



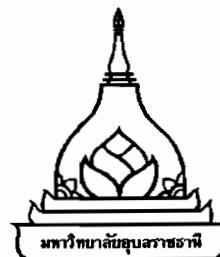
## การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจ ต่อการจัดการเรียนรู้ที่ไฟว์กระดาย เรื่อง กรดและเบส

สมควรคนนี้ มนัส

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต  
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์  
มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

พ.ศ. 2555

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี



**STUDY OF ACADEMIC ACHIEVEMENT AND SATISFACTION  
TOWARDS PAPER - BASED T5 LEARNING ON ACIDS AND BASES**

**SANATAS MANAS**

**A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS  
FOR THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE**

**MAJOR IN SCIENCE EDUCATION**

**FACULTY OF SCIENCE**

**UBONRATCHATHANI UNIVERSITY**

**YEAR 2012**

**COPYRIGHT OF UBON RATCHATHANI UNIVERSITY**



ใบรับรองวิทยานิพนธ์  
มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี  
ปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต  
สาขาวิชาภาษาศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์

เรื่อง การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจต่อการขัดการเรียนรู้ที่ไฟร์กรีดาย  
เรื่องการคัดเลือกแบบ

ผู้จัด นางสนธรคน์ มนัส

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษา

(ดร.กานต์ศรัตตน์ ภูมิเสลา)

กรรมการ

(ดร.ศักดิศรี สุภायร)

กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์วรรณวไล อธิวานิพงษ์)

คณบดี

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จันทร์เพ็ญ อินทรประเสริฐ)

มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์ ดร.อุทิศ อินทร์ประสิทธิ์)

รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการ

ปฏิบัติราชการแทนอธิการบดี มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

ปีการศึกษา 2555

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้ได้รับความกรุณาจาก ดร.กานต์ตะรัตน์ วุฒิเสลา อาจารย์ที่ปรึกษา และ อาจารย์ในคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบราชธานี ทุกท่านที่ให้คำแนะนำข้อมูล ความรู้ และ คำปรึกษาอย่างใกล้ชิด ตลอดระยะเวลาการทำวิทยานิพนธ์ ตลอดจนชี้แนะแนวทางต่าง ๆ ในการ แก้ปัญหา และปรับปรุงส่วนที่บกพร่องของวิทยานิพนธ์นี้

ขอขอบพระคุณ ผู้อำนวยการ โรงเรียนเบญจจะنمหาราช พร้อมทั้งคณะครุฯ อาจารย์ ในโรงเรียนทุก ๆ ท่านที่ให้ความร่วมมือ ตลอดจนอำนวยความสะดวกต่าง ๆ ด้วยค่ะ

ขอขอบคุณอาจารย์วาระนา ตั้งโภนล และนางสาวคัทลียา คงยศ ที่ช่วยเหลืองาน ทุกอย่างและให้กำลังใจในการทำงานวิจัยครั้งนี้ ขอขอบคุณภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบราชธานี ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบราชธานีทุกท่าน ขอขอบคุณทุกท่านที่มีส่วนร่วมในวิทยานิพนธ์นี้ให้สำเร็จลุล่วง

(นางสมศรี มนัส)

ผู้วิจัย

## บทคัดย่อ

**ชื่อเรื่อง** : การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ที่ไฟว์กระดาย เรื่อง กรดและเบส

**โดย** : สนธิรัตน์ มนัส

**ชื่อปริญญา** : วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

**สาขาวิชา** : วิทยาศาสตรศึกษา

**ประธานกรรมการที่ปรึกษา** : ดร.กานต์ตะรัตน์ ุตมิสตา

**คัพท์สำคัญ** : การจัดการเรียนรู้แบบที่ไฟว์กระดาย ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กรด-เบส

โปรแกรม Designing4Learning+Portfolio หรือ โปรแกรม D4L+P เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ที่ไฟว์ผ่านระบบอินเตอร์เน็ต ซึ่งประกอบด้วยองค์ประกอบ ๕ อย่าง คือการให้งาน การให้ข้อเสนอแนะ การทำงานเป็นทีม แหล่งเรียนรู้และเครื่องมือ อย่างไรก็ตาม โปรแกรมนี้นักเรียนต้องเรียนผ่านระบบอินเตอร์เน็ต จึงเป็นข้อจำกัดสำหรับนักเรียนที่ไม่สามารถเข้าถึงอินเตอร์เน็ตได้หรือโรงเรียนมีอินเตอร์เน็ตแต่ความเร็วต่ำ เพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว จึงได้มีการพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานระหว่างการจัดการเรียนรู้ที่ไฟว์และการมอบหมายงานให้นักเรียนทำในกระดาย ให้ชื่อเรียกการจัดการเรียนรู้นี้ว่าที่ไฟว์กระดาย วัตถุประสงค์ของงานวิจัยเพื่อศึกษาความก้าวหน้าของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คะแนนระหว่างเรียนของแต่ละงาน และความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ที่ไฟว์กระดาย กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕ ภาคเรียนที่ ๒ ปีการศึกษา ๒๕๕๔ โรงเรียนเบญจมบพิราราม จำนวน ๔๖ คน เครื่องมือที่ใช้ในรวบรวมข้อมูลประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ที่ไฟว์กระดาย จำนวน ๔ แผน แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน และแบบประเมินความพึงพอใจ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ความก้าวหน้าทางการเรียนและค่าเฉลี่ยเลขคณิต ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีความก้าวหน้าของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเท่ากับ ๐.๗๗ ซึ่งอยู่ในระดับสูง ส่วนคะแนนระหว่างเรียน โดยเฉลี่ยทุกเนื้อหาเท่ากับ ๔.๕๗ โดยเนื้อหาที่นักเรียนได้คะแนนระหว่างเรียนสูงที่สุดคือ พีโอดของสารละลายน้ำ และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ในระดับมาก ค่าเฉลี่ยเท่ากับ ๔.๓๓ โดยนักเรียนเสนอแนะว่างานที่ ๑ ซึ่งนักเรียนแต่ละคนทำแบบฝึกหัดก่อนเข้าห้องเรียนเป็นงานที่ทำให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหา เรื่อง กรดและเบส มากที่สุด

## ABSTRACT

TITLE : STUDY OF ACADEMIC ACHIEVEMENT AND SATISFACTION  
TOWARDS PAPER-BASED T5 LEARNING ON ACIDS AND BASES

BY : SANATAS MANAS

DEGREE : MASTER DEGREE OF SCIENCE

MAJOR : SCIENCE EDUCATION

CHAIR : KARNTARAT WUTTISELA, Ph.D.

KEYWORDS : PAPER-BASED T5 LEARNING / ACIDS AND BASES /  
ACADEMIC ACHIEVEMENT / SATISFACTION

The ‘Designing4Learning+Portfolio (D4L+P program)’ has been widely used as a tool for the T5 learning approach which consists of five major parts: task, tutorial, team, topic resource, and tool. However, the use of D4L+P requires internet access and this severely disadvantages those students who have limited internet access and/or educational institutions with low connectivity. To counter these problems, a mixed approach of the T5-based learning approach and paper-based assignments, known as paper-based T5 learning, was developed. This research aimed to study the progress of students’ academic achievement, formative assessment of each task, and satisfaction as a result of their use of the paper-based T5 learning approach. Forty-six Grade 11 students from Benchama Maharat School participated in the study during second semester in the 2011 academic year. The research instruments included four lessons using paper-based T5 learning, pre-test, post-test, and questionnaire. The collected data were analyzed by normalized gain and means. Results revealed that students’ academic achievement achieved a normalized gain of 0.77, indicating an average score denoting a high gain. The mean of the formative scores for each concept was 4.57. The highest formative score was for the concept of the pH of a solution. Students expressed a high level (mean = 4.33) of satisfaction with this learning approach and results also suggested that Task 1 of the four task assignments, in which students were assigned to complete the individual student tasks before class time, could be the most important factor in students understanding the concepts of acids and bases.

## สารบัญ

	หน้า
<b>กิตติกรรมประกาศ</b>	<b>ก</b>
<b>บทคัดย่อภาษาไทย</b>	<b>ข</b>
<b>บทคัดย่อภาษาอังกฤษ</b>	<b>ค</b>
<b>สารบัญ</b>	<b>ง</b>
<b>สารบัญตาราง</b>	<b>ฉ</b>
<b>สารบัญภาพ</b>	<b>ช</b>
<b>บทที่</b>	
<b>1 บทนำ</b>	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย	2
1.3 สมมติฐานการวิจัย	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
1.5 ขอบเขตของการวิจัย	3
1.6 นิยามศัพท์	4
<b>2 แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง</b>	
2.1 การจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์	6
2.2 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับที่ไฟว์โน้มเดล	8
2.3 ขั้นตอนการเรียนที่ไฟว์กระดาย	12
2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	14
<b>3 วิธีดำเนินการวิจัย</b>	
3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	17
3.2 เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย	17
3.3 แบบแผนที่ใช้ในการวิจัย	18
3.4 ระยะเวลาในการวิจัย	18
3.5 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	19
3.6 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	20

## สารบัญ

	หน้า
3.7 ขั้นตอนการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล	26
3.8 การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ในงานวิจัย	27
<b>4 ผลการวิจัยและอภิปรายผล</b>	
4.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	28
4.2 คะแนนระหว่างเรียน	33
4.3 ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ที่ไฟว์กระดาย	35
<b>5 สรุปผล และข้อเสนอแนะ</b>	
5.1 สรุปผล	42
5.2 ข้อเสนอแนะ	43
<b>เอกสารอ้างอิง</b>	<b>45</b>
<b>ภาคผนวก</b>	
ก แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง กรดและเบส	50
ข แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง กรดและเบส	74
ค แบบสอบถาม เรื่อง การจัดการเรียนรู้ที่ไฟว์กระดาย เรื่อง กรดและเบส	83
ง ภาพกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ที่ไฟว์กระดาย เรื่อง กรดและเบส	86
<b>ประวัติผู้วิจัย</b>	<b>89</b>

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
3.1 วันเดือนปีที่จัดการเรียนรู้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้	18
3.2 หัวข้อของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี 4 เรื่องกรดและเบส	19
3.3 เกณฑ์การให้คะแนนงานที่ 2 และงานที่ 3	23
3.4 เกณฑ์การแปลความหมายค่าเฉลี่ย	27
4.1 ผลการเปรียบเทียบความก้าวหน้าทางการเรียนแบบแต่ละชั้นเรียน	28
4.2 ความก้าวหน้าของนักเรียนรายบุคคล	30
4.3 คะแนนระหว่างเรียนของแต่ละงาน	33
4.4 ค่าเฉลี่ยและการแปลผลค่าเฉลี่ยจากแบบสอบถามตามของการจัดเรียนรู้ที่ไฟว์กระดาย เรื่อง กรดและเบส	36
4.5 กิจกรรมของการจัดการเรียนรู้ที่ไฟว์กระดายที่นักเรียนชอบ	37
4.6 กิจกรรมของการจัดการเรียนรู้ที่ไฟว์กระดายที่ทำให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหา	38
4.7 เหตุผลที่นักเรียนชอบในการจัดการเรียนรู้ที่ไฟว์กระดาย	39
4.8 ความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับสิ่งที่ควรปรับปรุงในการจัดการเรียนรู้ที่ไฟว์กระดาย	40

## สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 องค์ประกอบของโมเดลการออกแบบระบบการเรียนการสอน T5	11
2.2 ขั้นตอนการเรียนที่ไฟว์โมเดลกระดาย	12
3.1 ขั้นตอนในการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้	20
3.2 ขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้ที่ไฟว์กระดาย	21
3.3 แผนผังการนั่งของนักเรียนแต่ละกลุ่ม	22
3.4 แผนผังการตรวจงานให้เพื่อน 2 คน (Task II)	23
3.5 ขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบ	24
3.6 ขั้นตอนในการสร้างแบบวัดความพึงพอใจ	25
3.7 ขั้นตอนในการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล	26
4.1 ผลการเปรียบเทียบความก้าวหน้าทางการเรียนแบบรายบุคคล	29
4.2 ผลงานของนักเรียนที่มีความก้าวหน้าอยู่ในระดับสูงที่สุด	31
4.3 ผลงานของนักเรียนที่มีความก้าวหน้าอยู่ในระดับต่ำที่สุด	31
4.4 ผลการเปรียบเทียบความก้าวหน้าทางการเรียนแบบรายเนื้อหา	32
4.5 ผลการเปรียบเทียบความก้าวหน้าทางการเรียนแบบรายชื่อ	32
4.6 ตัวอย่างงานระหว่างเรียนของนักเรียนเรื่อง pH ของสารละลาย	34
4.7 ตัวอย่างผลงานนักเรียนที่ได้คะแนนของงานที่ 2 น้อย	35
4.8 เหตุผลที่นักเรียนส่วนมากชอบการจัดการเรียนรู้ที่ไฟว์กระดาย เพราะนักเรียนได้เรียนรู้ด้วยตัวเอง	40
4.9 สิ่งที่ควรปรับปรุงในการจัดการเรียนรู้ที่ไฟว์กระดาย	41

## บทที่ 1

### บทนำ

#### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

เนื่องจากวิชาเคมีเป็นสาขางานนั่งของวิชาวิทยาศาสตร์ และมีบทบาทที่สำคัญต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์และในปัจจุบันนี้ถือว่าเคมีเป็นสาขางานนั่งที่ถูกนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันมาก และยังเป็นพื้นฐานในการประกอบอาชีพในสาขาต่าง ๆ เช่น นักวิทยาศาสตร์ แพทย์ เภสัชกร วิศวกร แต่นักเรียนส่วนมากมองว่าวิชาเคมีเป็นวิชาที่เข้าใจยาก และมีโครงสร้างที่ซับซ้อน ยากต่อการทำความเข้าใจ จึงทำให้นักเรียนไม่มีความกระตือรือร้นในการเรียน ขาดการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ไม่มีการเตรียมความพร้อมก่อนเข้าห้องเรียน ซึ่งส่งผลกระทบต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยเฉพาะในการจัดการเรียนการสอนวิชาเคมี ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕ ปีการศึกษา ๒๕๕๓ พ布ว่า "นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ย ๒.๗ (ฝ่ายวิชาการ โรงเรียนเบญจมบพิมหาราช, ๒๕๕๓) ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์ที่โรงเรียนได้ตั้งไว้ และจากการพิจารณาในเนื้อหาวิชาพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ทำให้ต่ำนั้น จะมีเนื้อหาวิชากรดและเบสรวมอยู่ด้วย จึงทำให้ผู้วิจัยต้องการเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องกรดและเบส โดยที่ผู้วิจัยได้เปลี่ยนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นครูบรรยายในห้องเรียนเป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนมีบทบาทในห้องเรียนมากขึ้นและเตรียมความพร้อมก่อนเรียนหรือก่อนรับความรู้จากครู

การจัดการเรียนรู้ที่ไฟว์ คือ การจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยใช้ความสำเร็จของชิ้นงาน (Task based – approach) ในการประเมินผลการเรียนรู้ การประเมินชิ้นงานมี ๒ ระบบ คือผู้สอนประเมินผู้เรียน และผู้เรียนประเมินกันเอง (Peer assessment) คำว่า T5 ประกอบด้วยคัพท์ ๕ คำคือ Task Tutoring Teamwork Topic และ Tool สรุปได้ว่าการจัดการเรียนรู้ที่ไฟว์เน้นให้ผู้เรียนศึกษาค้นคว้าและสืบค้นก่อนเข้าห้องเรียน เป็นการเตรียมความพร้อมของผู้เรียนก่อนเข้าห้องเรียนโดยค้นหาคำตอบผ่านทางระบบออนไลน์ และการศึกษาจากหนังสือด้วยตนเองก่อนที่ครูจะทำการสอน (Salter D., Richards L. and Carey T., 2004) นอกจากนี้การจัดการเรียนรู้ที่ไฟว์เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ช่วยให้สามารถกำหนดแนวทางในการแก้ปัญหาของผู้เรียน การทำงานเป็นกลุ่ม การวิเคราะห์ และให้คำแนะนำต่อผลงาน ทำให้การจัดการเรียนรู้นี้สามารถแก้ปัญหาการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนได้หลายประเด็น เช่น การถ่ายทอดเนื้อหามากกว่าปฏิบัติ นักเรียนขาดความสนใจและแรงจูงใจในการเรียน (Salter D., Richards L. and Carey T., 2004) ผู้เรียนและครูไม่มีปฏิสัมพันธ์ในห้องเรียน

ผู้เรียนไม่คันควรหาคำตอบจากแหล่งความรู้เพิ่มเติม (ชาตรุรงค์ ศรีพานิช, 2548) ผู้เรียนไม่ทำกิจกรรมด้วยตนเอง และไม่ประเมินตนเองในการเรียน (พิทยาภรณ์ เลิศกระโทก, 2549) นอกจากนี้การจัดการเรียนรู้ที่ไฟว์บั้งสามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนให้สูงขึ้นในรายวิชาชีววิทยาเบื้องต้น (ช่อทิพย์ กัณฑ์โชค, 2552) และรายวิชาเคมีอินทรีย์ (Saksri Supasorn, 2009) ส่วนด้านความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้นั้นมีงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ Silphiphat S. and et.al (2010) และช่อทิพย์ กัณฑ์โชค (2552) พบว่าผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบนี้ในระดับมาก และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยที่ไฟว์โมเดล (T5 Model) บั้งสามารถช่วยเพิ่มทักษะการคิดและฝึกการแก้ปัญหาได้ (Karntarat Wuttisala, 2009)

อย่างไรก็ตาม การจัดการเรียนรู้ที่ไฟว์ออนไลน์กำหนดให้นักเรียนส่งงานทางอินเทอร์เน็ต ซึ่งอินเทอร์เน็ตของโรงเรียนใช้เฉพาะสอนวิชาคอมพิวเตอร์เท่านั้น และขาดบุคลากรที่มีความรู้ ความสามารถในการดูแลระบบ D4L+P และจากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่า ระบบมีปัญหาบ่อยครั้ง ดังนั้นจึงได้พัฒนาเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ไฟว์กระดาษ โดยเปลี่ยน Tool จากระบบการจัดการเรียนรู้ที่ใช้เครื่อข่ายอินเทอร์เน็ตเป็นกระดาษ จึงเรียก T5 Model ลักษณะนี้ว่า การจัดการเรียนรู้ที่ไฟว์กระดาษ (Paper-based T5 Model)

จากสภาพปัญหาและแนวคิดดังกล่าว ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะทำการศึกษาถึงผลของการจัดการเรียนรู้ที่ไฟว์กระดาษ โดยนำมาจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในรายวิชาเคมี 4 เรื่อง กรด - เบนส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเบญจมบพิมหาราช อำเภอเมือง จังหวัดอุบลราชธานี

## 1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย

- 1.2.1 เพื่อศึกษาความก้าวหน้าของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน เรื่อง กรด-เบนส จากการจัดการเรียนรู้ที่ไฟว์กระดาษ
- 1.2.2 เพื่อศึกษาคะแนนระหว่างเรียนแต่ละงานของการจัดการเรียนรู้ที่ไฟว์กระดาษ
- 1.2.3 เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้ที่ไฟว์กระดาษ เรื่อง กรด และเบนส

## 1.3 สมมติฐานการวิจัย

- 1.3.1 นักเรียนที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้ที่ไฟว์กระดาษ เมื่อวิเคราะห์ด้วย Normalized gain มีความก้าวหน้าทางการเรียนในระดับสูง

1.3.2 คะแนนระหว่างเรียนแต่ละงานของการจัดการเรียนรู้ที่ไฟว์กระดานมากกว่า

#### 4 คะแนนทุกงาน

1.3.3 นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ที่ไฟว์กระดานในระดับมาก

### 1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ผลของการศึกษารังนี้ สามารถนำไปปรับปรุงพัฒนาประสิทธิภาพการจัดการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพสูงยิ่งขึ้น ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้รับการพัฒนาผลการเรียนรู้ มีความคงทนในการเรียนรู้ มีพัฒนาการทางสังคมในการเรียนรู้และร่วมมือกับผู้อื่น และในการดำเนินการครั้งนี้สามารถนำไปเป็นแนวทางในการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ได้ดังนี้

1.4.1 เป็นแนวทางสำหรับครูผู้สอนวิชาเคมี ในการปรับปรุงและพัฒนารูปแบบการเรียน การสอนวิชาเคมี และวิชาอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องให้มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น

1.4.2 เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนของครูผู้สอน การมอบหมายงาน ที่เหมาะสมกับสภาพของผู้เรียน การที่ผู้เรียน ได้ร่วมทำกิจกรรมกลุ่มส่งผลให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ จากเพื่อนในกลุ่มและสามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

1.4.3 นักเรียนมีผลลัพธ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงขึ้น

1.4.4 นักเรียนมีเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น

### 1.5 ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีขอบเขตของการวิจัย ดังนี้

#### 1.5.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2554 โรงเรียนเบญจมบพิเดช อำเภอเมือง จังหวัดอุบลราชธานี สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 29 ที่เรียนวิชาเคมี 4 ว 30224 ห้องเรียนเป็นจำนวน 573 คน กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยในครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/7 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2554 โรงเรียนเบญจมบพิเดช อำเภอเมือง จังหวัดอุบลราชธานีที่เรียนวิชาเคมี 4 ว 30224 จำนวน 46 คน ได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

### 1.5.2 ขอบเขตด้านเนื้อหา

เนื้อหาที่นำมาใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ เนื้อหาวิชาเคมี 4 เรื่องกรดและเบส ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 4 ตามหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนเบญจมบพิมหาราช แบ่งออกเป็น 4 หัวข้อ คือ

1.5.2.1 การแยกตัวของกรดแก่และเบสแก่

1.5.2.2 การแยกตัวของกรดอ่อนและเบสอ่อน

1.5.2.3 การแยกตัวเป็นไอออนของน้ำ

1.5.2.4 pH ของสารละลาย

### 1.5.3 ตัวแปรในการศึกษา

ตัวแปรอิสระ ได้แก่ การจัดการเรียนรู้ที่ไฟว์กระดาษ

ตัวแปรตาม ได้แก่

1.5.3.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1.5.3.2 ความก้าวหน้าทางการเรียน

