทึกปริมาณ NaOH 0.5 mol/dm<sup>3</sup> ที่ใช้
4. ทำการทดลองซ้ำข้อ 1-4 อีก 2 ครั้ง บันทึกผล
5. นำปริมาณ NaOH ที่ใช้ไปคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ความเข้มข้นของกรดอะซิติกในน้ำส้มสายชู

#### การทดลองตอนที่ 3 การหาเปอร์เซ็นต์ความเข้มข้นของ C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>O<sub>2</sub> ในน้ำผลไม้

1. ปั๊ปน้ำผลไม้ 10 cm<sup>3</sup> ลงในขวดรูปมนต์
2. ใส่สารละลายน้ำ NaOH เข้มข้น 0.5 mol/dm<sup>3</sup> ลงในบิวเรตต์
3. หยดฟีนอลฟิฟายลินลงไปในขวดรูปมนต์ จำนวน 2-3 หยด
4. ไฟเกรตต์ด้วยสารละลายน้ำ NaOH เข้มข้น 0.5 mol/dm<sup>3</sup> จนกระหั้งสารละลายน้ำเปลี่ยนเป็นสีชมพู และบันทึกปริมาณ NaOH 0.5 mol/dm<sup>3</sup> ที่ใช้
5. ทำการทดลองซ้ำข้อ 1-4 อีก 2 ครั้ง บันทึกผล
6. นำปริมาณ NaOH ที่ใช้ไปคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ความเข้มข้นของกรดอะซิติกในน้ำผลไม้

\*\*\*\*\*

## คำถ้ามหลังการทดสอบ

1. จากการทดลองดอนที่ 1 จุดสมมูลของการไฟเรตของปฏิกิริยาเคมีทั้ง 2 ปฏิกิริยา มีค่า pH เท่ากันหรือไม่ อย่างไร

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

2. จงเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า pH ของสารละลายกับปริมาตรของโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ของการไฟเทอร์ตครค – เบส ระหว่าง  $\text{HCl} 0.1 \text{ mol/dm}^3$  กับ  $\text{NaOH} 0.1 \text{ mol/dm}^3$

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. ขณะที่เคนสารละลายโดยเดิม ไส้กรอกใช้คัลในน้ำส้มสายชู pH ของสารละลายผสมมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

#### 4. จงเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาของน้ำส้มสายชูกับสารละลายน้ำเดื่มน้ำดื่มไฮดรอกไซด์

5. จงหาปอร์เซ็นต์ของ  $\text{CH}_3\text{COOH}$  ในน้ำส้มสายชูด้วยวิธีการคำนวณ

4. จงหาเปอร์เซ็นต์ของ  $C_6H_{10}O_7$  ในน้ำผลไม้ด้วยวิธีการคำนวณ

### แบบฝึกหัดเสริมประสบการณ์

1. เมื่อไทเทրตสารละลายน  $\text{CH}_3\text{COOH}$  ที่ไม่ทราบความเข้มข้น  $10 \text{ cm}^3$  กับสารละลายน  $\text{NaOH}$  เข้มข้น  $0.1 \text{ mol/dm}^3$  โดยใช้ฟันอัลฟากาลีนเป็นอินดิเคเตอร์ ต้องใช้สารละลายน  $\text{NaOH}$   $27 \text{ cm}^3$  อินดิเคเตอร์ จึงเปลี่ยนสี จงหาความเข้มข้นของสารละลายน

---



---



---



---



---

2. จะต้องใช้สารละลายน  $\text{NaOH}$   $0.1 \text{ mol/dm}^3$  กี่  $\text{cm}^3$  ในการไทเทรตกับสารละลายน  $\text{HCl}$   $0.09 \text{ mol/dm}^3$   $25 \text{ cm}^3$  จนถึงจุดหยุด

---



---



---



---



---

3. ให้นักเรียนออกแบบการทดลองในการหาความเข้มข้นของสารละลายนกรดอ่อนชั้นนิดหนึ่ง โดยใช้วิธีการไทเทรตกรด-เบส

---



---



---



---



---

4. ให้นักเรียนออกแบบการทดลองในการหาปริมาณแคลเซียมคาร์บอนเนตและแมกนีเซียมไฮดรօไซด์ในยาลดกรด

---



---



---



---



---

**ปฏิบัติการแบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ที่ 6**  
**เรื่อง อินดิเคเตอร์สำหรับการไทยเกรตกรด-เบส**

วันที่ทำการทดลอง วันที่ .....เดือน..... พ.ศ.....

**วัตถุประสงค์**

1. ทำการทดลองเพื่อเลือกอินดิเคเตอร์ที่เหมาะสมในการไทยเกรตกรด-เบสได้
2. ทำการทดลองเพื่อหาอินดิเคเตอร์จากพืชธรรมชาติที่เหมาะสมในการไทยเกรตกรด-เบสได้

**หลักการ**

**อินดิเคเตอร์กับการไทยเกรตกรด-เบส**

อินดิเคเตอร์กรด-เบสที่เหมาะสมกับการไทยเกรตนี้ จะต้องมีค่า pH อยู่ที่จุดกึ่งกลางของช่วง การเปลี่ยนสีที่ใกล้เคียงหรือเท่ากับ pH ที่จุดสมมูลของการไทยเกรต นอกเหนือจากการเลือกใช้อินดิเคเตอร์ ต้องพิจารณาจากสีที่ปรากฏ โดยจะต้องมีความเข้มมากพอที่จะมองเห็นได้ง่าย คือ ต้องสามารถเห็น การเปลี่ยนสีได้ชัดเจน

การเลือกอินดิเคเตอร์ อาจขึ้นอยู่กับชนิดของปฏิกิริยาระหว่างกรด - เบส เพราะที่จุดสมมูลของ แต่ละปฏิกิริยานั้นจะมีค่า pH ที่แตกต่างกัน

**การเลือกใช้อินดิเคเตอร์ในการไทยกรด มีดังนี้**

1. การไทยกระระหว่างกรดแก่กับเบสแก่ ให้ใช้อินดิเคเตอร์ที่แสดงจุดยุติที่ pH ประมาณ 7
2. การไทยกระระหว่างกรดแก่กับเบสอ่อน ให้ใช้อินดิเคเตอร์ที่แสดงจุดยุติที่ pH ต่ำกว่า 7
3. การไทยกระระหว่างกรดอ่อนกับเบสแก่ ให้ใช้อินดิเคเตอร์ที่แสดงจุดยุติที่ pH สูงกว่า 7
4. การไทยกระระหว่างกรดอ่อนกับเบสอ่อน ให้ใช้อินดิเคเตอร์ที่แสดงจุดยุติที่ pH ประมาณ 7

\*\*\*\*\*

## อุปกรณ์และสารเคมี

### อุปกรณ์

1. ขวดรูปชามพู่
2. บีเป็ต
3. บิวเรต
4. หลอดทดลอง
5. ถูกรายาง
6. ชาตั้งพร้อมที่ขับหลอดทดลอง

### สารเคมี

1. สารละลายน้ำ  $\text{CH}_3\text{COOH}$  0.1 mol/dm<sup>3</sup>
2. สารละลายน้ำ  $\text{NaOH}$  0.1 mol/dm<sup>3</sup>
3. ฟีโนอล์ฟทาลีน
4. เมทิลอะเวนจ์
5. อินดิกेटอร์จากพืช (มันเทศและถูกผักปลัง)