1.5.3.3 ความพึงพอใจที่มีต่อการเรียน

### 1.5.4 ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยดำเนินการวิจัยในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2554 เป็นเวลา 4 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 ชั่วโมง รวมเวลาทั้งสิ้น 12 ชั่วโมง ใช้แผนการจัดการเรียนรู้ 4 แผน แผนละ 3 ชั่วโมง

## 1.6 นิยามศัพท์

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นิยามศัพท์เฉพาะไว้ดังนี้

1.6.1 การจัดการเรียนรู้ที่ไฟว์ (T5 Model) หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ที่พัฒนาโดยคณาจารย์จากมหาวิทยาลัย Waterloo ประเทศแคนาดา โดยใช้ความสำเร็จของชิ้นงาน (Task based-approach) ในการประเมินผลการเรียนรู้ การประเมินชิ้นงานมี 2 ระบบ คือ ผู้สอนประเมินผู้เรียน และผู้เรียนประเมินกันเอง (Peer assessment) คำว่า T5 ประกอบด้วยศัพท์ 5 คำ คือ Task Tutoring Teamwork Topic และ Tool โดยที่ Tool ในที่นี้ หมายถึง ระบบการจัดการเรียนรู้ ผ่านเครือข่าย (Learning Management System, LMS) ที่เรียกว่า D4L+P (Design for Learning + Portfolio) ซึ่งพัฒนาขึ้นโดยคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

1.6.2 การจัดการเรียนรู้ที่ไฟว์กระดาษ (Paper-based T5 Model) หมายถึง การจัดการเรียนรู้ เช่นเดียวกับการจัดการเรียนรู้แบบที่ไฟว์แต่เปลี่ยน Tool จากระบบการจัดการเรียนรู้ที่ใช้เครือข่าย ออนไลน์เทอร์เน็ตเป็นกระดาษ

1.6.3 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คะแนนที่ได้จากการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี 4 เรื่อง กรด-เบส ซึ่งวัดได้จากการคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี 4 เรื่อง กรด-เบส ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

1.6.4 ความก้าวหน้าทางการเรียน หมายถึง ผลต่างระหว่างคะแนนหลังเรียนและก่อนเรียนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี 4 เรื่อง กรด-เบส ซึ่งวิเคราะห์โดยใช้ค่า normalized gain

1.6.5 ความพึงพอใจ หมายถึง ความเห็นหรือความรู้สึกของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ที่ไฟว์กระดาย โดยอาจจะแสดงออกทั้งในด้านบวกหรือลบ ชอบหรือไม่ชอบ สนับสนุนหรือไม่สนับสนุน โดยวัดจากแบบวัดความพึงพอใจที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามแนวทางของลิเคร็ท (Likert) ชนิด 5 ระดับ โดยมีลักษณะการวัดแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale)

1.6.6 กลุ่มบริการ หมายถึง กลุ่มที่รับส่งงานระหว่างครุภัณฑ์เพื่อนและทำหน้าที่เตรียมและเก็บอุปกรณ์ในการทดลอง ตรวจสอบอุปกรณ์ทุกชิ้นให้อยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน

## บทที่ 2

### แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาด้วยวิธีการ เอกสาร แนวคิด และทฤษฎีต่าง ๆ ตลอดจนงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้มีความรู้ ความเข้าใจในหลักการและทฤษฎีต่างๆที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการศึกษา วิจัยครั้งนี้ และได้นำเสนอตามหัวข้อต่อไปนี้

#### 2.1 การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ในการจัดการเรียนการสอนวิชาเคมีเป็นสาขานึงของการสอนวิทยาศาสตร์ เพื่อให้บรรลุ วัตถุประสงค์ตามที่ตั้งไว้ ครุผู้สอนต้องศึกษาวัตถุประสงค์ของการสอนวิทยาศาสตร์หลักการสอน วิทยาศาสตร์ กระบวนการเรียนการสอนที่ใช้ในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เทคนิคการสอนวิทยาศาสตร์ ดังนี้

##### 2.1.1 วัตถุประสงค์ของการสอนวิทยาศาสตร์

การเรียนการสอนวิชาเคมีปัจจุบันได้จัดตามความมุ่งหมายของการเรียนการสอน วิทยาศาสตร์ โดยมีจุดประสงค์การสอนวิทยาศาสตร์ (gap เลาห ไพบูลย์, 2540) ได้กล่าวไว้ดังนี้

2.1.1.1 ด้านความรู้วิทยาศาสตร์ (Scientific Knowledge) มุ่งให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจ ด้านวิทยาศาสตร์เพียงพอที่จะใช้เป็นพื้นฐานในการศึกษาหาความรู้ต่อไปช่วยให้เข้าใจปรากฏการณ์ ธรรมชาติใช้ทรัพยากรธรรมชาติและปักป้องสิ่งแวดล้อมอย่างเหมาะสม เลือกใช้เป็น ใช้ให้เกิดประโยชน์ สูงสุด

2.1.1.2 ด้านกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Process) มุ่งฝึกให้ ผู้เรียนมีกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพื่อที่จะนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน มีศักยภาพ ในการแสวงหาความรู้เพิ่มเติมวินิจฉัยและแก้ปัญหามีการตัดสินใจอย่างเหมาะสมซึ่งเป็นวิธีการทำงาน วิทยาศาสตร์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์

##### 2.1.2 หลักการสอนวิทยาศาสตร์

การสอนวิชาเคมีจะอาศัยหลักการสอนวิทยาศาสตร์ และเพื่อให้บรรลุผลตามวัตถุประสงค์ ที่ตั้งไว้ครุผู้สอนจะต้องรู้หลักการสอนวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นวิชาที่ศึกษาร่วมกัน หรือค้นพบปรากฏการณ์ ของสิ่งของต่าง ๆ ในธรรมชาติประกอบด้วยเนื้อหาหรือความรู้ และกระบวนการทางแสวงหาความรู้ทาง วิทยาศาสตร์เกิดจากประสบการณ์ โดยใช้ประสานสมมัติการค้นคว้าเพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบและความรู้

ซึ่งประกอบด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการและจิตคติทางวิทยาศาสตร์ (gap เลาห์ ไพบูลย์, 2540)

การจัดการเรียนการสอนเพื่อให้นักเรียนรู้ดูประสัฐคือขั้นตอนที่มีประสิทธิภาพควรยึดหลัก (จำแนก รายละเอียด, 2536) ดังนี้

(1) การจัดการเรียนการสอนให้เนื่องอกับสภาพชีวิตจริงเพื่อให้นักเรียนสามารถนำไปใช้ได้

(2) สอนโดยให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการวางแผนการสอนสามารถหาความรู้ด้วยตนเอง และสรุปเป็นความรู้นำไปใช้ได้

(3) ให้นักเรียนเห็นความสำคัญและความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ ที่เรียนเพื่อปรับปรุงความเป็นอยู่ให้ดีขึ้น

(4) เพื่อแก้ไขเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมให้ดีขึ้น

(5) สอนโดยเน้นให้ปฏิบัติจริงมากกว่าท่องจำกฎเกณฑ์

(6) สอนจากสิ่งที่เป็นปัญหาใกล้ตัวไปสู่สิ่งที่ใกล้ตัวออกไปโดยใช้วิธีสอนแบบค่าง ๆ เช่น การอภิปราย การซักถาม การศึกษาความรู้ด้วยตนเอง การทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มการแก้ปัญหา และการปฏิบัติจริง ซึ่งเป็นวิธีการช่วยส่งเสริมให้นักเรียนคิดเป็นและแก้ปัญหาเป็น

จากหลักการสอนวิทยาศาสตร์ของนักวิชาการศึกษา สรุปได้ว่า ควรจัดการเรียนการเรียนการสอนให้ใกล้เคียงกับสภาพจริง ปลูกฝังคุณธรรมอันดีงาม เห็นความสำคัญของสิ่งต่าง ๆ และให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการวางแผนการสอน และปูพื้นฐานเพื่อให้เป็นพลเมืองดีของชาติ

### 2.1.3 กระบวนการและเทคนิคการสอนวิชาเคมี

การสอนวิชาเคมีเป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และเข้าใจบทเรียนด้วยตนเอง นักเรียนต้องดำเนินการทดลองตามขั้นตอนต่าง ๆ ที่ได้กำหนดไว้ในบทเรียน ถ้าไม่ได้ดำเนินการทดลองครุต้องเป็นผู้นำเสนอข้อมูลต่างๆ เกี่ยวกับเนื้อหาในบทเรียนนั้นข้อมูลเหล่านี้อาจได้จากการทดลองของนักวิทยาศาสตร์หรือผู้เชี่ยวชาญ ได้ดำเนินการมาแล้ว และต้องคำนึงถึงความเกี่ยวกับเรื่องที่ทำการทดลอง หรือข้อมูลที่นำมาเสนอเรียงตามขั้นตอนการทดลองตามลำดับและคำนึงจะต้องมีลักษณะการถ่ายทอดเนื่อง มีเหตุผลและผลงานในที่สุดผู้เรียนสามารถเรียนรู้เรื่องนั้นได้ด้วยตนเอง และวิธีการสอนเคมีตามแนวทางของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ถึงแม้จะเน้นการสอนแบบสืบเสาะหาความแต่บางเนื้อหาที่ไม่สามารถสอนด้วยวิธีดังกล่าวได้ ซึ่งบางเนื้อหาจำเป็นต้องใช้การสอนแบบบรรยาย เช่น โครงสร้างอะตอม ตารางธาตุ พันธะเคมี ดังนั้นการเลือกวิธีการสอนวิชาเคมีจึงควรพิจารณาให้สอดคล้องกับเนื้อหาวิชา และควรคำนึงถึงความแตกต่างของผู้เรียน

กพ เลาห์ ไพบูลย์ (นิรัฐุ สุภาพล, 2539 ; อ้างอิงจาก กพ เลาห์ ไพบูลย์, 2537) ได้กล่าวว่า วิชาเคมีนักจากมีเนื้อหาที่เป็นความรู้หรือแบบแผนของธรรมชาติที่ได้ถูกค้นคว้าทดลองและสะสมสืบต่อกันมาจนถึงปัจจุบันแล้ว กระบวนการเสาะแสวงหาความรู้ก็เป็นส่วนสำคัญส่วนหนึ่งของวิชาเคมี ที่จะทำให้เกิดประสิทธิภาพและประสิทธิผล หรืออาจกล่าวได้ว่ากระบวนการเรียนการสอนวิชาเคมีนี้เน้นการถ่ายทอดและแตกเปลี่ยนความรู้ ทักษะกระบวนการและเจตคติไปพร้อมกันซึ่งบทเรียนวิชาเคมีจะต้องแบ่งออกเป็นขั้นตอนตามลำดับจากง่ายไปซับซ้อน ไปสู่บทเรียนที่ยากและมีความซับซ้อนขึ้นไป แต่ละบทเรียนจะต้องมีสื่อถูกทางที่จะก่อให้เกิดสถานการณ์ให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ และตอบสนองผ่านประสานสัมผัส นำมาร่วมความเข้าใจปัญหา ดำเนินการสังเกต รวบรวมข้อมูลตามขั้นตอนและกระบวนการแสวงหาความรู้นำไปสู่ข้อสรุปของแต่ละบทเรียน และเข้าใจความสัมพันธ์ต่อเนื่องของบทเรียน

ในกระบวนการจัดการเรียนรู้เนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับการคำนวณ เช่น กรด-เบส สมดุลเคมี ปริมาณสัมพันธ์ ควรจะต้องเลือกเทคนิคและวิธีการสอนที่เหมาะสม เนื่องจากเป็นเนื้อหาที่ค่อนข้างยาก เทคนิคและวิธีการสอนที่ใช้ต้องฝึกให้นักเรียนแก้ปัญหาและได้เรียนรู้ด้วยตนเองจะช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้วิธีการแก้ปัญหาอย่างลึกซึ้ง เพื่อให้การจัดการเรียนการสอนเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด และเป็นการเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนให้สูงขึ้นอีกด้วย

## 2.2 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับที่ไฟฟ้าโน้มเค朵

### 2.2.1 แนวคิดสำหรับการเลือกใช้ที่ไฟฟ้าโน้มเค朵

การเรียนรู้แบบที่ไฟฟ้าโน้มเค朵เป็นรูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือที่มีการออกแบบผ่านระบบออนไลน์ โดยเน้นให้นักเรียนได้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองชี้ (Salter, Richard and Carey, 2004) ได้พัฒนาขึ้นเพื่อแก้ไขปัญหา เช่น การแก้ปัญหาการเรียนการสอนที่เนื้อหามากกว่าการเรียนรู้จากการปฏิบัติ ผู้เรียนขาดความสนใจและแรงจูงใจในการเรียน การให้ข้อมูลย้อนกลับผู้เรียนเป็นรายบุคคลเป็นไปได้ยาก และไม่ครอบคลุมในสิ่งที่สอน ดังนั้น จึงมีแนวคิดในการพัฒนาโดยใช้แนวคิดการออกแบบโน้มเค朵ที่ไฟฟ้าโน้มเค朵 ดังนี้

Leslie Richards และคณะซึ่งเป็นผู้ออกแบบเครื่องมือที่ช่วยในการเรียนการสอนนี้ โดยใช้ชื่อรูปแบบนี้ว่า การสอนหมายงาน (Task-based approach) ซึ่งเป็นการบูรณาการรูปแบบการเรียนการสอนและเทคโนโลยีเข้าด้วยกัน เช่น ในการออกแบบการเรียนการสอนอาชีวศึกษาหลัก 5 คำ คือ 1) Task 2) Tutorial 3) Teamwork 4) Topic resource และ 5) Tool or Technology

## 2.2.2 การออกแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ทีไฟว์โมเดล

ทีไฟว์โมเดลถูกพัฒนาโดยคณาจารย์จากมหาวิทยาลัยวอเตอร์ลู ประเทศแคนาดา โดยออกแบบมาเพื่อให้ทุกภาควิชาสามารถเรียนออนไลน์ร่วมกันได้ แต่เนื่องจากธรรมชาติแต่ละภาควิชามีความแตกต่างกันทำอย่างไรจึงจะให้มีการเรียนการสอนไปในแนวเดียวกันได้ โดยมีงานวิจัยขึ้นจาก Diane Salter และ Leslie Richards (2001) จาก Ontario Institute ว่าการใช้ทีไฟว์โมเดลเป็นพื้นฐานในการออกแบบจัดสภาพแวดล้อมในการเรียนรู้เมื่อคำนึงถึงการครอบคลุมเรียนรู้ของสมบูรณ์ผลที่ได้รับคือนักเรียนบทบาทร่วมในการจัดการเรียนที่มีมาตรฐานสูงขึ้นกว่าการสอนแบบเดิม ซึ่งจะช่วยแก้ปัญหาการเรียนการสอนที่มีอยู่ อาทิเช่น การเรียนการสอนในลักษณะการถ่ายทอดเนื้อหามากกว่าการเรียนรู้จากการปฏิบัติ ผู้เรียนขาดความสนใจ และแรงจูงใจในการเรียนการให้ผลข้อกลับผู้เรียนรายบุคคลเป็นไปได้ยากในผู้เรียนกลุ่มใหญ่การให้ผลข้อกลับเพื่อการพัฒนาผู้เรียนทำได้ยากเนื่องจากผู้เรียนมีพื้นฐานที่แตกต่างกันการผลิตสื่อการเรียนทำได้ยาก ไม่ครอบคลุมสิ่งที่สอน หรือสิ่งที่ผู้เรียนสนใจ เป็นต้น

Diane Salter, Leslie Richards และ Tom Carey (2004) ซึ่งเป็นผู้ออกแบบเครื่องมือที่ช่วยในการเรียนการสอนนี้ โดยให้ชื่อรูปแบบว่า การสอนหมายงาน (Task based approach) ซึ่งเป็นการบูรณาการรูปแบบการเรียนการสอนและเทคโนโลยีเข้าด้วยกันในการออกแบบการเรียนการสอนนั้น อาศัยคำหลัก 5 คำ และให้ชื่อรูปแบบนี้ว่า “T5-D4L (Designing 4 Learning)” หรือ “T5 Model” 5 คำหลักที่ใช้คือ

2.2.2.1 Tasks (กิจกรรมการเรียนหรืองานที่น้อมหมาย) สามารถรับส่งทางอินเทอร์เน็ตได้ ซึ่งกิจกรรมการเรียน (Learning activities, Learning task) ได้รับการออกแบบอย่างเหมาะสมจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดความสนใจในการศึกษาค้นคว้าเนื้อหา เพื่อให้สามารถทำกิจกรรมการเรียนได้ การออกแบบกิจกรรมการเรียนจะต้องคำนึงถึงความยากง่ายของเนื้อหาและปัญหาที่ผู้เรียนมักประสบ เมื่อเรียนเนื้อหานั้น กิจกรรมการเรียนจะต้องได้รับการออกแบบมาเพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในเนื้อหาหลังจากทำกิจกรรมเสร็จ โดยมีผู้สอนเป็นผู้ให้คำแนะนำ ผลข้อกลับจากผลงานของกิจกรรมการเรียนบางอย่างเป็นกิจกรรมเดี่ยว (Individual activities) บางกิจกรรมเป็นกิจกรรมกลุ่ม (Collaborative group work activities)

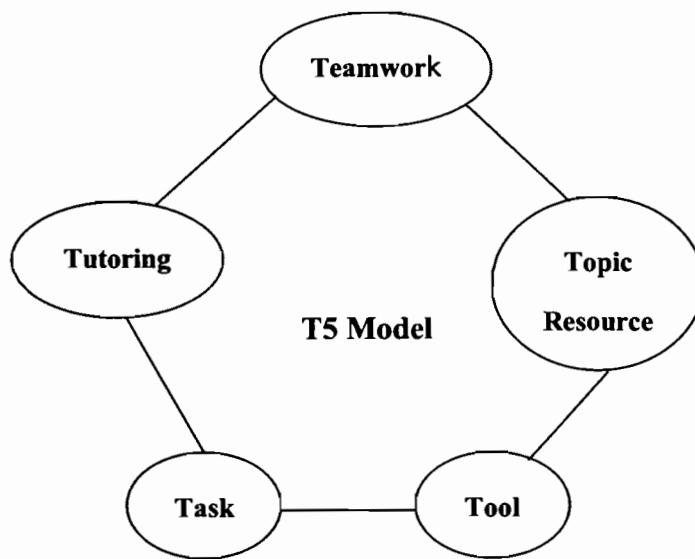
การแบ่งกิจกรรมการเรียนเป็นกิจกรรมย่อย ๆ โดยเป็นส่วนประกอบของกิจกรรมใหญ่ โดยผู้สอนให้แนวทางในการทำกิจกรรมย่อยมีเกณฑ์ในการประเมินผล ให้ส่งงานเป็นช่วง ๆ จะเปิดโอกาสให้ผู้สอนทราบความก้าวหน้า หรือความคลาดเคลื่อนในการเรียนรู้ของผู้เรียนและสามารถให้คำแนะนำผลข้อกลับ (Feedback) แก่ผู้เรียน ได้เป็นระยะช่วยว่าให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจไม่คลาดเคลื่อนไปไกลซึ่งดีกว่าการให้ผู้เรียนส่งชิ้นงานเดียวตอนจบภาคซึ่งผู้สอนไม่สามารถให้ผลข้อกลับได้ทัน

2.2.2.2 Tutorials (การให้คำแนะนำ) มีการตอบกลับอาจจะอยู่ในรูปของคำแนะนำ หรือความเห็นทั้งที่เป็นวิชาหรือเป็นลายลักษณ์อักษร เป็นการให้ผลข้อมูลกลับ (Feedback) จากการตรวจผลงานเพื่อช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้

2.2.2.3 Topics (หัวข้อหรือนื้อหา) เป็นเนื้อหาความรู้ที่อยู่ในรูปแบบต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นหนังสือ เอกสารประกอบการเรียนสื่ออิเล็กทรอนิกส์ เว็บไซต์หรือผู้เชี่ยวชาญ (Expert) ใน T5 Model เนื้อหาความรู้จะเป็นแหล่งความรู้ที่ผู้เรียนจะใช้ในการทำกิจกรรมการเรียนผู้เรียนจะสนใจค้นคว้าเนื่องจากมีกิจกรรมการเรียนเป็นตัวนำ ส่งเสริมการเรียนรู้เพื่อแก้ปัญหาซึ่งต่างจากไมเดลการออกแบบอื่น ๆ ที่เน้นการสร้างเนื้อหาที่ตอบสนองวัตถุประสงค์การเรียนและใช้เนื้อหาเป็นตัวนำในการถ่ายทอดให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้การกำหนดเนื้อหาความรู้เป็นเพียงแหล่งความรู้ประกอบการทำกิจกรรมทำให้ผู้สอนสามารถนำเนื้อหาความรู้จากแหล่งต่าง ๆ มาใช้ได้ไม่จำเป็นต้องสร้างเอง สนับสนุนแนวคิดในการสร้างสื่อการเรียนรู้ปัจจุบันที่ส่งเสริมให้นำสื่อที่สร้างมาใช้ซ้ำ (reuse) เช่น แนวคิด LO (learning Object) เป็นต้น

2.2.2.4 Teamwork (การทำงานเป็นกลุ่ม) สร้างกลุ่มการทำงานโดยปกติแล้วสมาชิกในกลุ่มควรเป็น 4 คน ถือว่าเป็นกลุ่มที่เหมาะสมที่สุด เพื่อให้มีการเรียนรู้ร่วมกันและมีการเรียนรู้จากผู้ที่เรียนได้เร็วกว่า (Peer) การจัดกลุ่มในลักษณะนี้เพื่อนำเข้าสู่กระบวนการเรียนรู้ในระดับตัวเอง (Individual) และพัฒนางานอุปกรณ์ในรูปแบบของงานกลุ่ม