### วิธีการทดลอง

1. บีเป็ตต์สารละลายน้ำ  $\text{CH}_3\text{COOH}$  0.1 mol/dm<sup>3</sup> จำนวน 10 cm<sup>3</sup> ลงในขวดรูปชามพู่ หยดฟีโนอล์ฟทาลีนลงไป 3 หยด
2. บรรจุสารละลายน้ำ  $\text{NaOH}$  0.1 mol/dm<sup>3</sup> ในบิวเรตต์
3. ทำการไหเทรตด้วยสารละลายน้ำ  $\text{NaOH}$  จนกระทั่งสารละลายน้ำเปลี่ยนสี บันทึกปริมาตรของสารละลายน้ำ  $\text{NaOH}$  ที่ใช้ (ทำ 3 ช้ำ)
4. ทำการทดลองเช่นเดียวกับข้อ 1-3 แต่เปลี่ยนจากฟีโนอล์ฟทาลีนเป็นเมทิลอะเวนจ์และอินดิกेटอร์จากพืช (มันเทศและถูกผักปลัง) ตามลำดับ

### คำถามหลังการทดลอง

1. ในการทดลองนี้ ควรเลือกใช้ฟินอล์ฟากลีนหรือเมทิลօอเรนซ์เป็นอินดิเคเตอร์ จึงจะได้จุดยุติที่ใกล้เคียงกับจุดที่สมมูลที่สุด เพราะเหตุใด

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

2. ในการทดลองนี้ควรเลือกใช้อินดิเคเตอร์จากพืชหรือไม่ อย่างไร

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

3. นักเรียนคิดว่าอินดิเคเตอร์จากพืชธรรมชาติสามารถนำมาใช้เป็นอินดิเคเตอร์ในการไทยเกรตกรด-เบสหรือไม่อย่างไร

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

4. งบออกข้อดี-ข้อเสียของการใช้อินดิเคเตอร์จากพืชธรรมชาติในการไทยเกรตกรด-เบส

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

### แบบฝึกหัดเสริมประสบการณ์

1. ในการไห้กรดระหว่างกรดแก่กันเบสแก่ ควรเลือกใช้อินดิเคเตอร์ที่แสดงจุดยุติที่ pH ประมาณเท่าใด เพราะเหตุใด พร้อมทั้งยกตัวอย่างอินดิเคเตอร์
- .....  
.....  
.....

2. ในการไห้กรดระหว่างกรดแก่กันเบสอ่อน ควรเลือกใช้อินดิเคเตอร์ที่แสดงจุดยุติที่ pH ประมาณเท่าใด เพราะเหตุใด พร้อมทั้งยกตัวอย่างอินดิเคเตอร์
- .....  
.....  
.....

3. ในการไห้กรดระหว่างกรดอ่อนกับเบสแก่ ควรเลือกใช้อินดิเคเตอร์ที่แสดงจุดยุติที่ pH ประมาณเท่าใด เพราะเหตุใด พร้อมทั้งยกตัวอย่างอินดิเคเตอร์
- .....  
.....  
.....

4. ในการไห้กรดระหว่างกรดอ่อนกับเบสอ่อน ควรเลือกใช้อินดิเคเตอร์ที่แสดงจุดยุติที่ pH ประมาณเท่าใด เพราะเหตุใด พร้อมทั้งยกตัวอย่างอินดิเคเตอร์
- .....  
.....  
.....

5. ในการไห้กรดสารละลายน H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ด้วยสารละลายน HCl สามารถเลือกใช้อินดิเคเตอร์ได้ได้บ้าง เพราะเหตุใด
- .....  
.....  
.....

## ปฏิบัติการแบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ที่ 7 เรื่อง สารละลายน้ำไฟฟ้า

วันที่ทำการทดลอง วันที่ .....เดือน..... พ.ศ. ....

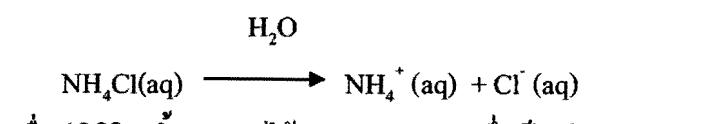
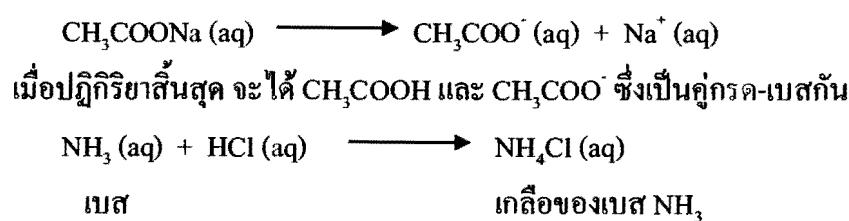
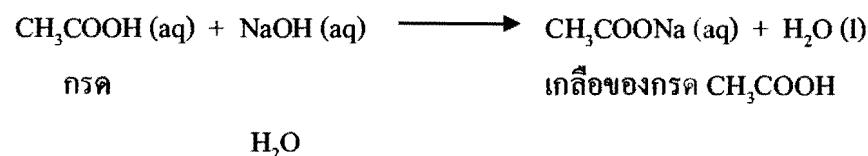
วัตถุประสงค์

1. ทำการทดลองเพื่อศึกษา pH ของสารละลายน้ำฟเฟอร์ เมื่อเติมกรดหรือเบสลงไปได้
  2. อธิบายสมบัติของสารละลายน้ำฟเฟอร์ได้
  3. ทำการทดลองเพื่อเตรียมสารละลายน้ำฟเฟอร์ได้
  4. เผยนสมการแสดงปฏิกิริยาการควบคุม pH ของสารละลายน้ำฟเฟอร์ได้
  5. อธิบายการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับระบบบันฟเฟอร์ในร่างกายและในธรรมชาติได้

## ห้องการ

สาระนัยบัพเพอร์

สารละลายน้ำฟอเรร์ คือ สารละลายน้ำสมของกรดอ่อนกับเกลือของกรดน้ำหรือเบสอ่อน กับเกลือของเบสน้ำ และเป็นสารละลายน้ำที่สามารถควบคุมค่า pH ให้คงที่เมื่อเติมกรดหรือเบสลงไปไม่มากนัก เช่น



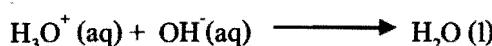
### การควบคุม pH ของสารละลายน้ำฟีฟอร์

1. เมื่อเติม  $\text{H}_3\text{O}^+$  และ  $\text{OH}^-$  ลงในสารละลายน้ำฟีฟอร์ที่ประกอบด้วยกรดอ่อนและเกลือของกรดน้ำ จากสมการ



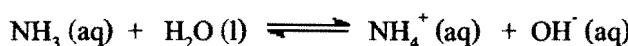
เติมกรดลงไป กรณจะแตกตัวให้  $\text{H}_3\text{O}^+$  ซึ่ง  $\text{H}_3\text{O}^+$  จะรวมตัวกับคู่เบส  $\text{CH}_3\text{COO}^-$  กลายเป็น  $\text{CH}_3\text{COOH}$  ได้มากขึ้น แต่ในสารละลายนี้  $\text{CH}_3\text{COO}^-$  มากพอที่จะรวมตัวกับ  $\text{H}_3\text{O}^+$  ที่เติมลงไป จึงไม่ทำให้ความเข้มข้นของ  $\text{H}_3\text{O}^+$  เปลี่ยนแปลง ทำให้ค่า pH คงที่

เติมเบสลงไปเบสแตกตัวให้  $\text{OH}^-$  ซึ่ง  $\text{OH}^-$  จะรวมตัวกับ  $\text{H}_3\text{O}^+$  ได้  $\text{H}_2\text{O}$



ทำให้ความเข้มข้นของ  $\text{H}_3\text{O}^+$  ลดลง ระบบจะปรับสมดุล โดย  $\text{CH}_3\text{COOH}$  จะแตกตัวทำให้ได้  $\text{CH}_3\text{COO}^-$  กับ  $\text{H}_3\text{O}^+$  ในระบบเข้าสู่สมดุล ซึ่งก็จะทำให้ pH ของสารละลายน้ำคงที่