2.2.2.5 Tools (เครื่องมือ) เป็นเครื่องมือที่ช่วยในการสนับสนุนพัฒนาการส่งงานรวมทั้งช่วยในการบริหารงานทั้งด้านผู้เรียนและผู้สอนในกระบวนการเรียนการสอนหากการเรียนการสอนเป็นอิเล็กทรอนิกส์หมายถึงเครื่องมือในระบบการจัดการเรียนรู้ LMS (Learning Management System) และรวมถึงเครื่องมือเว็บอื่น ๆ



ภาพที่ 2.1 องค์ประกอบของโมเดลการออกแบบระบบการเรียนการสอนที่ไฟร์โนเดล

### 2.2.3 หลักสำคัญของโมเดลการออกแบบที่ไฟร์

สุรัตน์ดี ชิดสูงเนิน (2552) ได้กล่าวถึงหลักสำคัญของโมเดลการออกแบบไฟร์ดังนี้

2.2.3.1 ใช้ “กิจกรรมการเรียน (Task)” เป็นตัวนำไปสู่การเรียนรู้ของผู้เรียน

2.2.3.2 เปิดโอกาสให้ผู้สอนสามารถติดตามความก้าวหน้าของผู้เรียน และสามารถให้คำแนะนำผลป้อนกลับ (Tutor and feed back) เพื่อช่วยให้ผู้เรียนได้เกิดความเข้าใจในความรู้ที่ชัดเจน ได้อย่างต่อเนื่องเป็นระยะ (Formative feedback)

2.2.3.3 ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้มีโอกาสในการสร้างปฏิสัมพันธ์ทางการเรียนร่วมกัน เพื่อนในรูปแบบการเรียนรู้ร่วมกันในการทำกิจกรรมการเรียน (Teamwork)

2.2.3.4 สื่อการเรียนและเนื้อหาความรู้ (Topics) จะเป็นทรัพยากรที่จะช่วยให้ผู้เรียน มีความเข้าใจ และสามารถทำกิจกรรมการเรียนได้สำเร็จแต่ไม่ใช่หลักในการเรียนการสอนเหมือน โมเดลอื่นๆ

2.2.3.5 ให้อิสระในการเลือกใช้เครื่องมือต่าง ๆ (Tools) เพื่อสนับสนุนการเรียนการสอนเพื่อช่วยให้ผู้เรียนสามารถทำกิจกรรมการเรียนได้

2.2.3.6 ให้ความสำคัญต่อการจัดเวลาที่เหมาะสมระหว่างการใช้เวลาในชั้นเรียน (Class time) และการใช้เวลาในการเรียนของผู้เรียน (Student time)

2.2.3.7 เน้นให้ผู้เรียนส่งงานให้ทันตามกำหนด มากกว่าการส่งงานที่สมบูรณ์ (เพื่อให้ผู้สอนสามารถติดตามผลงาน และให้คำแนะนำเพื่อให้งานดีขึ้น)

2.2.3.8 ที่ไฟว์โนมเดลสามารถนำไปใช้ในการออกแบบการเรียนการสอนในชั้นเรียน (Classroom) อิเลิร์นนิ่ง หรือแบบผสมผสาน (Blended learning)

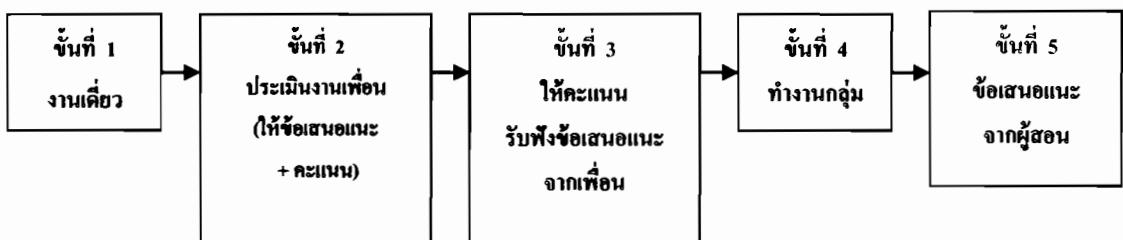
#### 2.2.4 ประโยชน์ที่ครูผู้สอนได้รับจากการสอน

ชาตุรังค์ ศรีพานิช (2548) ได้กล่าวถึงประโยชน์ที่ได้รับจากการสอนด้วยที่ไฟว์โนมเดลคือ “ทุก ๆ คน ได้รับบทบาทในการจัดการเรียนร่วมกันซึ่งจะทำให้เต็มไปด้วยบรรยากาศของการสอน การนิเทศ การปฏิบัติ การอภิปราย การประชุมแลกเปลี่ยนความรู้และประสบการณ์อย่างสร้างสรรค์”

สรุปได้ว่า ที่ไฟว์โนมเดล เป็นรูปแบบการสอนที่ช่วยให้สามารถกำหนดแนวทางในการแก้ปัญหาของผู้เรียน การทำงานเป็นกลุ่ม การวิจารณ์และให้คำแนะนำต่อผลงานและส่งเสริมให้เกิดผลลัพธ์จากการเรียนสูงขึ้น โดยที่ครูผู้สอนต้องมีความเข้าใจในรูปแบบ ขั้นตอน และสามารถนำมาประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมของการเรียน

### 2.3 ขั้นตอนการเรียนที่ไฟว์กระดาย

การจัดการเรียนรู้ที่ไฟว์กระดายมีการแบ่งสภาพแวดล้อมการเรียนรู้เป็น 5 ขั้นตอน โดยเป็นงานที่ต้องรับผิดชอบ 4 ชีวิต และส่วนสุดท้ายเป็นการเรียนรู้โดยครูผู้สอนในชั้นเรียน ดังภาพที่ 2.2



ภาพที่ 2.2 ขั้นตอนการเรียนที่ไฟว์โนมเดลกระดาย

#### 2.3.1 ขั้นที่ 1 (Task 1) งานเดี่ยว

2.3.1.1 นักเรียนทำแบบฝึกหัดในกิจกรรมที่ 1 ก่อนเข้าชั้นเรียน โดยครูเลือกข้อคำ답นให้ตามศักยภาพของผู้เรียน

2.3.1.2 นักเรียนเขียนตอบเหมือนกัน 2 ชุด โดยซ้ำกันด้วยลายมือของตนเอง

2.3.1.3 ศึกษาจากใบความรู้ที่ให้และจากแหล่งต่าง ๆ เพิ่มเติม

2.3.1.4 ทำแบบฝึกหัดในกิจกรรมที่ 1.1 ให้เสร็จและส่งตามเวลาที่กำหนด

2.3.1.5 นำส่งครูผู้สอน

### **2.3.2 ขั้นที่ 2 (Task 2) ประเมินงานเพื่อน (ให้ข้อเสนอแนะ + คะแนน)**

2.3.2.1 ตรวจความถูกต้องของแบบฝึกหัดของเพื่อน 2 คน (นักเรียนไม่ทราบชื่อของเพื่อนที่ส่งงานมาให้อ่าน)

2.3.2.2 ก่อนให้ข้อเสนอแนะนักเรียนต้องประเมินแบบฝึกหัดให้เพื่อนลงในแบบประเมินงานเดี่ยว (เป็นการประเมินความพำยานในการทำงานและให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงงาน) ส่งกลับมาที่กลุ่มบริการ กลุ่มบริการส่งกลับคืนเจ้าของงาน

การจัดแผนผังจัดตามศักยภาพของนักเรียน โดยเกรดสูงสุดในกลุ่มเป็นหมายเลข 1 หมายเลข 2,3,4 และ 5 จะลดลงตามลำดับ โดยหมายเลข 5 จะมีเกรดต่ำสุด (ภาพที่ 2.3)

การจัดนักเรียนเข่นนี้เพื่อให้นักเรียนได้ใบงานตามศักยภาพของผู้เรียน โดยหมายเลข 1 จะได้ใบงานที่ซับซ้อน ส่วนหมายเลข 2, 3, 4 และ 5 ความยากง่ายจะลดลงตามลำดับ

การนั่งตามกลุ่มจะหมุนได้ทุกคนเพื่อให้ได้หมายเลขข้อสอบที่เปลี่ยนไป และตรวจงานที่ไม่ใช่คณเดิม

### **2.3.3 ขั้นที่ 3 (Task 3) ให้คะแนนรับฟังข้อเสนอแนะจากเพื่อน**

2.3.3.1 อ่านข้อเสนอแนะของแบบฝึกหัดที่ได้รับจากเพื่อน

2.3.3.2 ประเมินข้อเสนอแนะจากเพื่อนลงในแบบประเมินงานเดี่ยว กรณีที่นักเรียนทำ task 1 ผิด ถ้าเพื่อนแก้ไขงานให้ถูกต้องมากยิ่งขึ้น 5 คะแนน

2.3.3.3 การตรวจงานจะให้นักเรียนตรวจตามหมายเลขที่ครุระบุ โดยคนเก่งตรวจคนเก่ง 1 คน อ่อน 1 คน หรือคนเก่ง 1 คน ปานกลาง 1 คน ส่วนคนอ่อนจะตรวจคนปานกลาง 1 คน อ่อน 1 คน

### **2.3.4 ขั้นที่ 4 (Task 4) งานกลุ่ม**

2.3.4.1 นักเรียนทำงานชิ้นที่ 2 (งานกลุ่ม)

2.3.4.2 ส่งงานชิ้นที่ 2 (งานกลุ่ม) ภายในเวลาที่กำหนด

2.3.4.3 หลังจากส่งงาน สามารถต้องประเมินเพื่อนในกลุ่ม โดยใช้แบบประเมินงานกลุ่ม ต้องประเมินสามารถในกลุ่มให้ครบถ้วน

### **2.3.5 ขั้นที่ 5 ข้อเสนอแนะจากผู้สอน**

2.3.5.1 ผู้สอนให้ข้อเสนอแนะแก่นักเรียนเป็นรายบุคคล และรายกลุ่มเพื่อแก้ไข หรือเสริมความเข้าใจของนักเรียนให้ชัดเจนยิ่งขึ้น

2.3.5.2 นักเรียนและครุผู้สอนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นจากการที่ได้รับมอบหมาย ทั้งงานเดี่ยวและงานกลุ่มก่อนมีการเรียน นักเรียนจะถูกดึงดูดความสนใจในเรื่องที่จะได้เรียนด้วยงานที่ได้รับมอบหมายจากครุผู้สอน และครุผู้สอนจะสังเกตจากพฤติกรรมดังนี้

- 1) ความพำนານในการทำงำนเดี่ยว
- 2) การอ่านและให้ข้อเสนอแนะแก่เพื่อน 2 คน
- 3) การได้รับข้อเสนอแนะจากเพื่อน 2 คน
- 4) มีส่วนร่วมในการทำงำนกลุ่ม
- 5) การรับข้อเสนอแนะจากครูผู้สอนทั้งที่เป็นงานเดี่ยวและงานกลุ่ม

## 2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ชาตรุรงค์ ศรีพานิช (2548) ได้ศึกษาการพัฒนาการสอนวิชาฟิสิกส์ โดยใช้รูปแบบการสอนแบบห้องเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนน้ำตกพิทยาคมสรุปว่าการพัฒนาระบบการเรียนการสอนด้วยที่ไฟฟ้าโน้มเกล็อกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนน้ำตกพิทยาคมสรุปว่าการพัฒนาระบบการเรียนการสอนด้วยที่ไฟฟ้าโน้มเกล็อกสามารถใช้งานร่วมกันและติดต่อระหว่างครุภัณฑ์กับนักเรียนได้ ส่วนนักเรียนสามารถศึกษาจากประสบการณ์ที่ครุภัณฑ์ให้ตามขั้นตอน และสามารถค้นหาคำตอบจากแหล่งที่มาเพิ่มเติมจนได้คำตอบพร้อมทั้งยังได้ตรวจสอบความถูกต้องของการทำข้อสอบได้

พิทยาภรณ์ เลิศกระโทก (2549) ได้สร้างสื่อการสอนผ่านเครือข่ายโดยใช้ที่ไฟฟ้าโน้มเกล็อก รายวิชาการประดิษฐ์เครื่องคอมพิวเตอร์สำหรับวิทยาลัยอาชีวศึกษาอุบลราชธานี พบว่า นักศึกษาทำกิจกรรมด้วยตนเอง และประเมินตนเองจากการเรียนด้วยแบบทดสอบได้ทันที

เจริญ ชุมมวล (2550) ได้ศึกษาการเรียนการสอนโดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญสำหรับนักศึกษา วิศวกรรมศาสตร์ ด้วยกระบวนการที่ไฟฟ้าโน้มเกล็อกกับนักศึกษาและวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี พบว่า การตอบสนองการเรียนรู้โดยภาพรวมของผู้เรียนเป็นไปด้วยดีมีความเข้าใจการนำเสนอรูปแบบของ การเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญมากที่สุด

ชัยพิพัฒน์ กัมทาโภดี (2552) ได้ศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในรายวิชาชีววิทยาเบื้องต้น 2 สำหรับนักศึกษาคณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ด้วยวิธีการใช้ที่ไฟฟ้าโน้มเกล็อกร่วมกับ D4L + P พบว่า ผู้เรียนร้อยละ 58 ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำในการประเมินผลการเรียน (ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม) ส่วนการสังเกตพฤติกรรม การตอบแบบสอบถามและความถี่ในการเข้าทำงานที่ได้รับมอบหมาย พบว่า ผู้เรียนมากกว่าร้อยละ 70 รู้สึกชื่นชอบและมีความสุขกับวิธีการจัดการเรียนการสอนในรูปแบบนี้ รวมทั้งมีความสนใจและตั้งใจส่งงานให้ตรงเวลา

Salter D., Richard L. and Carey T. (2004) คณาจารย์จากมหาวิทยาลัยวอเตอร์ลู ประเทศแคนาดา ได้พัฒนาที่ไฟฟ้าโน้มเกล็อกขึ้นเพื่อแก้ปัญหาการเรียนการสอนของนักศึกษา เช่น การเรียนการสอนในลักษณะการถ่ายทอดเนื้อหามากกว่าการเรียนรู้จากการปฏิบัติผู้เรียนขาดความสนใจ และแรงจูงใจในการเรียน การให้ผลป้อนกลับผู้เรียนรายบุคคลเป็นไปได้ยากในผู้เรียนกลุ่มใหญ่ การให้ผลป้อนกลับ



เพื่อการพัฒนาผู้เรียนทำได้ยาก ผู้เรียนมีพื้นฐานที่แตกต่างกัน การผลิตสื่อการเรียนทำได้ยาก ไม่ครอบคลุมสิ่งที่สอน หรือสิ่งที่ผู้เรียนสนใจ เป็นต้น

Kamtarat Wuttisela (2009) ได้ศึกษาระดับความพึงพอใจต่อการเรียนการสอนด้วย TS Design Model ด้วยโปรแกรมออนไลน์ รายวิชาเคมีอินทรีย์ ของนักศึกษาปริญญาตรีภาควิชาเคมี มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี โดยใช้แบบสอบถามวิธีการมาตราส่วนประมาณค่าของไลเคอร์ท 5 ระดับ ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบที่ไฟว์โน้มเคลด ประกอบด้วย 5 ขั้นตอนหลัก ได้แก่ งานที่ได้รับมอบหมาย การให้คำแนะนำ เนื้อหาแหล่งเรียนรู้ การทำกิจกรรมกลุ่ม และเครื่องมือ พนว่า นักศึกษามีความพึงพอใจต่อด้านงานที่ได้รับมอบหมายมากที่สุด (78 %) ส่วนด้านการทำกิจกรรมกลุ่มน้อยที่สุด (64 %) นอกจากนี้การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนด้วยที่ไฟว์โน้มเคลด ยังสามารถช่วยเพิ่มทักษะการคิดเชิงวิเคราะห์และฝึกการแก้ปัญหาได้ เป็นเครื่องมือการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ สามารถช่วยครูในการจัดกิจกรรมในห้องเรียนที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง

Saksri Supasorn (2009) ได้ศึกษาการจัดการเรียนรู้ที่ไฟว์ระดายเพื่อเพิ่มความเข้าใจ ให้กับนักศึกษาที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำในรายวิชาเคมีอินทรีย์ ของนักศึกษาคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี จำนวน 47 คน โดยการจัดการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การมอบหมายงานให้แก่นักศึกษาทำก่อนเข้าห้องเรียน (งานเดี่ยว) 2) ประเมินงานเพื่อน 2 คน โดยไม่ทราบว่าเป็นงานของใคร 3) ประเมินงานของเพื่อนขึ้นกลับ 4) การทำงานกลุ่ม 5) ครูแนะนำหรือให้ความรู้เพิ่มเติม เป็นการสรุปบทเรียน ผลการศึกษาพบว่า ประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้มีค่าเท่ากับ 72.5/70.0 นักเรียนมีความร่วมมือในการทำกิจกรรมกลุ่ม และมีทักษะในการแก้ปัญหาเพิ่มขึ้นนอกจากนี้ในการใช้กระดาษที่ไฟว์ยังสามารถใช้ในห้องเรียนที่ไม่มีการเชื่อมต่อเครือข่ายอินเทอร์เน็ต และในการทำงานกีฬาสามารถทำให้สะคลานขึ้นทั้งบังเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ช่วยให้ครูประยุกต์เวลาในการตรวจงาน ทำให้ครูมีเวลาในการออกแบบและพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ให้ดีขึ้น

ธันยาภัทร์ เทียรทองอินทร์ (2554) ได้ศึกษาการพัฒนาผลสัมฤทธิ์วิชาเคมีร่องปริมาณสารสัมพันธ์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้ TS กระดาษ พนว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน เมื่อจากครูได้มอบหมายให้นักเรียนแก้โจทย์ปัญหา ก่อนเข้าเรียน ทำให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาบางส่วนและฝึกให้นักเรียนแก้ปัญหาด้วยตนเองและเชื่อมั่นในการทำงานของตนเอง ทำให้นักเรียนสนุกในการเรียน ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

อรรถพล แท่นแก้ว (2554) ได้ศึกษาผลการจัดสภาพแวดล้อมการจัดการเรียนรู้ที่สนับสนุน การประเมินผลกระทบว่างกลุ่มผู้เรียนในวิชาฟิสิกส์ โดยใช้โน้มเคลดการเรียนรู้ TS กระดาษแล้ว พนว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ทั้งนี้เนื่องจากโน้มเคลดการเรียนรู้ TS

กระดาษมีการออกแบบงานเดี่ยวและงานกลุ่ม นักเรียนจะต้องศึกษาเนื้อหาและทฤษฎีความรู้ด้วยตนเองเพื่อที่จะทำชิ้นงานที่ได้รับมอบหมายให้สำเร็จ

ที่ไฟว์โน้มเคลดเป็นรูปแบบการสอนที่ช่วยให้สามารถกำหนดแนวทางในการแก้ปัญหาของผู้เรียน การทำงานเป็นกลุ่ม การวิจารณ์และให้คำแนะนำต่อผลงาน ทำให้การจัดการเรียนรู้สามารถแก้ปัญหาการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนได้หลากหลายประเด็น เช่น การถ่ายทอดเนื้อหามากกว่าการปฏิบัติ นักเรียนขาดความสนใจและแรงจูงใจในการเรียน (Salter D., Richard L. and Carey T., 2004) ผู้เรียนและครุไม่มีปฏิสัมพันธ์ในห้องเรียน ผู้เรียนไม่ค้นหาคำตอบจากแหล่งเรียนรู้เพิ่มเติม (ชาตรุรงค์ ศรีพานิช, 2548) ผู้เรียนไม่ทำกิจกรรมด้วยตนเอง และไม่ประเมินตนเองในการเรียน (พิทยาภรณ์ เลิศกระโทก, 2549) นอกจากนี้ การจัดการเรียนรู้แบบที่ไฟว์โน้มเคลดยังสามารถพัฒนาผลลัพธ์ทางการเรียนของผู้เรียนให้สูงขึ้นมากกว่าที่เรียนโดยใช้สื่อการสอนปกติในรายวิชาเศรษฐศาสตร์เบื้องต้น (Silphiphat S. and et al., 2010) รายวิชาชีววิทยาเบื้องต้น 2 (ช่อทิพย์ กัณฑ์โชค, 2552) และรายวิชาเคมีอินทรีย์ (Saksri Supasorn, 2009) ส่วนในด้านความพึงพอใจต่อการเรียนจัดการเรียนรู้นั้น มีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องได้แก่ Silphiphat S. and et al. (2010) และช่อทิพย์ กัณฑ์โชค (2552) พบว่า ผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบนี้ในระดับมาก และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยที่ไฟว์โน้มเคลด ยังสามารถช่วยเพิ่มทักษะการคิด และฝึกการแก้ปัญหาได้ (Karntarat Wuttisela, 2009)

## บทที่ 3

### วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำเสนอการวิจัย ผลการจัดการเรียนรู้ที่ไฟว์กระดาษที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง กรดและเบส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยตามลำดับหัวข้อดังนี้

#### 3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.1.1 ประชากร เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2554 โรงเรียนเบญจมบพิตรราชวิทยาลัย จังหวัดอุบลราชธานี สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 29 ที่เรียนวิชาเคมี 4 ว 30224 ห้องหมวด 13 ห้องเรียนเป็นจำนวน 573 คน

3.1.2 กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/7 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2554 โรงเรียนเบญจมบพิตรราชวิทยาลัย จังหวัดอุบลราชธานีที่เรียนวิชาเคมี 4 ว 30224 จำนวน 46 คน ได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) เพราะได้ทดลองใช้การจัดการเรียนรู้ที่ไฟฟ์กระดาษในเนื้อหา ก่อนหน้าแล้ว จากการสังเกตพฤติกรรมในชั้นเรียนพบว่า นักเรียนกลุ่มตัวอย่างชอบ กระตือรือร้น และมีศักยภาพที่จะปฏิบัติตามขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ที่ไฟฟ์กระดาษได้

#### 3.2 เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่นำมาใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ เนื้อหาวิชาเคมี 4 เรื่อง กรดและเบส ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 4 ตามหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนเบญจมบพิตรราชวิทยาลัย แบ่งออกเป็น 4 หัวข้อ คือ