2. เมื่อเติม  $\text{H}_3\text{O}^+$  และ  $\text{OH}^-$  ลงในสารละลายน้ำฟีฟอร์ที่ประกอบด้วยเบสอ่อนและเกลือของเบสน้ำ จากสมการ



เติมกรดลงไป กรณจะแตกตัวให้  $\text{H}_3\text{O}^+$  ซึ่ง  $\text{H}_3\text{O}^+$  จะรวมตัวกับ  $\text{OH}^-$  กลายเป็น  $\text{H}_2\text{O}$  ทำให้ความเข้มข้นของ  $\text{OH}^-$  ลดลง ระบบจะปรับสมดุล โดย  $\text{NH}_3$  จะทำปฏิกิริยา กับ  $\text{H}_2\text{O}$  ได้  $\text{NH}_4^+$  กับ  $\text{OH}^-$  เพิ่มขึ้นจนเข้าสู่ภาวะสมดุล ทำให้ค่า pH คงที่

เติมเบสลงไปเบสแตกตัวให้  $\text{OH}^-$  ซึ่ง  $\text{OH}^-$  จะรวมตัวกับ  $\text{NH}_4^+$  ได้  $\text{NH}_3$  แต่ในสารละลายนี้  $\text{NH}_4^+$  มากทำให้ความเข้มข้นของ  $\text{OH}^-$  ไม่เปลี่ยนแปลง ทำให้ค่า pH คงที่ ด้วย

\*\*\*\*\*

### อุปกรณ์และสารเคมี

#### อุปกรณ์

1. หลอดทดลองขนาดกลาง
2. หลอดหยด
3. กระบอกตวงขนาด  $10 \text{ cm}^3$
4. บีกเกอร์
5. แท่งแก้วคนสาร
6. หลอดหยด
7. ทิ่งหางหลอดทดลอง

## สารเคมี

1. สารละลายน้ำกรดแอลูมิโนซิทิกเข้มข้น  $0.1 \text{ mol/dm}^3$
2. สารละลายน้ำโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น  $0.1 \text{ mol/dm}^3$
3. สารละลายน้ำโซเดียมแอโซเซเตตเข้มข้น  $0.1 \text{ mol/dm}^3$
4. สารละลายน้ำไฮโดรคลอริกเข้มข้น  $0.1 \text{ mol/dm}^3$
5. ยูนิคลิเวอร์ซัลลิโนนดิเกเตอร์
6. น้ำกลั่น
7. น้ำแตงกวา
8. น้ำมะพร้าวสด
9. น้ำส้ม
10. น้ำแตงไทย
11. น้ำมะมุด
12. น้ำชามพู่

## วิธีการทดลอง

### การทดลองตอนที่ 1 การเปลี่ยนแปลง pH ของสารละลายน้ำชนิด

1. เตรียมสารละลายน้ำสำหรับทดลอง ดังนี้

ทดลองที่ 1 : เติมน้ำกลั่น ปริมาตร  $6 \text{ cm}^3$

ทดลองที่ 2 : เติมน้ำแตงกวา ปริมาตร  $6 \text{ cm}^3$

ทดลองที่ 3 : เติมน้ำมะพร้าวสด ปริมาตร  $6 \text{ cm}^3$

ทดลองที่ 4 : เติมน้ำส้ม ปริมาตร  $6 \text{ cm}^3$

ทดลองที่ 5 : เติมน้ำแตงไทย ปริมาตร  $6 \text{ cm}^3$

ทดลองที่ 6 : เติมน้ำมะมุด ปริมาตร  $6 \text{ cm}^3$

ทดลองที่ 7 : เติมน้ำชามพู่ ปริมาตร  $6 \text{ cm}^3$

ทดลองที่ 8 : เติมสารละลายน้ำกรดแอลูมิโนซิทิกเข้มข้น  $0.1 \text{ mol/dm}^3$  : สารละลายน้ำโซเดียมแอโซเซเตตเข้มข้น  $0.1 \text{ mol/dm}^3$  (1:1) ปริมาตร  $6 \text{ cm}^3$