- 3.2.1 การแยกตัวของกรดแก่และเบสแก่
- 3.2.2 การแยกตัวของกรดอ่อนและเบสอ่อน
- 3.2.3 การแยกตัวเป็นไอออนของน้ำ
- 3.2.4 pH ของสารละลาย

### 3.3 แบบแผนที่ใช้ในการวิจัย

แบบแผนที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นแบบ One Group Pretest Posttest Design เป็นการทดลองกลุ่มเดียวโดยมีลำดับขั้นตอน ดังนี้

3.3.1 กลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบก่อนเรียนด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี 4 ว 30224 เรื่องกรดและเบสจำนวน 30 ชีอ

3.3.2 ครุคำเนินการจัดการเรียนรู้ที่ไฟว์กระดาษ เรื่องกรดและเบส

3.3.3 กลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบหลังเรียนทันทีซึ่งเป็นแบบทดสอบชุดเดียวกันกับแบบทดสอบก่อนเรียน

### 3.4 ระยะเวลาในการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการทดลองในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2554 โดยใช้เวลาทำการทดลองระหว่าง 27 มกราคม 2555 ถึง 17 กุมภาพันธ์ 2555 เป็นเวลา 4 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 ชั่วโมง เท่ากันทุกเนื้อหาร่วม 12 ชั่วโมง ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 วันเดือนปีที่จัดการเรียนรู้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้	วัน/เดือน/ปี	เรื่อง	จำนวน (ชั่วโมง)
1	ศุกร์ที่ 27 มกราคม 2555	การแตกตัวของกรดแก่และเบสแก่	3
2	อังคารที่ 31 มกราคม 2555 ศุกร์ที่ 3 กุมภาพันธ์ 2555	การแตกตัวของกรดอ่อนและเบสอ่อน	3
3	อังคารที่ 7 กุมภาพันธ์ 2555 ศุกร์ที่ 10 กุมภาพันธ์ 2555	การแตกตัวเป็น ไอโอนของน้ำ	3
4	อังคารที่ 14 กุมภาพันธ์ 2555 ศุกร์ที่ 17 กุมภาพันธ์ 2555	pH ของสารละลาย	3

### 3.5 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่

3.5.1 แผนการจัดการเรียนรู้เรื่อง กรดและเบส จำนวน 4 แผน แผนละ 3 ชั่วโมง รวม 12 ชั่วโมง  
ดังนี้

- 3.5.1.1 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง การแตกตัวของกรดแก่และเบสแก่
- 3.5.1.2 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การแตกตัวของกรดอ่อนและเบสอ่อน
- 3.5.1.3 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การแตกตัวเป็นไอออนของน้ำ
- 3.5.1.4 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง pH ของสารละลาย

3.5.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนวิชาเคมี 4 เรื่อง  
กรด และเบส แบบทดสอบเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ โดยเนื้อหา  
เรื่องการแตกตัวของกรดแก่และเบสแก่ การแตกตัวของกรดอ่อนและเบสอ่อนมีจำนวนเท่ากัน  
ส่วนเนื้อหาระบบการแตกตัวเป็นไอออนของน้ำจำนวนข้อน้อยที่สุดแต่เนื้อหา pH ของสารละลาย  
จำนวนขึ้นมากที่สุด ดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 หัวข้อของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี 4 เรื่อง กรดและเบส

หัวข้อ	ข้อที่	จำนวนข้อ
1. การแตกตัวของกรดแก่และเบสแก่	1 – 9	9
2. การแตกตัวของกรดอ่อนและเบสอ่อน	10 – 18	9
3. การแตกตัวเป็นไอออนของน้ำ	19 – 20	2
4. pH ของสารละลาย	21 – 30	10

3.5.3 แบบวัดระดับความพึงพอใจของนักเรียนต่อการใช้การจัดการเรียนรู้ที่ไฟว์กระดาษเป็น  
แบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับของลิกเกอร์ท (Likert scale) แบ่งเป็น 3 ตอน ได้แก่

ตอนที่ 1 วัสดุกรรมที่ได้จากการเรียน

ตอนที่ 2 กิจกรรมที่นักเรียนชอบมากที่สุดและกิจกรรมที่ทำให้นักเรียนเข้าใจ  
เนื้อหามากที่สุด

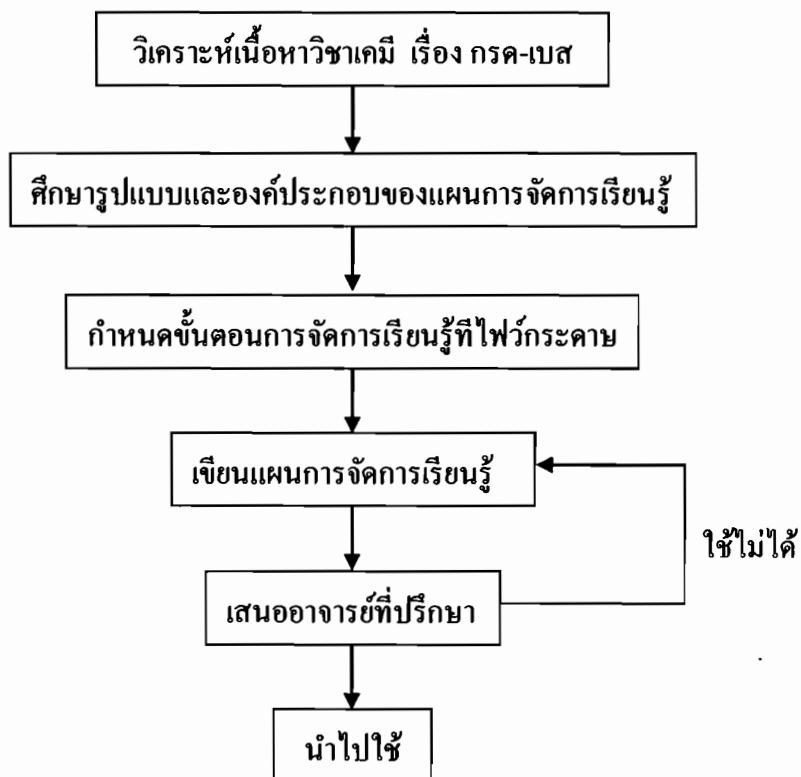
ตอนที่ 3 สิ่งที่นักเรียนชอบในการจัดการเรียนรู้ที่ไฟว์กระดาษและสิ่งที่ควร  
ปรับปรุง

### 3.6 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การสร้างเครื่องมือในการวิจัย ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างตามขั้นตอนดังนี้

#### 3.6.1 แผนการจัดการเรียนรู้วิชาเคมี 4 เรื่อง กรด-เบส

แผนการจัดการเรียนรู้เป็นเครื่องมือในการสอนที่สร้างขึ้นเพื่อเป็นแนวทางในการดำเนินการจัดการเรียนรู้ ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดัง ๆ ดังภาพที่ 3.1



ภาพที่ 3.1 ขั้นตอนในการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้

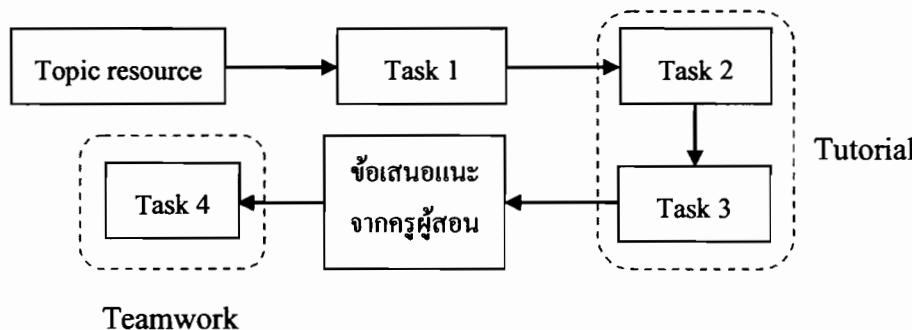
ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ไปให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ เพื่อเป็นการส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียนให้มีประสิทธิภาพมีขั้นตอนในการสร้างดังต่อไปนี้

3.6.1.1 ศึกษาและวิเคราะห์เนื้อหารายวิชาเคมี 4 เรื่อง กรดและเบส ขั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จากสาระการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง คำอธิบายรายวิชา หน่วยการเรียนรู้และวิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้เพื่อให้สอดคล้องกับหลักสูตรสถานศึกษาและแบ่งออกเป็นเรื่องย่อย ๆ จำนวน 4 เรื่อง ดังนี้

การแตกตัวของกรดแก๊สและเบสแก๊ส การแตกตัวของกรดอ่อนและเบสอ่อน การแตกตัวเป็นไอออนของน้ำ pH ของสารละลายน้ำ

3.6.1.2 ศึกษารูปแบบและได้ดำเนินการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ซึ่งมีองค์ประกอบดังนี้ สาระการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง จุดประสงค์การเรียนรู้ แนวความคิดหลัก กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อ/แหล่งเรียนรู้ กิจกรรมเสนอแนะ กิจกรรมสืบเนื่อง การวัดและประเมินผล นำไปใช้ให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความถูกต้องและความเหมาะสมของกิจกรรมกับสภาพนักเรียนพร้อมทั้งรับฟังข้อเสนอแนะและพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้แล้วนำไปใช้ในการวิจัย (ภาคผนวก ก)

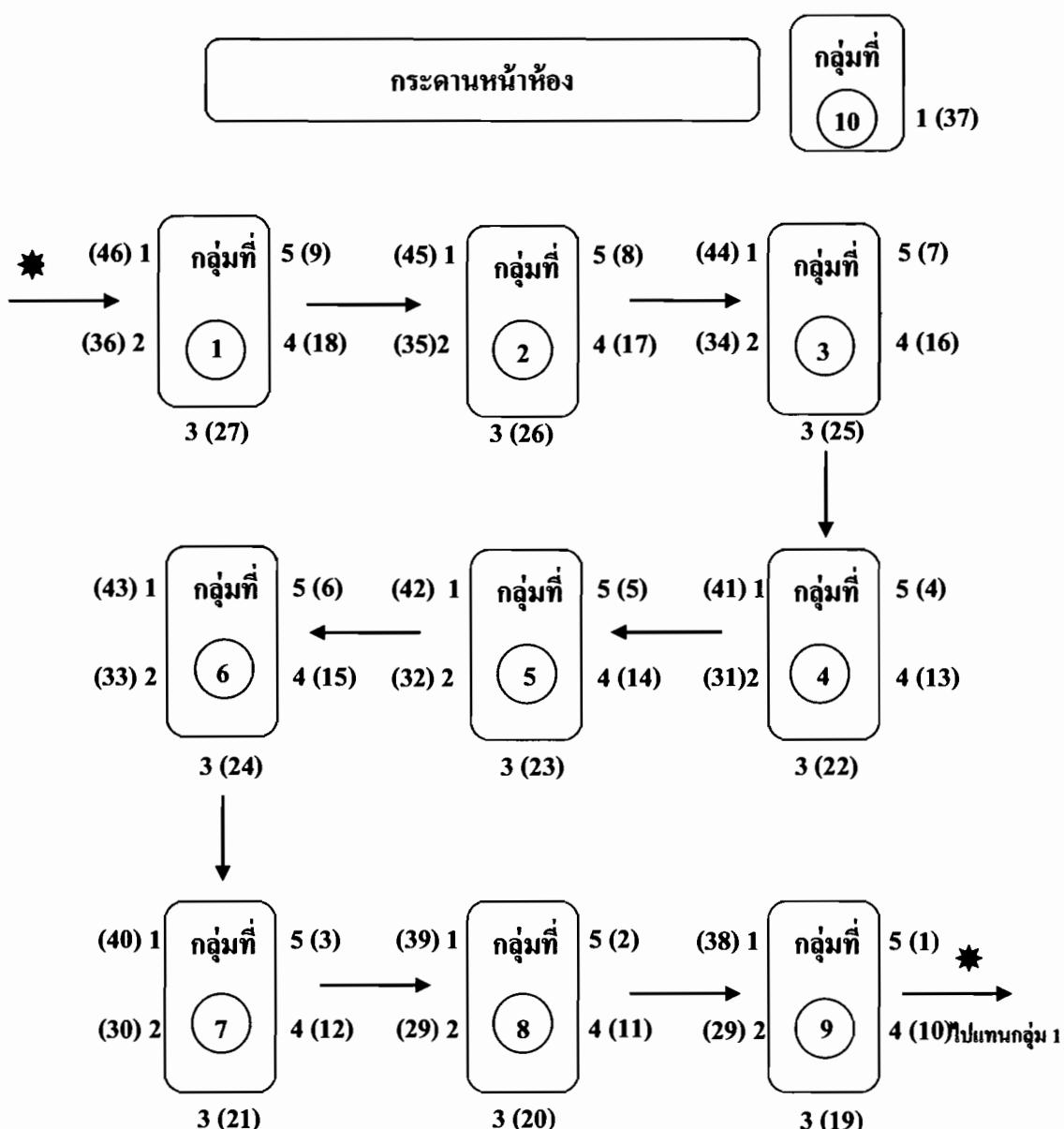
3.6.1.3 กำหนดขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ที่ไฟว์กระดาษ (ภาพที่ 3.2) โดยพัฒนามาจากการจัดการเรียนรู้แบบที่ไฟว์ออนไลน์ โดยส่วนที่มีความแตกต่างจากการจัดการเรียนรู้แบบที่ไฟว์ออนไลน์ คือ ครูให้ข้อเสนอแนะก่อนให้นักเรียนทำงานกลุ่ม (Task 4)



ภาพที่ 3.2 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ที่ไฟว์กระดาษ

### ลำดับการจัดการเรียนรู้เป็นดังต่อไปนี้

- (1) ครูให้ใบความรู้ (Topic resource) แก่นักเรียนเพื่อไปศึกษานอกห้องเรียน
- (2) ในชั้นเรียน ครูจัดให้ให้นักเรียนนั่งเป็นกลุ่มกลุ่มละ 5 คน ยกเว้นกลุ่มที่ 10 มี 1 คน แต่ละกลุ่มนิมการหมุนเวียน โต๊ะตามลูกศร เพื่อให้นักเรียนได้มีโอกาสได้นั่งหน้าห้อง นักเรียนแต่ละคนในกลุ่มจะได้ทำงานที่ 1 ที่แตกต่างกันตามหมายเลขอข้อสอบ (ตัวเลขในวงเล็บ) เช่น กลุ่มที่ 1 นักเรียนคนหนึ่งจะได้ทำข้อสอบหมายเลขอ 46 ซึ่งเป็นข้อสอบที่ยาก จากภาพที่ 3.3 จะเห็นว่านักเรียนแต่ละคนได้หมายเลขอข้อสอบไม่เหมือนกัน เพื่อให้นักเรียนได้พยายามทำงานที่ 1 ซึ่งเป็นงานเดียว ด้วยตนเองแล้วคัดลอกเป็น 2 ชุดด้วยลายมือ เพื่อให้เพื่อนที่จะตรวจงานที่ 2 เห็นตัวหนังสือที่ชัดเจน



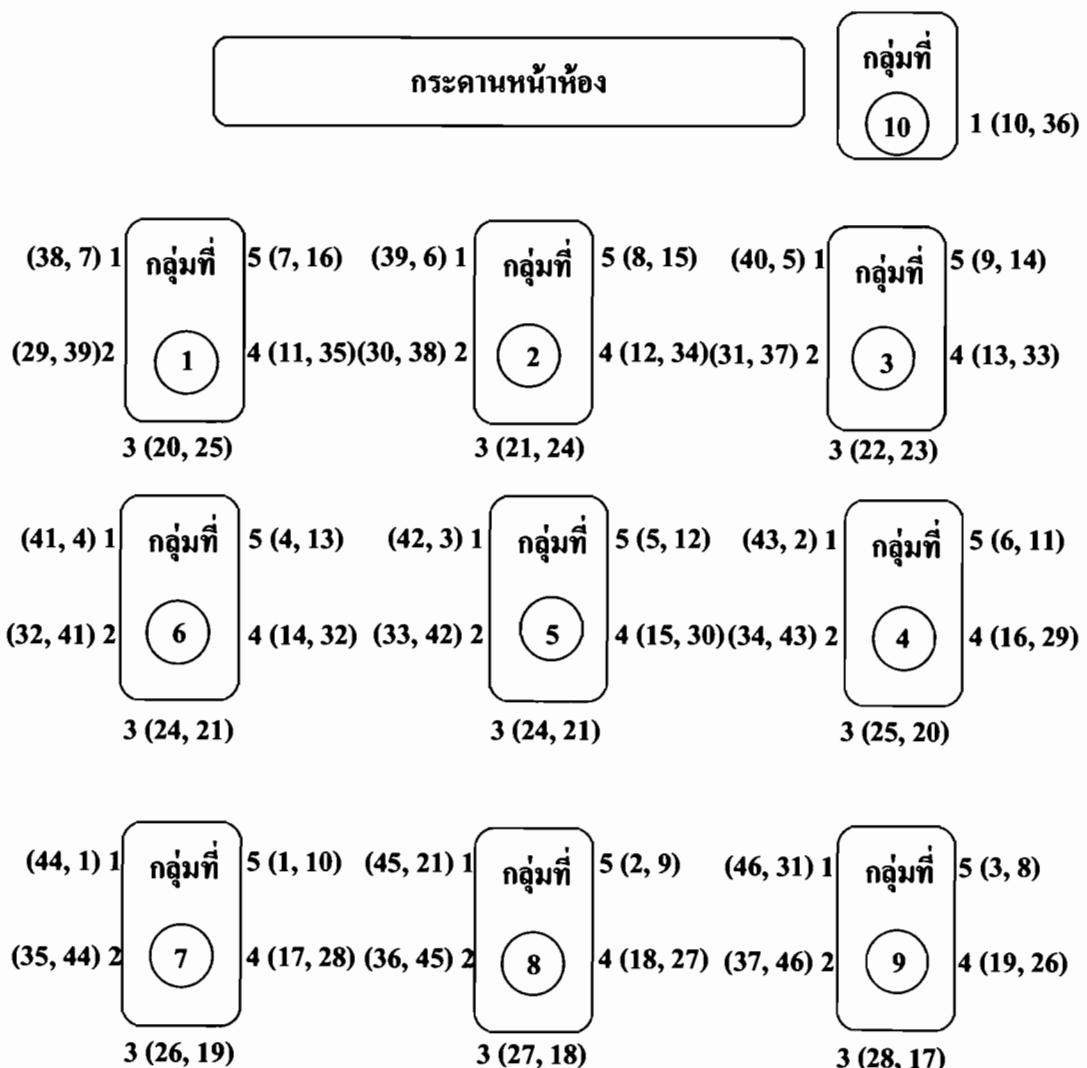
ภาพที่ 3.3 แผนผังการนั่งของนักเรียนแต่ละกลุ่ม

(3) นักเรียนทำงานที่ 2 (Task 2) เป็นงานที่ต้องให้ข้อเสนอแนะกับงานที่ 1 ของเพื่อน โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนดังตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 เกณฑ์การให้คะแนนงานที่ 2 และงานที่ 3

งานที่ 2	ระดับคะแนน	งานที่ 3	ระดับคะแนน
1. ทำถูก 100%	5	1. ตรวจถูก 100%	5
2. ทำถูก 75%	4	2. ตรวจถูก 75%	4
3. ทำถูก 50%	3	3. ตรวจถูก 50%	3
4. ทำถูก 25%	2	4. ตรวจถูก 25%	2
5. ทำถูกต่ำกว่า 25%	1	5. ตรวจถูกต่ำกว่า 25%	1

ครุขัคแผนผังการตรวจงานดังภาพที่ 3.4



ภาพที่ 3.4 แผนผังการตรวจงานให้เพื่อน 2 คน (Task II)

โดยนักเรียนแต่ละคนตรวจงานเพื่อน 2 คน เช่น กลุ่มที่ 1 หมายเลขอ 2 (ภาพที่ 3.3) จะได้ตรวจงานเพื่อนข้อที่ 29 และ 39 หลักการเลือกงานให้นักเรียนตรวจ คือ นักเรียนเก่งตรวจนักเรียนเก่ง 1 คน นักเรียนอ่อน 1 คนหรือนักเรียนเก่ง 1 คน ปานกลาง 1 คน ส่วนนักเรียนอ่อนจะตรวจนักเรียนปานกลาง 1 คน อ่อน 1 คน (ภาพที่ 3.4)

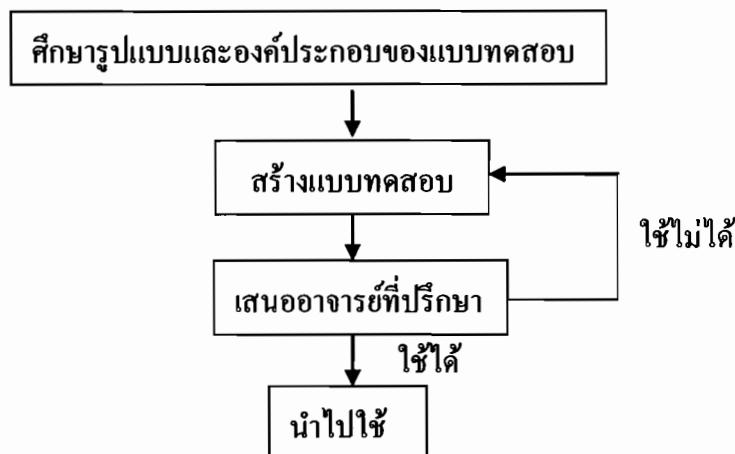
(4) นักเรียนทำงานที่ 3 (Task 3) นักเรียนแต่ละคนรับงานที่ 1 ของตนเอง กลับคืนไปแล้วให้ข้อเสนอแนะกับข้อเสนอแนะที่เพื่อนให้ไว้ในงานที่ 2 โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนดังตารางที่ 3.2

(5) ครูให้ข้อเสนอแนะในส่วนที่นักเรียนไม่เข้าใจ (ภาพที่ 3.3)

(6) นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันทำงานที่ 4 ซึ่งเป็นงานกลุ่มเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนได้ทำงานเป็นทีม (Teamwork)

### 3.6.2 แบบทดสอบวัดสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี 4 เรื่อง กรดและเบส

แบบทดสอบเป็นเครื่องมือในการสอนที่สร้างขึ้นเพื่อประเมินความรู้ของนักเรียน โดยการสร้างแบบทดสอบนั้นจะต้องสร้างให้ครอบคลุมวัสดุประสงค์ในการเรียนที่กำหนดไว้แต่ละหัวข้อซึ่งใช้ในการสร้างแบบทดสอบ ผู้จัดฯ ได้ดำเนินตามขั้นตอนดัง ๆ ดังภาพที่ 3.5



ภาพที่ 3.5 ขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบ

ผู้จัดฯ ได้ดำเนินการสร้างแบบทดสอบให้สอดคล้องกับวัสดุประสงค์ที่กำหนดให้เพื่อประเมินความรู้ของนักเรียนในเรื่อง กรดและเบส มีขั้นตอนในการสร้าง ดังนี้

3.6.2.1 ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับการสร้างแบบทดสอบวัดสัมฤทธิ์ทางการเรียนและกำหนดคุณลักษณะของแบบทดสอบให้ครอบคลุมวัสดุประสงค์ในการจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรสถานศึกษา

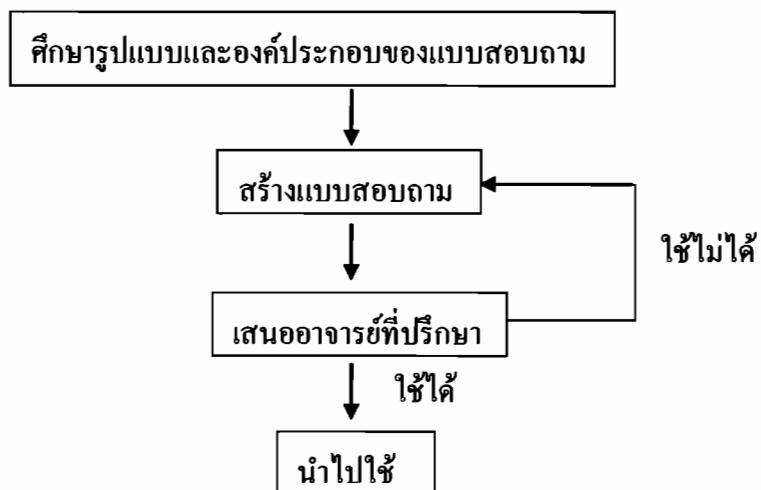
3.6.2.2 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี 4 เรื่อง กรด และเบส โดยแบบทดสอบที่สร้างเป็นปั้นนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ

3.6.2.3 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สร้างขึ้น เสนออาจารย์ที่ปรึกษา วิทยานิพนธ์ตรวจสอบความถูกต้องตามหลักการวัดและประเมินผล เพื่อวิเคราะห์ความเที่ยงตรง เชิงเนื้อหาของแบบทดสอบ

3.6.2.4 ปรับปรุงแก้ไขแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ตามความเห็นของ อาจารย์ที่ปรึกษา วิทยานิพนธ์ แล้วนำไปจัดพิมพ์เป็นแบบทดสอบเพื่อนำไปใช้ทดสอบกับนักเรียน (ภาคผนวก ข)

### 3.6.3 แบบวัดระดับความพึงพอใจ

แบบวัดระดับความพึงพอใจเป็นแบบวัดระดับความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อ การจัดการเรียนรู้ที่ไฟว์กระดาษ วิชาเคมี 4 เรื่อง กรดและเบส เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ จำนวนทั้งหมด 23 ข้อ ซึ่งในการสร้างแบบวัดระดับความพึงพอใจ ผู้วิจัยได้ดำเนินการ ตามขั้นตอนต่าง ๆ ดังภาพที่ 3.6



ภาพที่ 3.6 ขั้นตอนในการสร้างแบบวัดความพึงพอใจ

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างแบบสอบถามให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ที่กำหนดให้ เพื่อประเมินความรู้ของนักเรียนในเรื่อง กรดและเบส มีขั้นตอนในการสร้าง ดังนี้

3.6.3.1 ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับการสร้างแบบสอบถามวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และกำหนดคุณลักษณะของแบบทดสอบให้ครอบคลุมวัตถุประสงค์ในการจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตร สถานศึกษา

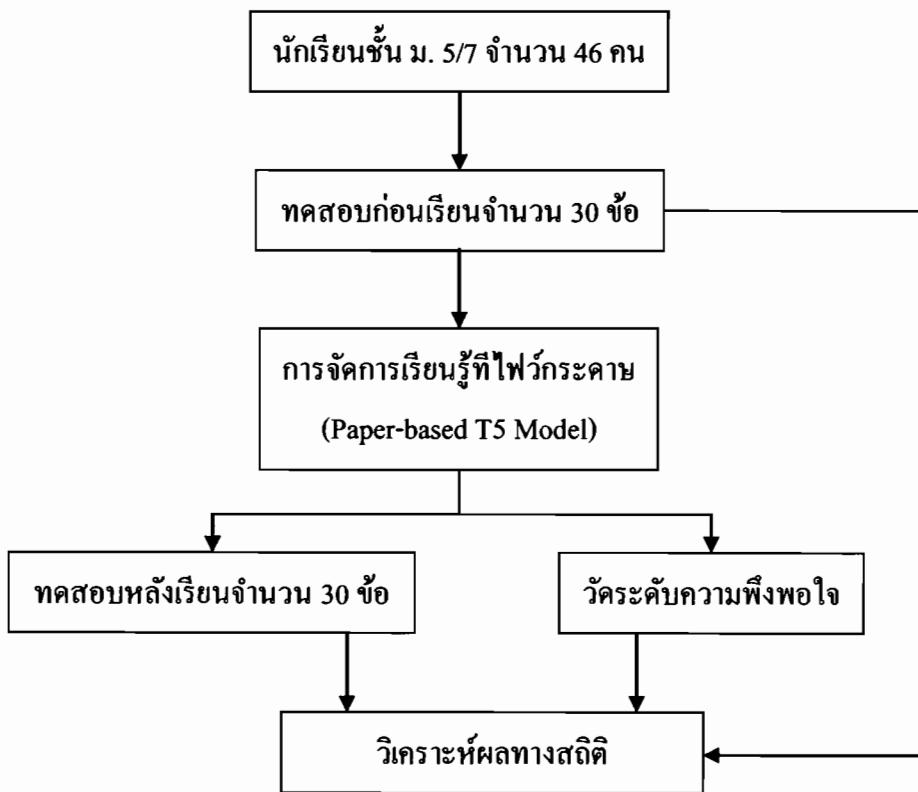
3.6.3.2 สร้างแบบสอบถาม โดยแบบสอบถามที่สร้างเป็นมาตรฐานส่วนประมวลค่า 5 ระดับ จำนวนทั้งหมด 23 ข้อ

3.6.3.3 นำแบบสอบถามที่สร้างขึ้น เสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบความชัดเจนด้านภาษาและความถูกต้องขององค์ความรู้ และให้คำแนะนำแล้วนำไปปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

3.6.3.4 จัดพิมพ์แบบทดสอบแล้วนำไปสำรวจวัดระดับความพึงพอใจกับนักเรียนที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบที่ไฟว์

### 3.7 ขั้นตอนการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการวิจัยครั้มนี้ เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการ โดยจัดการเรียนรู้ที่ไฟว์วัดระดับเพื่อพัฒนาผลลัพธ์ที่ทางการเรียนวิชาเคมี 4 เรื่อง กรด-เบส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเบญจจะมะมหาราช โดยผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง ดังภาพที่ 3.7



ภาพที่ 3.7 ขั้นตอนในการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล

3.7.1 ทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) ก่อนทำการสอนโดยการจัดการเรียนรู้ที่ไฟว์กระดาย โดยผู้สอนได้สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน เรื่อง กรดและเบส นำมาทดสอบกับนักเรียน

3.7.2 ดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 4 แผน โดยการจัดการเรียนรู้ที่ไฟว์กระดาย และได้ดำเนินการในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2554 ตามวันเวลาดังตารางที่ 3.1 โดยครุจัดกลุ่มนักเรียนและมีแผนผังการนั่งของแต่ละกลุ่มดังภาพที่ 3.3

### 3.8 การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยนำข้อมูลทางสถิติที่ได้มาวิเคราะห์ผล โดยใช้คอมพิวเตอร์โปรแกรม Microsoft Office Excel ดังนี้

3.8.1 วิเคราะห์ประเมินผลความก้าวหน้าของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน โดยใช้ normalized gain มีสูตรดังนี้ (Hake, 1998)

$$\langle g \rangle = \frac{\% \text{ posttest} - \% \text{ pretest}}{100 - \% \text{ pretest}} \quad (3.1)$$

เมื่อ  $\langle g \rangle$  แทน ค่า Normalized gain

$\% \text{ posttest}$  แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบหลังเรียนเป็นเปอร์เซ็นต์

$\% \text{ pretest}$  แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบก่อนเรียนเป็นเปอร์เซ็นต์

3.8.2 วิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ของความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้ที่ไฟว์กระดาย แล้วแปลความหมายของค่าเฉลี่ย ดังตารางที่ 3.4 (บุญชุม ศรีสะอาด, 2545)

ตารางที่ 3.4 เกณฑ์การแปลความหมายค่าเฉลี่ย

ค่าเฉลี่ย	ความหมายของค่าเฉลี่ย
4.51-5.00	มากที่สุด
3.51-4.50	มาก
2.51-3.50	ปานกลาง
1.51-2.50	น้อย
0.00-1.50	น้อยที่สุด

## บทที่ 4

### ผลการวิจัย และอภิปรายผล

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิจัยใน 3 ประเด็นหลัก ได้แก่ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คะแนนระหว่างเรียน และความพึงพอใจ

#### 4.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

จากการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 30 ข้อ 30 คะแนน ด้วยการวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียน โดยใช้วิธี Normalized gain 4 แบบ ได้แก่

- (1) แบบที่ 1 แบบแต่ละชั้นเรียน (Class normalized gain)
- (2) แบบที่ 2 แบบแต่ละรายบุคคล (Single student normalized gain)
- (3) แบบที่ 3 แบบแต่ละเนื้อหา (Conceptual dimensional normalized gain)
- (4) แบบที่ 4 แบบแต่ละรายข้อ (Single test item normalized gain)

##### 4.1.1 แบบที่ 1 แบบแต่ละชั้นเรียน (Class normalized gain)

ตารางที่ 4.1 ผลการเปรียบเทียบความก้าวหน้าทางการเรียนแบบแต่ละชั้นเรียน

การทดสอบ	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	$\bar{X} (%)$	SD	$<g>$	Gain
ก่อนเรียน	30	6.98	23.27	2.40	0.77	High
หลังเรียน	30	24.80	82.67	3.58		

คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ที่ไฟว์กระดาษ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.98 คะแนน และ 24.80 ตามลำดับ (ตารางที่ 4.1) และเมื่อวิเคราะห์ระดับความก้าวหน้าทางการเรียนทั้งชั้นเรียนพบว่าอยู่ในระดับสูง (normalized gain = 0.77) และคงว่าการจัดการเรียนรู้ที่ไฟว์กระดาษสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่องกรดและเบส ทำให้นักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับสูง ต่อคคล้องกับการจัดการเรียนรู้ที่ไฟว์กระดาษ เรื่องพันธะเคมี (สมเจตน์ อุรุศิลป์, 2554) ทั้งนี้ เพราะนักเรียนได้รับมอบหมายงานก่อนเข้าเรียน (งานที่ 1) ซึ่งเป็นการเตรียม

ความพร้อมในการเรียน นอกจากนี้ในการให้ข้อเสนอแนะหรือวิจารณ์งานของเพื่อนทำให้ได้ข้อมูล ข้อบกพร่องเพื่อพัฒนาตนเอง และในกระบวนการกลุ่มนักเรียนได้พูดคุยปรึกษาหารือกัน ทำให้นักเรียนได้เรียนรู้จากกลุ่ม เช่นเดียวกับการจัดการเรียนรู้ที่ไฟว์กระดาษ เรื่องปรัมมาณสารสัมพันธ์ (ธันยาภรณ์ เธียทองอินทร์, 2554) และการจัดการเรียนรู้แบบที่ไฟว์ออนไลน์เรื่องเคมีอินทรี (Supasom, 2009) เพราะนักเรียนทำแบบฝึกหัดเรื่องกรดและเบสก่อนเข้าชั้นเรียน ซึ่งแบบฝึกหัดของนักเรียน แต่ละคน โจทย์ปัญหา ไม่เหมือนกันทำให้นักเรียนต้องทำแบบฝึกหัดคัวบตคนของมากขึ้นลดการลอกแบบฝึกหัด อันส่งเสริมให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาอย่างแท้จริง นักเรียนจะทำแบบฝึกหัดได้ ก็ต่อเมื่อมีความรู้ในเรื่องนั้น ๆ ทำให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาบางส่วนก่อนเข้าชั้นเรียน เมื่อเข้าชั้นเรียนนักเรียนได้ตรวจแบบฝึกหัดเพื่อนจึงทำให้เข้าใจเนื้อหาเพิ่มขึ้น เมื่อครูบรรยายจึงต่อยอดความรู้จากที่ได้เรียนรู้มาก่อนหน้า และยังได้ทำงานกลุ่มเพื่อแก้ปัญหาโจทย์อีกด้วย ทำให้นักเรียนได้คิด ทั้งคิดเดียวและคิดกลุ่ม จึงทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงขึ้น (Supasom, 2009) และในกระบวนการเรียนรู้ที่ไฟว์กระดาษ คะแนนที่ได้เกิดจากการประเมินในแต่ละงานเป็นคะแนนจากการประเมิน ความพยายามในการทำงาน นักเรียนจึงมีความสนใจเข้าร่วมกิจกรรมและตั้งใจส่งงานให้ทันตามกำหนด (เจริญ ชุมมวล, 2550)

#### 4.1.2 แบบที่ 2 แบบแต่ละรายบุคคล (Single student normalized gain)



ภาพที่ 4.1 ผลการเปรียบเทียบความก้าวหน้าทางการเรียนแบบรายบุคคล

เมื่อพิจารณาความก้าวหน้ารายบุคคล พบร่วมนักเรียนที่มีระดับความก้าวหน้าอยู่ในระดับสูงที่สุด ได้ค่า normalized gain เท่ากับ 1 มีจำนวน 1 คน (ภาพที่ 4.1) ซึ่งนักเรียนคนนี้เป็นนักเรียนที่เขียนเรียนมาก ชอบอ่านหนังสือและอ่านล่วงหน้าเสมอ เมื่อสังสัยจะถามครูทันที นักเรียนชอบทำแบบฝึกหัดฝึกทำทุกข้อที่ครูกำหนด ได้อย่างถูกต้อง (ภาพที่ 4.2) และฝึกทำเพิ่มเติมในหนังสืออื่น ๆ ด้วย

ส่วนนักเรียนที่มีระดับความก้าวหน้าอยู่ในระดับต่ำที่สุดได้ค่า normalized gain เท่ากับ 0.19 มีจำนวน 1 คน เป็นนักเรียนที่เข้าเรียนสม่ำเสมอ แต่เข้าห้องเรียนช้า ไม่ตั้งใจเรียน ชอบหลับในห้องเรียน และทำแบบฝึกหัดที่ให้เพียง 3 ภาพแวดล้อมการเรียนรู้ หรือคิดเป็น 75 % ของงานทั้งหมดเท่านั้น ไม่ศึกษาล่วงหน้า เพื่อที่จะนำมาใช้ประกอบในการเรียน ดูจากการส่งงาน จะไม่ส่ง หรือส่งช้า ขาดความรับผิดชอบ และคะแนนงานที่ 1 ซึ่งเป็นงานเดี่ยวๆได้น้อย (ภาพที่ 4.3) คะแนนสอบกลางภาคก่อนที่จะได้รับการจัดการเรียนรู้ที่ไฟว์กระดายต่ำโดยเกรดวิชาเคมี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 ได้เกรด 1 แต่หลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้ที่ไฟว์กระดายเกรดวิชาเคมี เพิ่มขึ้นเป็น 1.5

อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาความก้าวหน้ารายบุคคลของนักเรียนส่วนใหญ่แล้ว พบร่วมนักเรียน 76 % มีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับสูง และมีเพียง 2 % เท่านั้นที่มีความก้าวหน้าทางการเรียนในระดับต่ำ (ตารางที่ 4.2)

**ตารางที่ 4.2 ความก้าวหน้าของนักเรียนรายบุคคล**

Gain	จำนวนนักเรียน (คน)	จำนวนนักเรียน (ร้อยละ)
High	35	76
Medium	10	22
Low	1	2
รวม	46	100

**Task 1 (36) ผลการที่ 2**

โจทย์ จุดกรด 2 และน้ำยาตัด HF กำลังคุณภาพเท่ากัน 0.1 mol / dm<sup>3</sup> แต่ก้าวที่ 10%.

ร่องรอย  $[H^+] = \sqrt{K_a \cdot c} = \frac{10\% \cdot c}{100}$  ✓

ดูแล้ว HF เป็นกรดอ่อน จึงสามารถหาได้ ก้าว  $K_a$  ของกรด HF

$$\left( \sqrt{K_a \cdot c} \right)^2 = \left( \frac{10\% \cdot c}{100} \right)^2$$

$$K_a \cdot c = \left( \frac{10\%}{100} \right)^2 \cdot c$$

$$K_a = \left( \frac{10\%}{100} \right)^2 c$$

$$K_a = \left( \frac{10}{100} \right)^2 (0.1)$$

$$K_a = 0.001$$

ดูแล้ว  $K_a$  ของกรด HF นั้นคือ  $1 \times 10^{-3}$  ✓

**Task 2**

1	2	3	4	5 ✓
---	---	---	---	-----

ส่วนบุคคลที่ 5  
เบื้องต้นของกรดอ่อน ใช้การถูกต้อง  
ซึ่งหมายความว่า การคำนวณของคุณภาพ  
เป็นไปอย่างเรียบง่าย (37)

**Task 3**

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

ส่วนบุคคลที่ 5  
เบื้องต้นของกรดอ่อน ใช้การถูกต้อง

#### ภาพที่ 4.2 ผลงานของนักเรียนที่มีความก้าวหน้าอยู่ในระดับสูงที่สุด

**Task 1** จุดกรด HC 0.2 mol/l จุดตัด HCN 0.2 mol/l จุดตัด H<sub>3</sub>O<sup>+</sup> 0.2 mol/l

$H(COOH) + H_2O(l) \rightarrow H_3O^+(aq) + C^-(aq)$

mol/l จุดตัด	0.2	0	0
mol/l จุดตัด HCN	0.2	x	x
mol/l จุดตัด HC	0.2	x	x

$K_a = \frac{[H_3O^+][C^-]}{[HCN]}$

$$K_a = \frac{0.2 \times x}{0.2 - x} = 0.2$$

$$x^2 = 0.2 \times 0.2$$

$$x = \sqrt{0.2 \times 0.2} = 0.2 \times 10^{-3}$$

$$[H_3O^+] = 0.2 \times 10^{-3}$$

$$[H_3O^+] = 1.02 \times 10^{-3}$$

การใช้สูตรใด สูตรนั้นดี เพราะ มีค่าไม่เท่ากัน

ตรวจสอบ  $[H_3O^+] = 1.02 \times 10^{-3}$

**Task 2**

1	2	3	4	5 ✓
---	---	---	---	-----

ส่วนบุคคลที่ 5  
เบื้องต้นของกรดอ่อน ใช้การถูกต้อง  
โดยละเอียด (37)

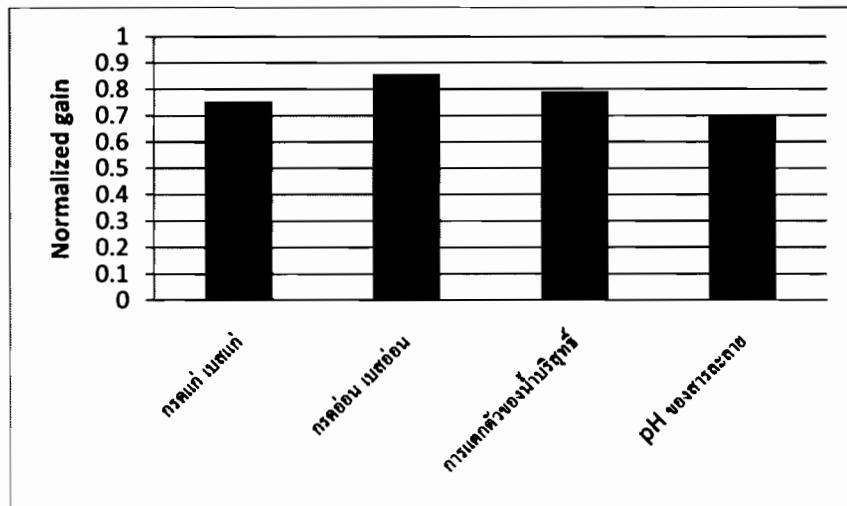
**Task 3**

1	2	3	4	5 ✓
---	---	---	---	-----

ส่วนบุคคลที่ 5  
เบื้องต้นของกรดอ่อน ใช้การถูกต้อง  
โดยละเอียด (37)