ทดลองที่ 9 : เติมสารละลายน้ำโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น  $0.1 \text{ mol/dm}^3$  : สารละลายน้ำกรดแอลูมิโนซิทิกเข้มข้น  $0.1 \text{ mol/dm}^3$  (1:1) ปริมาตร  $6 \text{ cm}^3$

ทดลองที่ 10 : เติมสารละลายน้ำโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น  $0.1 \text{ mol/dm}^3$  : สารละลายน้ำกรดแอลูมิโนซิทิกเข้มข้น  $0.1 \text{ mol/dm}^3$  (2:1) ปริมาตร  $6 \text{ cm}^3$

หลอดทดลองที่ 11 : เติมสารละลายน้ำเดียวไฮดรอกไซด์เข้มข้น  $0.1 \text{ mol/dm}^3$  :  
สารละลายน้ำเดียวเข้มข้น  $0.1 \text{ mol/dm}^3$  (1:2) ปริมาตร  $6 \text{ cm}^3$

2. หยดสารละลายน้ำเดียวซัลอินดิกเตอร์ลงในหลอดทดลองที่ 11 หลอด หลอดละ 2-3 หยด สังเกตสีของสารละลายน้ำเดียวแต่ละหลอด
3. หยดสารละลายน้ำเดียวไฮดรอกไซด์เข้มข้น  $0.1 \text{ mol/dm}^3$  1 หยด ในหลอดที่ 1-11 สังเกตสีของสารละลายน้ำเดียวแต่ละหลอด และหยดต่อไปจนกระทั่งสีของสารละลายน้ำเดียวเปลี่ยนไปบันทึกผลสีที่เปลี่ยนและจำนวนหยดของสารละลายน้ำเดียวไฮดรอกไซด์ที่ใช้
4. ทำการทดลองตามขั้นตอนที่ 1-3 แต่เปลี่ยนจากสารละลายน้ำเดียวไฮดรอกไซด์เข้มข้น  $0.1 \text{ mol/dm}^3$  เป็นสารละลายน้ำไฮดรอลอริก เข้มข้น  $0.1 \text{ mol/dm}^3$

#### การทดลองท่อนที่ 2 การเตรียมสารละลายน้ำฟเฟอร์

1. ให้นักเรียนเตรียมสารละลายน้ำฟเฟอร์ (อย่างน้อย 2 ชนิด) จากสารเคมีที่กำหนดให้คือสารละลายน้ำเดียวเข้มข้น  $0.1 \text{ mol/dm}^3$ , สารละลายน้ำเดียวไฮดรอกไซด์เข้มข้น  $0.1 \text{ mol/dm}^3$ , สารละลายน้ำเดียวไฮดรอลอริก เข้มข้น  $0.1 \text{ mol/dm}^3$
2. ให้นักเรียนออกแบบการทดลองเพื่อพิสูจน์ว่าสารละลายน้ำฟเฟอร์ที่เตรียมมีคุณสมบัติเป็นสารละลายน้ำฟเฟอร์

### คำถานหลังการทดลอง

1. เมื่อเติมสารละลายนโซเดียมไฮครอกไซด์เข้มข้น  $0.5 \text{ mol}/\text{dm}^3$  หรือสารละลายนกรดไฮโคลอโริกเข้มข้น  $0.5 \text{ mol}/\text{dm}^3$  ลงในสารตัวอย่างทั้ง 7 ชนิด pH ของสารละลายนเปลี่ยนแปลงหรือไม่ เพราะเหตุใด
- 
- 

2. สารละลายนผสมของกรดแอกซีติกกับโซเดียมแอกซีเตต (1:1) มีสมบัติเป็นสารละลายนบฟเฟอร์ หรือไม่ อ่านใจ
- 
- 