#### ภาพที่ 4.3 ผลงานของนักเรียนที่มีความก้าวหน้าอยู่ในระดับต่ำที่สุด

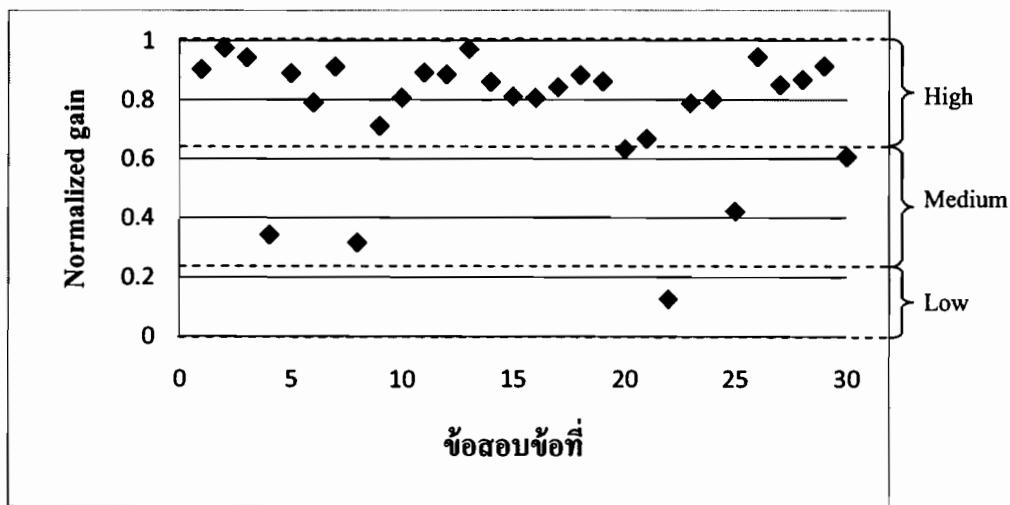
#### 4.1.3 แบบที่ 3 แบบแต่ละเนื้อหา (Conceptual dimensional normalized gain)



ภาพที่ 4.4 ผลการเปรียบเทียบความก้าวหน้าทางการเรียนแบบรายเนื้อหา

เมื่อพิจารณาความก้าวหน้าทางการเรียนรายเนื้อหาจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งมีทั้งหมด 30 ข้อ พบร่วมกันว่าข้อสอบที่นักเรียนมีระดับความก้าวหน้าทางการเรียนสูงที่สุด หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ที่ไฟว์กระดาย ในเนื้อหารื่องการคำนวณเกี่ยวกับการแตกตัวของกรดอ่อน 弱 acid (Normalized gain = 0.86) ส่วนเนื้อหาที่นักเรียนมีระดับความก้าวหน้าทางการเรียนต่ำที่สุด ได้แก่ การคำนวณเกี่ยวกับ  $[H_3O^+]$  และ  $[OH^-]$  ในสารละลายน้ำกรดและเบส (normalized gain = 0.69)

#### 4.1.4 แบบที่ 4 แบบแต่ละรายข้อ (Single test item normalized gain)



ภาพที่ 4.5 ผลการเปรียบเทียบความก้าวหน้าทางการเรียนแบบรายข้อ

เมื่อพิจารณาความก้าวหน้าทางเรียนรายข้อคำ답นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งมีทั้งหมด 30 ข้อ พนว่าข้อสอบที่นักเรียนมีระดับความก้าวหน้าทางการเรียนสูงที่สุด หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ที่ไฟว์กระดาษ ได้แก่ ข้อที่ 2 (normalized gain = 0.75) ซึ่งทดสอบเกี่ยวกับการแตกตัวของกรดแก๊สแก๊สที่ตัวได้ 100 % และสารที่แตกตัวคือ HCl ซึ่งให้  $H_3O^+$  1 มอล หรือพวกกรดโมโนโปรติก (monoprotic acid) นักเรียนส่วนมากแทนค่าในสูตรก็จะได้คำตอบที่ถูกต้อง แต่ถ้าสารที่แตกตัวให้  $H_3O^+$  2 มอล หรือพวกกรดไดโปรติก (diprotic acid) เช่น  $H_2SO_4$  นักเรียนจะทำข้อสอบไม่ถูกต้อง

ส่วนข้อที่นักเรียนมีระดับความก้าวหน้าทางการเรียนต่ำที่สุด ได้แก่ ข้อที่ 22 (normalized gain=0.13) ซึ่งเป็นการคำนวณเกี่ยวกับ  $[H_3O^+]$  และ  $[OH^-]$  ในสารละลายนครและเบส ซึ่งเป็นเนื้อหาที่มีอิเล็กโทรฟาร์มิเอชเนื้อหาแล้ว นักเรียนมีระดับความก้าวหน้าทางการเรียนต่ำที่สุด (normalized gain=0.69) เมื่อวิเคราะห์รายข้อที่เป็นข้อสอบในเนื้อหาเดียวกันนี้ ซึ่งในการคำนวณเกี่ยวกับการแตกตัวของ  $[H_3O^+]$  และ  $[OH^-]$  จะแตกโดยดูจากค่า  $K_a$ ,  $K_b$ , % ของการแตกตัวซึ่งนักเรียนบอกไม่ได้ว่าควรจะดูจากค่าใดทำให้เกิดความสับสนในการทำข้อสอบหรืออธินาทุกครั้ง

#### 4.2 คะแนนระหว่างเรียน

คะแนนระหว่างเรียนพิจารณาจากคะแนนงานที่ 1 และงานที่ 4 ซึ่งครุเป็นผู้ตรวจให้คะแนนงานเดียวและงานกลุ่มตามลำดับ ส่วนงานที่ 2 และงานที่ 3 นักเรียนเป็นผู้ให้คะแนนเอง แสดงผลดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 คะแนนระหว่างเรียนของแต่ละงาน

LE	เนื้อหา	คะแนนเต็ม 5 คะแนน									
		งานที่ 1		งานที่ 2		งานที่ 3		งานที่ 4		รวม	
		$\bar{X}$	SD	$\bar{X}$	SD	$\bar{X}$	SD	$\bar{X}$	SD	$\bar{X}$	SD
1	กรดแก๊สแก๊ส	4.63	0.29	4.52	0.74	4.66	0.58	4.62	0.23	4.61	0.46
2	กรดอ่อน เบสอ่อน	4.43	0.65	4.32	0.87	4.72	0.49	4.53	0.40	4.50	0.60
3	การแตกตัวของน้ำ	4.36	0.75	4.29	0.89	4.74	0.47	4.67	0.42	4.52	0.63
4	pHของสารละลายน้ำ	4.60	0.46	4.66	0.57	4.70	0.69	4.62	0.26	4.65	0.50
ค่าเฉลี่ย		4.51	0.54	4.45	0.77	4.71	0.56	4.61	0.33	4.57	0.55

โดยภาพรวม นักเรียนมีคะแนนระหัวว่างเรียนของทุกเกือบทุกคนในงานที่ 1 – 4 เฉลี่ย 4.57 คะแนน จากคะแนนเต็ม 5 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 91.40 และคงว่า นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีสูง สามารถทำแบบฝึกหัดได้ด้วยตนเองจากการศึกษาจากใบงาน

เมื่อพิจารณาตามเนื้อหา เนื้อหาที่นักเรียนได้คะแนนระหัวว่างเรียน โดยเฉลี่ยสูงที่สุดคือ pH ของสารละลาย (4.65 คะแนน) เพราะนักเรียนมีพื้นฐานของการแตกตัวของกรด ベース ที่ดี และสามารถนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในการคำนวณหาค่า pH ได้ดี (ภาพที่ 4.6) เนื้อหาที่นักเรียนได้คะแนนระหัวว่างเรียน โดยเฉลี่ยต่ำที่สุดคือ การแตกตัวของกรดอ่อน เบสอ่อน (4.50 คะแนน) เพราะการแตกตัวของกรดอ่อน เป็นส่วนหนึ่งของการคำนวณการแตกตัวให้ทราบว่า ทำให้นักเรียนแยกไม่ออก ว่าควรจะเลือกการแตกตัววิธีใดจึงจะเหมาะสม ซึ่งบางครั้งแตกตัวเป็นร้อยละ บางครั้งแตกตัวค่าค่า K<sub>a</sub> K<sub>b</sub>

<p><u>Task 1</u></p> <h3 style="text-align: center;">ปัญญาณรากที่ 2</h3> <p><u>ข้อที่ 46</u> สารละลายน H<sub>2</sub>S 20% ผสมปั๊มน้ำกรองจำนวน 20 cm<sup>3</sup> เม็ดสันปั๊ม 250 cm<sup>3</sup> [OH<sup>-</sup>] ที่ mol/dm<sup>3</sup> (ค่าคงที่) แทน ให้ค่า H<sub>2</sub>S 0.68 g/cm<sup>3</sup> ค่า K<sub>b</sub> ของสารละลายน H<sub>2</sub>S = 1.8 × 10<sup>-5</sup></p> <p><u>โจทย์</u> ① หาค่าคงที่ของ H<sub>2</sub>S 20% (ผสมปั๊ม)</p> <p>ก. <math>\text{mol}/\text{dm}^3 = \frac{10\% \times 1}{M}</math> (<math>\text{NH}_3</math> มวลโมลต่อกรัม = 14 + 3 = 17)</p> <p>∴ <math>\text{mol}/\text{dm}^3 = \frac{10(20)(0.68)}{17} = 2 \text{ mol}/\text{dm}^3</math></p> <p>② หาค่าคงที่ของ H<sub>2</sub>S 20% (เม็ดสันปั๊ม)</p> <p>ก. <math>C_1V_1 = C_2V_2</math></p> <p>(2)(20) = <math>C_2(20+380)</math></p> <p>③ หาค่าคงที่ของ H<sub>2</sub>S [OH<sup>-</sup>]</p> <p>ก. <math>[\text{OH}^-] = \sqrt{C_b \cdot K_b}</math> <math>\Rightarrow [\text{OH}^-] = \sqrt{0.4(1.8 \times 10^{-5})} = \sqrt{3.2 \times 10^{-6}}</math></p> <p>ก. ฝึกงานเขียนลง <math>[\text{OH}^-] = 2.013 \times 10^{-3} \text{ mol}/\text{dm}^3 = 2.013 \times 10^{-3} \text{ M}/\text{dm}^3</math></p>	<p><u>Task 1</u></p> <p style="text-align: right;">5/5</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td> </tr> </table> <p>ผลลัพธ์คะแนน 5 ในทุกหลักสูตร มีการคำนวณค่า pH ของสารละลายน H<sub>2</sub>S ให้ทราบว่า ควรเลือกการคำนวณใดดีกว่า ผลลัพธ์ที่ได้มาจากการคำนวณโดยใช้ค่าคงที่ของกรดและเบส</p> <p><u>Task 3</u></p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td> </tr> </table> <p>ผลลัพธ์คะแนน 5 ในทุกหลักสูตร มีการคำนวณค่า pH ของสารละลายน H<sub>2</sub>S ให้ทราบว่า ควรเลือกการคำนวณใดดีกว่า ผลลัพธ์ที่ได้มาจากการคำนวณโดยใช้ค่าคงที่ของกรดและเบส</p>	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1	2	3	4	5							
1	2	3	4	5							

ภาพที่ 4.6 ตัวอย่างงานระหัวว่างเรียนของนักเรียนเรื่อง pH ของสารละลาย

เมื่อพิจารณาตามงาน งานที่นักเรียนได้คะแนนระหัวว่างเรียน โดยเฉลี่ยสูงที่สุดคืองานที่ 3 (4.71 คะแนน) ซึ่งเป็นงานที่ต้องให้คะแนนและเหตุผลสนับสนุนกับข้อเสนอแนะที่เพื่อนให้ เพราะเมื่องานที่ 1 ไม่ถูกต้อง ในงานที่ 2 ผู้ตรวจเชิงว่าผิดเพระเหตุใจ และได้เสนอแนะว่าที่ถูกต้องควรทำอย่างไรพร้อมอธิบายเหตุผล ทำให้ผู้ได้รับการตรวจเข้าใจ จึงให้คะแนนขึ้นกลับสูง

เมื่อพิจารณาตามงาน งานที่นักเรียนได้คัดแนวนะว่างเรียนโดยเฉลี่ยค่าที่สุดคืองานที่ 2 (4.45 คะแนน) ซึ่งเป็นงานที่ต้องให้คะแนนและเหตุผลสนับสนุนงานที่ 1 ของเพื่อน เพราะงานที่ 1

<p><b>Task 1</b></p> <p>ห้องทดลอง H<sub>2</sub>S 2 ลิตร ใช้น้ำมันดูดอากาศ 250 cm<sup>3</sup> 9 ลิตร/วินาที คงการเข้มข้น H<sub>3</sub>O<sup>+</sup> ก่อ K<sub>a</sub>=1.1×10<sup>-7</sup> (H=1, S=32) 9 ลิตร/วินาที<sup>2</sup></p> <p>H<sub>2</sub>S 2 ลิตร คิดเป็น <math>\frac{2}{3} = \frac{1}{3}</math> mol  <math>\therefore [H_2S] = \frac{\frac{1}{3}}{250} = \frac{1}{750} = 0.2 \text{ mol/l dm}^3</math></p> <p><math>H_2S + H_2O \rightarrow H_3O^+ + S^{2-}</math></p> <p>mol/l dm<sup>3</sup> ของ H<sub>2</sub>S 0.2  mol/l dm<sup>3</sup> ของ H<sub>3</sub>O<sup>+</sup> X  mol/l dm<sup>3</sup> ของ S<sup>2-</sup> (0.2 - X)</p> <p><math>K_a = \frac{[H_3O^+][S^{2-}]}{[H_2S]}</math></p> <p><math>K_a = \frac{x \cdot x}{0.2 - x} = \frac{x^2}{0.2 - x}</math> ผูกผลลัพธ์  <math>x^2 = 0.2 \times K_a</math></p> <p><math>x = \sqrt{0.2 \times 1.1 \times 10^{-7}}</math> ✓ <math>\Rightarrow \sqrt{1.1} \times 10^{-7}</math>  <math>x = 0.14 \times 10^{-3}</math> ✓ <math>= \sqrt{2.2 \times 10^{-8}}</math>  <math>\therefore H_3O^+ = 0.14 \times 10^{-3}</math> <math>= 1.413 \times 10^{-8}</math>  <math>\approx 1.483 \times 10^{-3}</math> <math>\approx 1.5 \times 10^{-3} \text{ mol/l dm}^3</math></p>	<p style="text-align: right;">5/7</p> <p><b>Task 2</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>✓</td> <td>4</td> <td>5</td> </tr> </table> <p>คงการเข้มข้น 3 9 ลิตร/วินาที      เหตุผลสนับสนุน เป็นรูปแบบเดียวกัน      ที่น้ำได้ก่อตัวเป็น H<sub>3</sub>O<sup>+</sup> ทำให้เป็น      ในทางชีวภาพ แต่ถูกทำให้เป็น      ภูมิคุ้มกันในรูปแบบเดียวกัน      ไม่ใช่การทำให้เป็น H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>  <b>Task 3</b> รับเรื่องไข่ 1 ห้อง</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>+</td> <td>✓</td> </tr> </table> <p>คงการเข้มข้น 5 9 ลิตร/วินาที      เหตุผลสนับสนุน รูปแบบเดียวกัน      ไม่ใช่การทำให้เป็น H<sub>3</sub>O<sup>+</sup></p> <p style="text-align: right;">(II)</p>	1	2	3	✓	4	5	1	2	3	+	✓
1	2	3	✓	4	5							
1	2	3	+	✓								

ภาพที่ 4.7 ตัวอย่างผลงานนักเรียนที่ได้คัดแนบของงานที่ 2 น้อย

#### 4.3 ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ที่ไฟว์กระดาษ

จากการวิเคราะห์แบบสอนถ้าความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ที่ไฟว์กระดาษส่วนที่ 1 ซึ่งเป็นแบบให้ระดับความพึงพอใจจากมากที่สุดไปน้อยที่สุดของแต่ละรายการคำนวณโดยหาค่าเฉลี่ย และแปลผลความหมายค่าเฉลี่ย แสดงผลดังตารางที่ 4.4

**ตารางที่ 4.4 ค่าเฉลี่ยและการแปลผลค่าเฉลี่ยจากแบบสอบถามของการจัดเรียนรู้ที่ไฟว์ระดับ  
เรื่อง กรดและเบส**

ข้อที่	รายการประเมิน	$\bar{X}$	SD	แปลผล
1	กิจกรรมนี้กระตุ้นให้นักเรียนสนใจเรียนรู้มากขึ้น	4.72	0.46	มากที่สุด
2	กิจกรรมนี้ฝึกให้นักเรียนได้ลงมือทำจริง	4.72	0.54	มากที่สุด
3	กิจกรรมนี้เสริมสร้างให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง	4.67	0.60	มากที่สุด
4	กิจกรรมนี้ส่งเสริมให้นักเรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง	4.61	0.65	มากที่สุด
5	กิจกรรมนี้เน้นให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการทำงานเป็นกลุ่ม	4.50	0.69	มากที่สุด
6	การวัดและประเมินผลของครูสะท้อนความสามารถของนักเรียนตามสภาพจริง	4.43	0.69	มาก
7	เนื้อหาสาระที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้เป็นไปตามหลักสูตรที่กำหนด	4.39	0.58	มาก
8	นักเรียนเอ้าใจใส่ต่อการจัดกิจกรรม	4.30	0.66	มาก
9	กิจกรรมนี้ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้และเข้าใจในวิชาที่สอน	4.24	0.71	มาก
10	กิจกรรมนี้สอดคล้องกับศักยภาพของนักเรียน	4.13	0.72	มาก
11	ครูใช้สื่อการสอนและอุปกรณ์ประกอบการสอนที่เหมาะสม	4.04	0.70	มาก
12	เวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมนี้เหมาะสม	3.59	0.83	มาก
<b>ค่าเฉลี่ย</b>		4.33	0.65	มาก

โดยภาพรวมนักเรียนชอบการจัดการเรียนรู้อยู่ในระดับมาก ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.33 (ตารางที่ 4.4) โดยนักเรียนเห็นด้วยมากที่สุดมีค่าเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 4.72 ว่าการจัดการเรียนรู้ที่ไฟว์ระดับทำให้นักเรียนสนใจเรียนรู้มากขึ้นและฝึกให้นักเรียนได้ลงมือทำจริง ส่วนเวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมนี้ ขังด้องปรับปรุงเพื่อให้เหมาะสมต่อการจัดการเรียนรู้ อาจด้องใช้เวลาไม่นานก็ได้ ในการจัดการเรียนรู้เนื่องจากนักเรียนมีศักยภาพไม่เหมือนกันทำให้ใช้เวลาในการทำงานที่ 2-4 ไม่เท่ากัน ซึ่งเรื่องเวลานี้ ก็เป็นปัญหาที่พบในการจัดการเรียนรู้แบบเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เช่น การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ เรื่องไฟฟ้านเคมี (พรพิพัฒน์ เมืองแก้ว, 2553)

จากการวิเคราะห์แบบสอบถามส่วนที่ 2 ซึ่งให้นักเรียนเรียงลำดับงานที่ 1-4 ว่านักเรียนชอบทำงานใด (ตารางที่ 4.5) และงานใดที่ทำให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหากรดและเบส (ตารางที่ 4.6) จากมากที่สุดไปน้อยที่สุด โดยหากัวร์ดอยละของความเชื่องขานวนนักเรียนในแต่ละงาน

#### ตารางที่ 4.5 กิจกรรมของการจัดการเรียนรู้ที่ไฟว์กระดายที่นักเรียนชอบ

กิจกรรมที่นักเรียนชอบ	จำนวนนักเรียน (ร้อยละ)			
	มากที่สุด	มาก	น้อย	น้อยที่สุด
งานที่ 1: ทำแบบฝึกหัดในห้องเรียนที่ครูมอบหมายให้	41	39	4	15
งานที่ 2: ให้คะแนนและเหตุผลสนับสนุนงานของเพื่อน	11	20	50	20
งานที่ 3: ให้คะแนนและเหตุผลสนับสนุนกับข้อเสนอแนะที่เพื่อนให้	7	20	26	48
งานที่ 4: ทำแบบฝึกหัดเป็นกลุ่ม	54	35	9	2

นักเรียนชอบทำงานที่ 4 มากที่สุดซึ่งเป็นการทำงานกลุ่ม (ตารางที่ 4.6) เพราะนักเรียนที่อยู่ในกลุ่มเก่งจะเป็นผู้นำในการทำแบบฝึกหัดและอธิบายให้นักเรียนที่อยู่ในกลุ่มอ่อนฟังเมื่อครูมาร่วมอภิปราย นักเรียนกลุ่มอ่อนจะช่วยตอบคำถามของครูได้ส่วนกิจกรรมที่นักเรียนชอบน้อยที่สุดคือทำงานที่ 3 ซึ่งนักเรียนให้คะแนนและเหตุผลสนับสนุนกับข้อเสนอแนะที่เพื่อนให้

การทำงานที่ 4 คือการทำงานกลุ่ม เป็นกิจกรรมนักเรียนชอบมากที่สุด สอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้ที่ไฟว์กระดาย เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ (ธันยภัทร์ เธียรทองอินทร์, 2554) เพราะในการทำงานกลุ่มนักเรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกัน ทำให้เกิดการเรียนรู้ร่วมกันตามทฤษฎีเรียนรู้ร่วมกัน (Cooperative learning) ซึ่งเป็นอีกเทคนิคการจัดการเรียนรู้หนึ่งที่ใช้ในรายวิชาเคมี แล้วนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้อย่างระดับมาก (พรพิพพ์ เมืองแก้ว, 2553) และระดับมากที่สุด (กัญญา โชคสวัสดิ์กิจญ์, 2553)

การทำงานที่ 3 คือให้คะแนนและเหตุผลสนับสนุนกับข้อเสนอแนะที่เพื่อนให้เป็นกิจกรรมที่นักเรียนไม่ชอบ ผลการวิจัยไม่สอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้ที่ไฟว์กระดาย เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ เพราะนักเรียนชอบงานที่ 3 รองลงมาจากการที่ 4 (ธันยภัทร์ เธียรทองอินทร์, 2554) และไม่ทำให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาเพิ่มขึ้น ที่เป็นช่นนี้อาจเป็นเพราะนักเรียนไม่มีความมั่นใจในการตรวจงานของเพื่อนว่าตรวจให้ถูกหรือผิด เพราะบางครั้งนักเรียนกลุ่มอ่อนมีโอกาสได้ตรวจงานของนักเรียนกลุ่มเก่ง เมื่อได้แบบฝึกหัดที่ยากทำให้ตรวจผิด จึงให้คะแนนเพื่อนน้อย และเมื่อส่งงานกลับคืนกับนักเรียนที่เป็นเจ้าของงาน เจ้าของงานจึงให้ผลประเมินการตรวจข้อนกลับคัวข่ายคะแนนที่คำ เมื่อได้คะแนนน้อยในส่วน งานที่ 2 และงานที่ 3 ทำให้นักเรียนไม่ชอบทั้งสองงานนี้