3. สารละลายนผสมของโซเดียมไฮครอกไซด์ กับ กรดแอกซีติก (1:1) มีสมบัติเป็นสารละลายนบฟเฟอร์ หรือไม่ อ่านใจ
- 
- 

4. สารละลายนผสมของโซเดียมไฮครอกไซด์ กับ กรดแอกซีติก (2:1) มีสมบัติเป็นสารละลายนบฟเฟอร์ หรือไม่ อ่านใจ
- 
- 

5. สารละลายนผสมของโซเดียมไฮครอกไซด์ กับ กรดแอกซีติก (1:2) มีสมบัติเป็นสารละลายนบฟเฟอร์ หรือไม่ อ่านใจ
- 
- 

6. สารตัวอย่างทั้ง 11 ชนิด สารไดบังสามารถควบคุมการเปลี่ยนแปลง pH ได้ และสารไดสามารถควบคุมการเปลี่ยนแปลง pH ได้ดีที่สุด
- 
-

### แบบฝึกหัดเสริมประสบการณ์

1. เมื่อเดินกรดหรือเบสลงไปในสารละลายน้ำฟเฟอร์ จะมีการเปลี่ยนแปลงค่า pH หรือไม่ อย่างไร  
พร้อมทั้งเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้น
- .....  
.....  
.....

2. สารละลายน้ำฟเฟอร์กรดและสารละลายน้ำฟเฟอร์เบสประกอบด้วยอะไรมบ้าง
- .....  
.....  
.....

3. สารละลายน้ำฟเฟอร์จะต้องมีสมบัติอย่างไร
- .....  
.....  
.....

4. การเตรียมสารละลายน้ำฟเฟอร์กรดและสารละลายน้ำฟเฟอร์เบสสามารถเตรียมได้อย่างไร  
พร้อมทั้งเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้น
- .....  
.....  
.....

5. ในการวินิจฉัยโรคของคนไข้คุณหนึ่งพบว่า pH ของเลือดสูงกว่าปกติ จึงต้องช่วยฉุกเฉินด้วย  
การให้คนไข้หายใจเข้า-ออกในถุงกระดาษในระยะเวลาสั้น ๆ การกระทำเช่นนี้เพื่ออะไร
- .....  
.....  
.....

**ภาคผนวก ๔**  
**คุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล**

**ตารางที่ จ.1 ค่าความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์กับมาตรฐานคุณประสพ  
เรื่อง กรด-เบส**

ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	
1	1	1	1	1
2	1	1	1	1
3	1	1	1	1
4	1	1	1	1
5	1	1	1	1
6	1	1	1	1
7	1	1	1	1
8	1	1	1	1
9	1	1	1	1
10	1	1	1	1
11	1	1	1	1
12	1	1	1	1
13	1	1	1	1
14	1	1	1	1
15	1	1	1	1
16	1	1	1	1
17	1	1	1	1
18	1	1	1	1
19	1	1	1	1
20	1	1	1	1

**ตารางที่ ง.1 ค่าความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างแบบทดสอบบัณฑิตกับบุคประมงค์  
เรื่อง กรด-เบส (ต่อ)**

ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	
21	1	1	1	1
22	1	1	1	1
23	1	1	1	1
24	1	1	1	1
25	1	1	1	1
26	1	1	1	1
27	1	1	1	1
28	1	1	1	1
29	1	1	1	1
30	1	1	1	1
31	1	1	1	1
32	1	1	1	1
33	1	1	1	1
34	1	1	1	1
35	1	1	1	1
36	1	1	1	1

ตารางที่ ง.2 ค่าความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างแบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหากับจุดประสงค์  
เรื่อง กรด-เบส

ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	
1	1	1	1	1
2	1	1	1	1
3	1	1	1	1
4	1	1	1	1
5	1	1	1	1
6	1	1	1	1
7	1	1	1	1
8	1	1	1	1
9	1	1	1	1
10	1	1	1	1
11	1	1	1	1
12	1	1	1	1
13	1	1	1	1
14	1	1	1	1
15	1	1	1	1
16	1	1	1	1
17	1	1	1	1
18	1	1	1	1
19	1	1	1	1
20	1	1	1	1

ตารางที่ ๔.๒ ค่าความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างแบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาภัยจุดประสงค์ เรื่อง กรด-เบส (ต่อ)

ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	
21	1	1	1	1
22	1	1	1	1
23	1	1	1	1
24	1	1	1	1
25	1	1	1	1
26	1	1	1	1
27	1	1	1	1
28	1	1	1	1

**ตารางที่ ๑.๓ ค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) เป็นรายข้อของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง กรด-เบส**

ข้อที่	ค่าความยาก (P)	ค่าอำนาจจำแนก (r)
1	0.63	0.50
2	0.85	0.25
3	0.85	0.25
4	0.69	0.38
5	0.56	0.63
6	0.57	0.25
7	0.56	0.38
8	0.85	0.25
9	0.85	0.25
10	0.38	0.50
11	0.56	0.63
12	0.39	0.25
13	0.44	0.65
14	0.38	0.25
15	0.25	0.50
16	0.63	0.25
17	0.38	0.50
18	0.38	0.65
19	0.25	0.25
20	0.31	0.63

ตารางที่ ง.3 ค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) เป็นรายข้อของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง กรด-เบส (ต่อ)

ข้อที่	ค่าความยาก (P)	ค่าอำนาจจำแนก (r)
21	0.50	0.75
22	0.31	0.25
23	0.31	0.63
24	0.44	0.38
25	0.56	0.88
26	0.56	0.63
27	0.63	0.50
28	0.31	0.25
29	0.56	0.88
30	0.56	0.63
31	0.50	0.50
32	0.75	0.25
33	0.31	0.65
34	0.38	0.25
35	0.63	0.65
36	0.50	0.25
<b>ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ = 0.80</b>		

ตารางที่ 4.4 ค่าความยากง่าย ( $P$ ) และค่าอำนาจจำแนก ( $r$ ) เป็นรายชื่อของแบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาเรื่อง กรด-เบส

ข้อที่	ค่าความยาก ( $P$ )	ค่าอำนาจจำแนก ( $r$ )
1	0.48	0.21
2	0.54	0.21
3	0.40	0.57
4	0.78	0.21
5	0.78	0.36
6	0.58	0.36
7	0.68	0.50
8	0.72	0.29
9	0.36	0.50
10	0.48	0.79
11	0.58	0.43
12	0.48	0.21
13	0.58	0.43
14	0.80	0.36
15	0.44	0.43
16	0.36	0.57
17	0.62	0.37
18	0.36	0.64
19	0.46	0.71
20	0.52	0.43

**ตารางที่ ๔.4 ค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) เป็นรายชื่อของแบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหา เรื่อง กรด-เบส (ต่อ)**

ข้อที่	ค่าความยาก (P)	ค่าอำนาจจำแนก (r)
21	0.74	0.50
22	0.38	0.43
23	0.34	0.43
24	0.44	0.43
25	0.66	0.50
26	0.74	0.21
27	0.78	0.21
28	0.22	0.29
<b>ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ = 0.87</b>		

## ประวัติผู้วิจัย

<b>ชื่อ</b>	นางสาวศุภารพิชญ์ กุลธี
<b>ประวัติการศึกษา</b>	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี, พ.ศ. 2550 ประกาศนียบัตรบัณฑิตวิชาชีพครู
	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี, พ.ศ. 2546-2549
	วิทยาศาสตรบัณฑิต (เคมี)
<b>ประวัติการทำงาน</b>	พ.ศ. 2551-ปัจจุบัน
<b>ตำแหน่งและสถานที่ทำงานปัจจุบัน</b>	ครู โรงเรียนชุมพลวิทยาสรรค์ ครู โรงเรียนชุมพลวิทยาสรรค์ อำเภอชุมพลบุรี จังหวัดสุรินทร์ อีเมล์: sn_1327@hotmail.com