#### ตารางที่ 4.6 กิจกรรมของการจัดการเรียนรู้ที่ไฟว์กระดายที่ทำให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหา

กิจกรรมที่ทำให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหา	จำนวนนักเรียน (ร้อยละ)			
	มากที่สุด	มาก	น้อย	น้อยที่สุด
งานที่ 1: ทำแบบฝึกหัดในห้องเรียนที่ครุ่นออบหมายให้	46	35	7	13
งานที่ 2: ให้คําแนะนําและเหตุผลสนับสนุนงานของเพื่อน	11	17	50	22
งานที่ 3: ให้คําแนะนําและเหตุผลสนับสนุนกับข้อเสนอแนะที่เพื่อนให้	9	15	26	50
งานที่ 4: ทำแบบฝึกหัดเป็นกลุ่ม	39	46	7	9

กิจกรรมที่ทำให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหามากที่สุดคืองานที่ 1 (ตารางที่ 4.7) ซึ่งครูให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดในห้องเรียนที่ครุ่นออบหมายให้ เพราะ งานที่ 1 เป็นงานที่นักเรียนต้องทำแบบฝึกหัดที่ครุ่นออบหมายด้วยตนเองก่อนเข้าเรียน และนักเรียนทุกคนจะได้โจทย์ปัญหาตามศักยภาพของแต่ละคน ดังนั้nnักเรียนต้องทำความเข้าใจในความรู้ที่ครุ่นให้ เพื่อให้สามารถแก้โจทย์ปัญหาร่องรอยเบสที่ครุ่นออบหมายให้ทำได้ ถ้านักเรียนไม่อ่านในความรู้จักเข้าใจก็จะไม่สามารถทำงานที่ 1 ได้ ส่วนกิจกรรมที่ทำให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาน้อยที่สุดคือการทำงานที่ 3 ให้คําแนะนําและเหตุผลสนับสนุนกับข้อเสนอแนะที่เพื่อนให้ เพราะนักเรียนกลุ่มอ่อน ได้ตรวจสอบงานของนักเรียนกลุ่มเก่ง ข้อความนั้นยากเกินศักยภาพที่จะตรวจได้ จึงไม่ได้ทำให้เข้าใจเนื้อหามากนัก

การทำงานที่ 1 คือการทำแบบฝึกหัดที่ครุ่นออบหมายให้ เป็นกิจกรรมที่ทำให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหามากที่สุดสอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้แบบที่ไฟว์ออนไลน์เรื่องหัวข้อพิเศษทางเคมีอินทรีย์ ซึ่งนักเรียนเห็นด้วยว่าการทำแบบฝึกหัดด้วยตนเองในงานที่ 1 และการทำแบบฝึกหัดในกลุ่มในงานที่ 4 ทำให้เข้าใจเนื้อหา ช่วยพัฒนาทักษะการแก้โจทย์ปัญหาและการคิดวิเคราะห์ (Wuttisela K., 2009)

#### ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

นักเรียนเขียนแสดงความคิดเห็นใน 2 ประเด็น ได้แก่ สิ่งที่นักเรียนชอบในการจัดการเรียนรู้ที่ไฟว์กระดายเรื่อง กรดและเบส และสิ่งที่ควรปรับปรุงในการจัดการเรียนรู้ที่ไฟว์กระดาย

(1) สิ่งที่นักเรียนชอบในการจัดการเรียนรู้ที่ไฟว์กระดายเรื่อง กรดและเบส

#### ตารางที่ 4.7 เหตุผลที่นักเรียนชอบในการจัดการเรียนรู้ที่ไฟว์กระดาย

เหตุผลที่นักเรียนชอบในการจัดการเรียนรู้ที่ไฟว์กระดาย	จำนวนนักเรียนที่ตอบ	
	คน	ร้อยละ
เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง	22	47.83
เกิดความกระตือรือร้นในการศึกษาเนื้อหามาก่อน	19	41.30
ได้แลกเปลี่ยนความรู้กับเพื่อนในกลุ่ม	16	34.78
ได้ทำแบบฝึกหัดในชั่วโมง	15	32.61
เกิดความสามัคคีในกลุ่ม	14	30.43
เกิดความรู้ ความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียนมากขึ้น	7	15.22
ชอบวิชาที่เรียนมากขึ้น	7	15.22
นักเรียนลอกกันไม่ได้ ทำเองตามสภาพจริง	6	13.04
ข้อสอบมีความยากง่าย นักเรียนทำตามศักยภาพของตนเอง	4	8.70
การแลกเปลี่ยนความคิดเห็นในการเสนอแนะให้คะแนนเพื่อน	3	6.52

จากตารางที่ 2 นักเรียนส่วนมากร้อยละ 47.83 ชอบการจัดการเรียนรู้ที่ไฟว์กระดาย เพราะนักเรียนได้เรียนรู้ด้วยตัวเอง (ภาพที่ 4.7) ทำให้มีความมั่นใจในการแก้โจทย์ปัญหาและมีความสนใจในเนื้อหาใหม่ที่จะนำมาใช้ในการแก้ปัญหา เนื่องจากโจทย์ที่ได้แต่ละคนไม่เหมือนกัน ทำให้ต้องพยายามค้นคว้าด้วยตัวเองเพื่อแก้โจทย์ปัญหาที่ได้รับ นอกจากนั้นยังมีความกระตือรือร้นในการศึกษานื้อหามาก่อน เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาโจทย์ต่าง ๆ ที่ได้รับ

ส่วนการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นในการเสนอแนะ ให้คะแนนเพื่อนจะเป็นสิ่งที่นักเรียนชอบน้อยที่สุดคิดเป็นร้อยละ 6.52 เนื่องจากเวลาที่แลกเปลี่ยนความคิดเห็นมีน้อยทำให้ไม่ค่อยได้แสดงความคิดเห็นเท่าที่ควร

<b>ก่อนที่ 3 ห้องเรียนซ้อมแผนในประเด็นต่อไปนี้</b>
1. ตัวที่ 1 ให้รับเรียนพอยบินการจัดการเรียนรู้แบบฟิฟว์กระดาษตั่ง ภาค - แบบ
..... สืบเนื่องจากจุดนี้เป็นหัวข้อหนึ่งในห้องเรียน ภาค ในเรื่อง บก. นั้น..... ..... ฝึกทักษะการอ่านและเขียน.....คือ..... ..... ① คำนี้มีความหมายว่า.....แต่ก็จะมี.....และ.....ที่ต้องใช้.....ในการอ่าน ..... ② คำนี้มีความหมายว่า.....มีความ.....คือ.....เมื่อ.....ให้.....นักเรียน..... ..... ③ เช่น การฝึกให้.....นักเรียน.....นั้น.....ความ.....ดัง.....จะ.....จะ..... ..... ④ เช่น การฝึกให้.....นักเรียน.....นั้น.....รู้.....เกี่ยวกับ.....ความ.....นักเรียน..... ..... 2. ตัวที่ 2 ควรปรับปรุงห้องเรียนพอยบินการจัดการเรียนรู้แบบฟิฟว์กระดาษตั่ง ภาค - แบบ ..... ไม่ต้องนับ.....ไม่ต้อง.....ไม่ต้อง.....ไม่ต้อง..... ..... ไม่ต้อง.....ไม่ต้อง.....ไม่ต้อง.....ไม่ต้อง.....

**ภาพที่ 4.8 เหตุผลที่นักเรียนส่วนมากชอบการจัดการเรียนรู้ที่ไฟฟ์กระดาษ เพราะนักเรียนได้เรียนรู้ด้วยตัวเอง**

**(2) สิ่งที่ควรปรับปรุงในการจัดการเรียนรู้ที่ไฟฟ์กระดาษเรื่อง กรณและเบส**

จำนวนนักเรียนซึ่งเขียนข้อเสนอแนะเกี่ยวกับสิ่งที่ควรปรับปรุงในการจัดการเรียนรู้ที่ไฟฟ์กระดาษเรื่อง กรณ-เบส ในประเด็นต่าง ๆ

**ตารางที่ 4.8 ความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับสิ่งที่ควรปรับปรุงในการจัดการเรียนรู้ที่ไฟฟ์กระดาษ**

สิ่งที่ควรปรับปรุงในการจัดการเรียนรู้ที่ไฟฟ์กระดาษ	จำนวนนักเรียนที่ตอบ	
	คน	ร้อยละ
เวลาอีบ	24	52.17
ครูควรเฉลยหรืออธิบายเพิ่มเติม	14	30.43
นักเรียนส่วนมากจำข้อสอบที่ตรวจไม่ได้ สับสนในการตรวจ หมายเลขอ้างอิง	3	6.52
การทำโจทย์ให้มีความหลากหลาย	3	6.52
ควรเพิ่มเนื้อหาความรู้ในความรู้	3	6.52
ควรนีการเรียกชื่อผู้ที่ทำข้อสอบ ผู้ให้ข้อเสนอแนะในกรณีที่มีข้อผิดพลาด	2	4.34
ปรับปรุงรูปแบบในการเลือกโจทย์	2	4.34
ควรจัดรูปแบบการเรียนในกรณีที่นักเรียนไม่ครบ	1	2.17
ควรทำสัญลักษณ์ในงานของแต่ละคนเพื่อจ่ายต่อการค้นหา	1	2.17
เพื่อนในกลุ่มบางคนไม่ให้ความร่วมมือ	1	2.17

จากตารางที่ 4.9 สิ่งที่ควรปรับปรุงในการจัดการเรียนรู้ที่ไฟว์กระดาษ พนว่าเวลาในการกิจกรรมการเรียนรู้น้อย คิดเป็นร้อยละ 52.17 (ภาพที่ 4.9) เพราะนักเรียนต้องใช้เวลาส่วนหนึ่งในการส่งงานและรับงานไปตรวจ ทำให้การทำและตรวจสอบข้อสอบต้องลดเวลาลง นักเรียนส่วนหนึ่งให้ความคิดเห็นในประเด็นนี้ว่าเสียเวลาไปกับการต้องคัดลอกงานที่ 1 จำนวน 2 ครั้ง ทำให้ไม่มีเวลาในการทบทวนเนื้อหาอื่นและนักเรียนร้อยละ 30.43 ต้องการให้ครุฑ์เฉลยและอธิบายเพิ่มเติม เนื่องจากเวลาน้อย ครุฑะอธิบายเฉพาะเนื้อหาที่คิดว่านักเรียนส่วนมากทำไม่ได้เท่านั้น และสิ่งที่ควรปรับปรุงน้อยที่สุดคิดเป็นร้อยละ 2.17 เท่ากันใน 3 ประเด็น ได้แก่ ควรจัดรูปแบบการเรียนในกรณีที่นักเรียนขาดเรียนในบาง task ทำให้ระบบการรับส่งงานไม่เป็นระบบ ควรทำสัญลักษณ์ในงานของแต่ละคนเพื่อง่ายต่อการค้นหา คือไม่ต้องทำสัญลักษณ์ก็สามารถค้นหาเจอ แสดงว่าระบบการจัดกลุ่มและหมายเลขที่ครุฑ์คิดขึ้นนั้นดีแล้ว และเพื่อนในกลุ่มบาง คนไม่ให้ความร่วมมือกล่าวโดยสรุปคือการจัดการเรียนรู้ที่ไฟว์กระดาษควรปรับปรุงในเรื่องเวลาในการจัดการเรียนรู้ให้มากขึ้น

**2. สิ่งที่ควรปรับปรุงในการจัดการเรียนรู้แบบที่ไฟว์กระดาษเรื่อง กรค – เบษ**

..... ผ่องทาง Mr. เช่น นร. แม่นนาก / ไฟว์เบน. การ. สำหรับ ศักดิ์ ๗๖... ชั้น ๗๗ ใช้เวลา  
มาก ... ทำให้ห้องเรียนนร. แม่นนาก / ไฟว์เบน. ใช้เวลา ในห้อง สำหรับ ศักดิ์ ๗๖...  
กับ ๗๗ ห้อง ก็จะ ประมาณ ๐๘-๐๙ นาที.....

ภาพที่ 4.9 สิ่งที่ควรปรับปรุงในการจัดการเรียนรู้ที่ไฟว์กระดาษ

## บทที่ 5

### สรุปผล และข้อเสนอแนะ

**การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้สรุปผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์ตามลำดับดังนี้**

#### 5.1 สรุปผล

##### 5.1.1 ความก้าวหน้าของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

จากการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 30 ข้อ 30 คะแนน ด้วยการวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียนโดยใช้วิธี Normalized gain 4 แบบ ได้แก่

5.1.1.1 แบบที่ 1 แบบแต่ละชั้นเรียน (Class normalized gain) ระดับความก้าวหน้าทางการเรียนทั้งชั้นเรียนพบว่าอยู่ในระดับสูง (normalized gain = 0.77) แสดงว่าการจัดการเรียนรู้ที่ไฟว์กระดายสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่องกรดและเบส ทำให้นักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับสูง

5.1.1.2 แบบที่ 2 แบบแต่ละรายบุคคล (Single student normalized gain) นักเรียนที่มีระดับความก้าวหน้าอยู่ในระดับสูงที่สุด ได้ค่า normalized gain เท่ากับ 1 มีจำนวน 1 คน ส่วนนักเรียนที่มีระดับความก้าวหน้าอยู่ในระดับต่ำที่สุด ได้ค่า normalized gain เท่ากับ 0.19 มีจำนวน 1 คน เมื่อพิจารณาความก้าวหน้ารายบุคคลของนักเรียนส่วนใหญ่แล้ว พบว่า นักเรียน 76 % มีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับสูง และมีเพียง 2 % เท่านั้นที่มีความก้าวหน้าทางการเรียนในระดับต่ำ

5.1.1.3 แบบที่ 3 แบบแต่ละข้อ (Single test item normalized gain) ความก้าวหน้าทางเรียนรายข้อคิดเห็นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พบร่วมกับข้อสอบที่นักเรียนมีระดับความก้าวหน้าทางการเรียนสูงที่สุดหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ที่ไฟว์กระดาย ได้แก่ ข้อที่ 2 (normalized gain = 0.75) ส่วนข้อที่นักเรียนมีระดับความก้าวหน้าทางการเรียนต่ำที่สุด ได้แก่ ข้อที่ 22 (normalized gain = 0.13)

5.1.1.4 แบบที่ 4 แบบแต่ละเนื้อหา (Conceptual dimensional normalized gain) นักเรียนมีระดับความก้าวหน้าทางการเรียนสูงที่สุดหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ที่ไฟว์กระดายในเนื้อหาเรื่องการคำนวณเกี่ยวกับการแตกตัวของกรดอ่อน เปสอ่อน (normalized gain = 0.86) ส่วนเนื้อหาที่

นักเรียนมีระดับความก้าวหน้าทางการเรียนต่ำที่สุด ได้แก่ การคำนวณเกี่ยวกับการแตกตัวเป็นไออกอนของน้ำ (normalized gain = 0.69)

### 5.1.2 คะแนนระหว่างเรียน

ภาพรวมของคะแนนระหว่างเรียน พิจารณาจากคะแนนงานที่ 1 ถึงงานที่ 4 เป็น 4.57 คะแนนจากคะแนนเต็ม 5 คะแนนคิดเป็นร้อยละ 91.40 โดยงานที่ 1-4 ของทุกเนื้อหา มีค่าเฉลี่ยระหว่าง 4.50-4.65 และเมื่อพิจารณาตามเนื้อหาที่นักเรียนได้คะแนนระหว่างเรียน โดยเฉลี่ยสูงที่สุดคือ pH ของสารละลาย (4.65 คะแนน) เนื้อหาที่ได้คะแนนต่ำสุด คือ การแตกตัวของกรดอ่อนและสารละลายเบสอ่อน (4.50 คะแนน)

### 5.1.3 ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ที่ไฟว์กระดาษ

จากการวิเคราะห์แบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ที่ไฟว์กระดาษพบว่า โดยภาพรวมนักเรียนชอบการจัดการเรียนรู้อยู่ในระดับมาก ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.33 โดยนักเรียนเห็นด้วยมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 4.72 ว่าการจัดการเรียนรู้ที่ไฟว์กระดาษทำให้นักเรียนสนใจเรียนรู้มากขึ้น และฝึกให้นักเรียนได้ลงมือทำจริง ส่วนเวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมนี้ได้ค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด

นักเรียนชอบทำงานที่ 4 มากที่สุดซึ่งเป็นการทำงานกลุ่ม ส่วนกิจกรรมที่นักเรียนชอบน้อยที่สุดคือทำงานที่ 3 ซึ่งนักเรียนให้คะแนนและเหตุผลสนับสนุนกับข้อเสนอแนะที่เพื่อนให้

กิจกรรมที่ทำให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหามากที่สุดคือทำแบบฝึกหัดในห้องเรียนที่ครุมนอบหมายให้ เพาะะงานที่ 1 เป็นงานที่นักเรียนต้องทำแบบฝึกหัดที่ครุมนอบหมายด้วยตนเองก่อนเข้าเรียน ส่วนกิจกรรมที่ทำให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาน้อยที่สุดคือการทำางานที่ 3 ให้คะแนนและเหตุผลสนับสนุนกับข้อเสนอแนะที่เพื่อนให้

## 5.2 ข้อเสนอแนะ

### 5.2.1 ข้อเสนอแนะทั่วไป

5.2.1.1 ครุต้องเตรียมความพร้อมในการอธิบายระบบการจัดการเรียนรู้ที่ไฟว์กระดาษให้นักเรียน ก่อนเริ่มกิจกรรม หรืออาจทดลองใช้กับเนื้อหา ก่อนที่จะทำวิจัยในชั้นเรียนเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ที่ไฟว์กระดาษ

5.2.1.2 ในงานที่ 4 ซึ่งเป็นงานกลุ่ม นอกจากนักเรียนให้คะแนนเพื่อนว่าเพื่อนคนใดมีส่วนร่วมในการทำงานกลุ่ม ครุต้องให้คะแนนด้วยว่า นักเรียนคนใดทำงานมากที่สุด และทำงานน้อยที่สุด

### 5.2.2 ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยต่อไป

5.2.2.1 ควรพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ไฟว์ระดับความว่าทำอย่างไรจึงจะกระชับเวลาในการดำเนินกิจกรรมให้นานากริสุด

5.2.2.2 ควรหาเทคนิคการสอนอื่น ๆ ที่จะช่วยพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องการคำนวณเกี่ยวกับการแตกตัวเป็นไอออนของน้ำในสารละลายน้ำและเบส ให้มีระดับความก้าวหน้าทางการเรียนสูงกว่า 0.69

เอกสารอ้างอิง

## เอกสารอ้างอิง

- กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. การวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน.  
 กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ครุสภากา ลดาพร้าว, 2545.
- ชาตรุรงค์ ศรีพาณิชย์. การพัฒนาการสอนวิชาพิสิกส์ โดยใช้วิธี T5 model. การค้นคว้าอิสระปริญญา  
 วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 2548.
- เจริญ ชุมมวล. การเรียนการสอนโดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญสำหรับนักศึกษาวิศวกรรมศาสตร์  
ประสบการณ์จากการนำมายใช้. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต :  
 มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 2550
- จำنج พรายແຍ້ນແບ. เอกสารการสอนชุดวิชาการสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : ป.สัมพันธ์พาณิชย์,  
 2536.
- ช่อทิพย์ กัณฑ์โภดิ. “การใช้ T5 Model ร่วมกับ D4L+P ในการสอนชีววิทยาเบื้อง 2 สำหรับนักศึกษา  
 ปริญญาตรี”, ใน การประชุมวิชาการการจัดการเรียนรู้สู่สภาพจริงในระดับอุดมศึกษา  
ครั้งที่ 1 การเปลี่ยนผลการเรียนรู้ (CO-HELP 2009). น.68-73. ศูนย์พัฒนาการเรียนรู้  
 กองบริการการศึกษา : มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 2552.
- ธันยาภัทร เธียรทองอินทร์. “การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5  
 เรื่องปริมาณสารสันพันธ์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบทีไฟว์กระดาย”,  
วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีภาคเหนือ. 3 : 256-263, 2554.
- บุญชุม ศรีสะอาด. วิธีการสร้างสถิติสำหรับการวิจัย เล่ม 1-2. มหาสารคาม : มหาวิทยาลัย  
 ศรีนครินทร์วิโรฒ, 2545
- พิทยาภรณ์ เลิศกรະ ໂທກ. การสร้างสื่อการสอนผ่านเครื่องข่าย โดยวิธี T5 model สำหรับรายวิชาการ  
ประกอบเครื่องคอมพิวเตอร์. การค้นคว้าอิสระปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต :  
 มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 2549
- gap เลาห์ไพบูลย์. แนวการสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช, 2540.
- ธนา จันทร์ทอง. “การตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบ”, การตรวจสอบคุณภาพของ  
แบบทดสอบ. <http://www.pocketonline.net/g2engine/d/73781-1/Item+Analysis.doc>.  
 พฤษภาคม, 2553.

## เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- วิทวัส คงกุณเมศ. ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เจตคติทางวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ปริมาณสารสันพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2548.
- สุรัตน์วดี ชิดสูงเนิน. “การออกแบบและพัฒนา e-Learning ด้วย T5 Model”, รูปแบบการออกแบบ และพัฒนา e-Learning. <http://learners.in.th/blog/suratwadee/155108>. เมษายน, 2553.
- สมเจตน์ อุรัศลิน. การสำรวจและปรับแก้โน้มติที่คลาดเคลื่อน เรื่อง พันธะเคมี โดยใช้โน้ตการเรียนรู้ที่ไฟฟ์กระดาษ. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 2553.
- สมพงษ์ จันทมาลี. การสร้างชุดการสอนวิชาเคมีศาสตร์ เรื่องสารละลาย และกรด-เบส สำหรับนักศึกษาปีที่ 1 สายวิทยาศาสตร์ระบบ 11+3 ที่วิทยาลัยครุศาสตร์ฯ ในประเทศไทย. ประมวลสารวิจัย ประชาธิปไตยประชาชนลาว โดยใช้รูปแบบการสอนตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยบูรพา, 2553.
- สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา. ระบบการเรียนการสอนอีเลิร์นนิ่ง โน้ตการออกแบบ ระบบการเรียนการสอนอีเลิร์นนิ่งใหม่ ๆ. กรุงเทพฯ : กระทรวงศึกษาธิการ, 2549.
- อรรถพล แท่นแก้ว. “T 5 Model : สภาพแวดล้อมการจัดการเรียนรู้ที่สนับสนุนการประเมินผลระหว่างกลุ่มในวิชาฟิสิกส์”, วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีภาคเหนือ. 3 : 51–59, 2554.
- Hake, R. R. “Interactive-engagement vs. traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses”, Am. J. Phys. 66(1): 64–74, 1998.
- Karntarat, Wuttisela. “Attitude toward 5T in T5 Design Model via D4LP: A case study of selected topic in organic chemistry”, Proceedings from international science education conference 2009 Singapore. 2493-2502, 2009.
- Richard R. Hake. Interactive-engagement vs traditional methods: A six-thousand-student survey of mechan test data for introductory physics courses. <http://web.mit.edu/jbelcher/www/TEALref/hake.pdf>. March, 2012.

## ເອກສາຣອ້າງອີງ (ຕ່ອ)

- Saksri Supasorn. “Implementation of paper-based T5 learning Model to enhance student Understanding: The case for low achievement student in organic chemistry course”, Proceedings form international science education conference 2009 Singapore. 1936-1950, 2009.
- Salter, Diane and Leslie Richards. The New Classroom Engaging Student with Online Activities. Canada: University of Waterloo, 2001.
- Salter, Diane, Leslie Richards and Tom Carey. “The T5 Design Model: An Instructional Model and Learning Environment to Support the Integration of Online and Campus-Based Courses”, Educational Media International. 41(3): 207-217, 2004.
- Silphiphat S. and et al. “E-Learning via T5 Model in an International Economics Course”, ASEANJournal of Open and Distance Learning. 2(1): 1-7, 2010.

**ภาคผนวก**

ภาคผนวก ก  
แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง กรดและเบส

รายวิชา เคมี 4 รหัสวิชา ว 30224	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การแตกตัวของกรดอ่อน และเบสอ่อน	จำนวน 3 ชั่วโมง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
------------------------------------	---	--

### 1. สาระสำคัญ

การแตกตัวของกรดอ่อนและเบสอ่อนจะเกิดการแตกตัวเพียงเล็กน้อยซึ่งสามารถถูกการแตกตัวได้หลายวิธี ซึ่งได้แก่การแตกตัวเป็นร้อยละแตกตัวด้วยค่า  $K_a$ ,  $K_b$  และนอกจากนั้นการบวกกันของการแตกตัวสามารถถูกได้ด้วยการนำไฟฟ้า

### 2. ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

1. สำรวจ ตรวจสอบและอภิปรายเกี่ยวกับการแตกตัวของกรดอ่อนและเบสอ่อน
2. คำนวณการแตกตัวของกรดอ่อนและเบสอ่อนในสารละลาย

### 3. สารการเรียนรู้

1. การแตกตัวของกรดอ่อน
  - 1.1 การแตกตัวเป็นร้อยละ
  - 1.2 การแตกตัวด้วยค่า  $K_a$
2. การแตกตัวของเบสอ่อน
  - 2.1 การแตกตัวเป็นร้อยละ
  - 2.2 การแตกตัวด้วยค่า  $K_b$

### 4. ทักษะ / กระบวนการ

กระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ไฟว์กระบวนการ

### 5. คุณลักษณะที่พึงประสงค์ / คุณธรรม / จริยธรรม

1. ไฟรู้ สร้างสรรค์ พฤติกรรมบ่งชี้คือ
  - 1.1 กล้าหาญ
  - 1.2 ค้นคว้าจากแหล่งข้อมูลและทำแบบฝึกหัดที่เกี่ยวข้องกับข้อมูล
2. รับผิดชอบ พฤติกรรมบ่งชี้คือ
  - 2.1 ทำงานตามที่ได้รับมอบหมาย
  - 2.2 ตรงต่อเวลา

## 6. กระบวนการจัดการเรียนรู้

- ครูแจกใบความรู้เรื่องกรดอ่อนเเปบส่อ่อนเพื่อให้นักเรียนอ่านทำความเข้าใจมาก่อนเข้าเรียน และชี้แจงว่าเมื่อนักเรียนเข้าเรียนแล้ว นักเรียนต้องทำแบบฝึกหัด ซึ่งนักเรียนแต่ละคนจะได้โจทย์ปัญหาที่แตกต่างกัน โดยทำเป็นงานเดียว
- เมื่อถึงเวลาเรียน ครูแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 5 คน จำแนกตามศักยภาพของนักเรียน โดยใช้เกรดเป็นตัวแบ่ง โดยแต่ละกลุ่มจะประกอบด้วยนักเรียนกลุ่มเก่ง ปานกลางและอ่อน ตามลำดับ โดยกำหนดให้หมายเลข 1, 2 ในกลุ่มเป็นนักเรียนกลุ่มเก่ง หมายเลข 3 ปานกลาง หมายเลข 4, 5 เป็นนักเรียนปานกลางหรืออ่อน
- ครูแจกแบบทดสอบตามศักยภาพของนักเรียน โดยนักเรียนกลุ่มเก่งจะได้ทำแบบทดสอบยาก หมายเลข 3 หรือ 4 เป็นข้อสอบปานกลาง หมายเลข 4 หรือ 5 เป็นข้อสอบง่าย

ระดับความยากง่ายของข้อสอบ	ตัวอย่างข้อสอบ
ง่าย	จงคำนวณหาความเข้มข้นของ $\text{H}_3\text{O}^+$ ในสารละลายน้ำ HCN 2.4 กรัม ที่ละลายอยู่ในสารละลายน้ำ 300 mL ถ้า $K_a = 6.8 \times 10^{-4}$ ( $\text{H} = 1, \text{F} = 19$ )
ปานกลาง	จงหาค่า $K_b$ ของกรด HF ที่มีความเข้มข้น 0.1 M แตกตัวได้ 10%
ยาก	สารละลายน้ำ $\text{NH}_3$ 20% โดยปริมาตรจำนวน 20 mL เมื่อผสมน้ำ 380 mL จงหา $[\text{OH}^-]$ ว่าเป็นกี่ mol/L (ความหนาแน่น $\text{NH}_3$ 0.68 g/cm <sup>3</sup> ค่า $K_b$ ของ $\text{NH}_3 = 1.8 \times 10^{-5}$ )

- ให้นักเรียนคัดลอกงานที่ 1 เป็น 2 ชุดคู่บลайн์มือของนักเรียนเอง
- นักเรียนทำงานที่ 2 คือตรวจงานที่ 1 ของเพื่อน พร้อมประเมินผลเป็นระดับคะแนน แล้วส่งกลับไปที่กลุ่มบริการ กลุ่มบริการจะแยกกลับไปที่เจ้าของงานที่ 1 เพื่อประเมินผลการตรวจของเพื่อน (งานที่ 3)
- ครูแจกงานที่ 4 ซึ่งเป็นงานกลุ่มให้กับนักเรียนทุกกลุ่มช่วยกันทำ และให้คะแนนการมีส่วนร่วมของนักเรียนแต่ละคน
- เมื่อหมดเวลา ทุกกลุ่มน้ำส่งครู ครูตรวจงานที่ 4 พร้อมอธิบายข้อสงสัยของนักเรียน ทุกงาน พร้อมสรุปองค์ความรู้ที่สำคัญเกี่ยวกับการแตกตัวของกรดอ่อนและเบสอ่อน

## 7. การวัดและประเมินผล

### 1. วิธีการประเมินผล

- 1.1 ครูสังเกตจากพฤติกรรมที่นักเรียนตั้งใจในการทำงานที่ 1-4
- 1.2 สังเกตจากการมีส่วนร่วมในการอภิปรายและซักถามในข้อที่สงสัย
- 1.3 ครูตรวจงานที่ 1-4 เพื่อคุณลักษณะที่นักเรียนได้ทำ

### 2. เครื่องมือวัด

- 2.1 ในงานที่ 1-4

### 3. เกณฑ์การผ่าน

- 3.1 ตรวจการประเมินผลงานที่ 1-4 ได้คะแนนไม่ต่ำกว่าระดับ 4

## 8. วัสดุ อุปกรณ์ สื่อและแหล่งเรียนรู้

1. เอกสารประกอบการเรียน ว 30224
2. หนังสือแบบเรียน สสวท
3. แหล่งเรียนรู้เพิ่มเติมจากห้องสมุดวิทยาศาสตร์และทางอินเทอร์เน็ต

## 9. กิจกรรมต่อเนื่อง

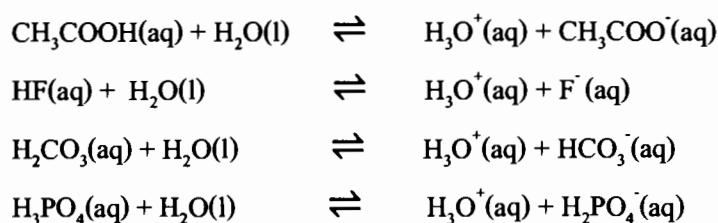
ครูแจกใบความรู้เรื่องการแตกตัวของน้ำบริสุทธิ์เพื่อให้นักเรียนได้ศึกษาและค้นคว้าจากแหล่งอื่น ๆ

รายวิชา เคมี 3 รหัสวิชา ว30224 ชั้nmัธยมศึกษาปีที่ 5	ในความรู้ที่ 2 เรื่อง การแตกตัวของกรดอ่อนและเบสอ่อน ( การแตกตัวของกรดอ่อนและเบสอ่อน)	เวลา 3 ชั่วโมง โรงเรียนเบญจมบพิมพ์ราษฎร์ ผู้สอนนางสาววรรคน์ มันส์
--	--	---

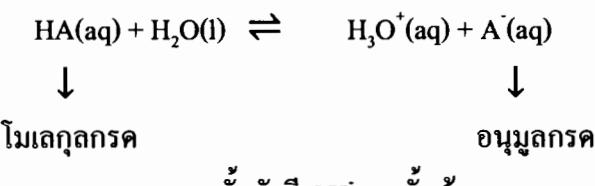
### การแตกตัวของกรดอ่อนและเบสอ่อน

#### การแตกตัวของกรดอ่อน

กรดอ่อน หมายถึง กรดที่แตกตัวให้ไออ่อนได้ไม่หมดเมื่อสารละลาย น้ำเป็นสารละลาย การเขียนสมการแสดงการแตกตัวของกรดอ่อนเขียนได้ดังนี้



ที่ภาวะสมดุลสารละลายที่ได้จากการแตกตัวของกรดอ่อนจะมีอนุภาคต่างๆดังสมการต่อไปนี้



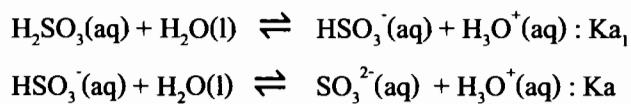
และนอกจากนั้นขึ้นนี้ OH<sup>-</sup> จากนั้นด้วย

การที่กรดอ่อน 1 โมเลกุลสามารถแตกตัวให้ H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>(aq) 1 ไออ่อน (กรดนั้นมี H 1 อะตอม ใน 1 โมเลกุล เช่น HA) เรียกกรดประเภทนี้ว่ากรดโมโนโปรดักติก (monoprotic)

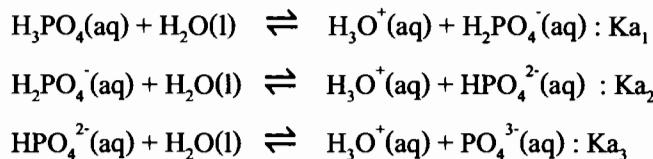
กรดอ่อนที่มี H มากกว่า 1 อะตอมใน 1 โมเลกุลขึ้นสามารถแตกตัวได้มากกว่า 1 ครั้ง ดังนั้น กรดที่แตกตัวให้ H<sup>+</sup> ได้หลายครั้ง (ค่า K<sub>a</sub> ที่มีหลายค่าตามจำนวนที่แตกตัวนั้น) เรียกว่า กรดโพลิโปรดักติก (Polyprotic acid)

ตัวอย่าง กรดที่เป็นโมโนโปรดักติกได้แก่ CH<sub>3</sub>COOH, HCOOH, HF, HNO<sub>2</sub>, HCN เป็นต้น

### ตัวอย่างการแตกตัวของกรดอ่อน



$$K_{a_1} >> K_{a_2}$$



$$K_{a_1} > K_{a_2} > K_{a_3}$$

### การบวกปริมาณการแตกตัวของกรดอ่อน

#### 1. ปริมาณการแตกตัวของกรดอ่อนบวกเป็นร้อยละ (%)

ตัวอย่าง กรดอะซิติกแตกตัวได้ร้อยละ 5 โดยโน้มในน้ำหมายความว่า

สารละลายน้ำกรดอะซิติก 100 มล.แตกตัวให้กรดอะซิติก 5 มล. (ดังนั้นจะเหลือกรดอะซิติกที่ไม่แตกตัวอยู่ =  $100 - 5 = 95$ )

$$\text{ถ้ากรดอะซิติกอยู่ } n \text{ มล.จะแตกตัวไป} = \frac{5 \times n}{100} \text{ มล}$$

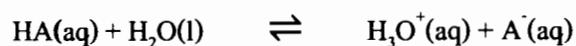
#### สูตรที่ใช้

$$\% \text{ ของการแตกตัวของกรด} = \frac{\text{จำนวน โน้มของกรดที่แตกตัว} \times 100}{\text{จำนวน โน้มของกรดทั้งหมด}}$$

ข้อสังเกต % ของการแตกตัวขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของสารละลายน้ำถ้าสารละลายน้ำเข้มข้นมากจะมี % ของการแตกตัวน้อยแต่ถ้าสารละลายน้ำจางจะมี % ของการแตกตัวมาก

## 2. การแตกตัวของกรดอ่อนและค่าคงที่สมดุลของกรด ( $K_a$ )

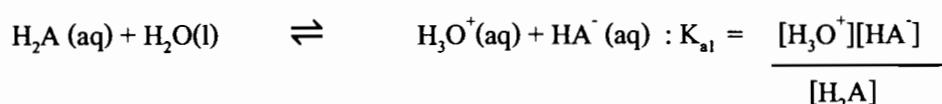
สารละลายกรดอ่อนที่ภาวะสมดุลจะสามารถหาค่าคงที่สมดุลได้ดังนี้



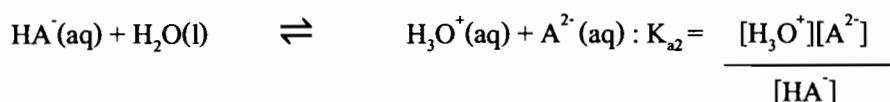
$$K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{A}^-]}{[\text{HA}]}$$

กรณีที่กรดอ่อนแตกตัวได้มากกว่า 1 ขั้น ก็จะมีค่า  $K_a$  หลายค่าตามจำนวนขั้นที่แตกตัวได้ ดังนี้  
 $\text{H}_2\text{A}$  เมื่อละลายน้ำจะแตกตัว 2 ขั้น ดังนี้

ขั้นที่ 1



ขั้นที่ 2



ความสัมพันธ์ระหว่างค่า  $K_{a1}$ ,  $K_{a2}$

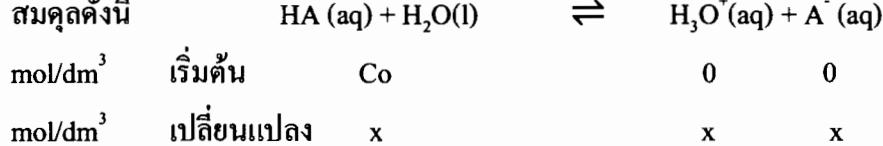
พบว่า  $K_{a1} >> K_{a2}$

ผลลัพธ์โดยทั่ว ๆ ไปจะมีค่า

$$K_{a1} >> K_{a2} > K_{a3} > K_{a4} \dots$$

สูตรที่ใช้ในการคำนวณเรื่องกรดอ่อน

กำหนดให้  $\text{HA}$  เป็นกรดอ่อนนอนอ โพรติกที่มีค่า  $K_a$  น้อยมากเมื่อกรด  $\text{HA}$  ละลายน้ำจะเกิดภาวะสมดุลดังนี้



$$K_a = \frac{[H_3O^+][A^-]}{[HA]}$$

$$K_a = \frac{x - x}{Co \cdot x}$$

$$X^2 = Co \cdot K_a$$

$$[H_3O^+]^2 = Co \cdot K_a$$

เนื่องจาก x แตกตัวได้น้อยมาก  
เมื่อเทียบกับ Co จึงตัด x ทิ้ง

$$[H_3O^+] = \sqrt{Co \cdot K_a}$$

### การคำนวณเกี่ยวกับกรดอ่อน

ตัวอย่างที่ 1 สารละลายน HCN 0.2 mol/dm<sup>3</sup> มีค่า  $K_a = 4.8 \times 10^{-10}$  มี  $H_3O^+$  เข้มข้นกี่ mol/dm<sup>3</sup>

วิธีทำ	$\text{HCN(aq)} + \text{H}_2\text{O(l)}$	$\rightleftharpoons$	$\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq}) + \text{CN}^-(\text{aq})$
mol/dm <sup>3</sup> เริ่มต้น	0.2	0	0
mol/dm <sup>3</sup> เป็นไปแล้ว	x	x	x
mol/dm <sup>3</sup> ภาวะสมดุล	$0.2 - x$	x	x

$$K_a = \frac{[H_3O^+][CN^-]}{[HCN]}$$

$$K_a = \frac{X \times X}{0.2 - x} = \frac{X^2}{0.2}$$

$$X^2 = 0.2 \times K_a \quad X = \sqrt{0.2 \times 4.8 \times 10^{-10}}$$

$$[H_3O^+] = \sqrt{96 \times 10^{-12}}$$

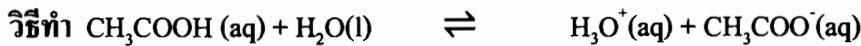
$$\therefore [H_3O^+] = 9.8 \times 10^{-6}$$

ใช้สูตร

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = \sqrt{\text{Co} \cdot K_a}$$

$$= \sqrt{0.2 \times 4.8 \times 10^{-10}} = \sqrt{96 \times 10^{-12}}$$

$$\therefore [\text{H}_3\text{O}^+] = 9.8 \times 10^{-6} \text{ mol/dm}^3$$

ตัวอย่างที่ 2 จงหา  $[\text{H}_3\text{O}^+]$  ในสารละลายน้ำ  $\text{CH}_3\text{COOH}$  เข้มข้น  $0.25 \text{ mol/dm}^3$  แตกตัว  $15\%$ 

$$\text{CH}_3\text{COOH} \text{ เข้มข้น } 100 \text{ mol/dm}^3 \text{ แตกตัวให้ } \text{H}_3\text{O}^+ = 15 \text{ mol/dm}^3$$

$$\begin{aligned} \text{CH}_3\text{COOH} \text{ เข้มข้น } 0.25 \text{ mol/dm}^3 \text{ แตกตัวให้ } \text{H}_3\text{O}^+ &= \frac{15 \times 0.25}{100} \text{ mol/dm}^3 \\ &= 0.0375 \text{ mol/dm}^3 \end{aligned}$$

ใช้สูตร  $[\text{H}_3\text{O}^+] = \frac{\% \text{Co}}{100}$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = \frac{15 \times 0.25}{100}$$

$$\therefore [\text{H}_3\text{O}^+] = 0.0375 \text{ mol/dm}^3$$

ตัวอย่างที่ 3 กรรมอนอโปรดิเกนนิ่งแตกตัวให้  $5\%$  สารละลายน้ำของกรรมอนนี้เข้มข้น  $0.5 \text{ mol/dm}^3$ จำนวน  $600 \text{ cm}^3$  จะมีปริมาณความเข้มข้นของ  $\text{H}_3\text{O}^+$  เท่าใด

$$\text{ด้วย สารละลายน้ำของกรรมอนอโปรดิเกน } 600 \text{ cm}^3 \text{ มีเนื้อกรด} = \frac{0.5 \times 600}{1000} = 0.3 \text{ mol}$$

$$\text{แต่ กรรมอนอโปรดิเกน } 100 \text{ mol แตกตัวให้ } \text{H}_3\text{O}^+ = 5 \text{ mol}$$

$$\text{ด้วย กรรมอนอโปรดิเกน } 0.3 \text{ mol แตกตัวให้ } \text{H}_3\text{O}^+ = \frac{5 \times 0.3}{100} \text{ mol}$$

$$\therefore \text{สารละลายน้ำ } \text{H}_3\text{O}^+ = 0.015 \text{ mol}$$

$$\text{สารละลายน้ำของกรรมอนอโปรดิเกน } 600 \text{ cm}^3 \text{ มี } \text{H}_3\text{O}^+ = 0.015 \text{ mol}$$

$$\begin{aligned} \text{ด้วย สารละลายน้ำของกรรมอนอโปรดิเกน } 1000 \text{ cm}^3 \text{ มี } \text{H}_3\text{O}^+ &= \frac{0.015 \times 1000}{600} \text{ mol} \\ &= 0.025 \text{ mol} \end{aligned}$$

$$\therefore \text{ความเข้มข้น } \text{H}_3\text{O}^+ = 0.025 \text{ mol/dm}^3$$

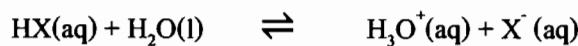
ตัวอย่างที่ 4 สารละลายนคร HX เข้มข้น  $1 \text{ mol/dm}^3$  ที่  $25^\circ\text{C}$  นคร HX แตกตัวได้ร้อยละ 0.4 ของจำนวนหาค่า  $K_a$  ของนกร HX ที่  $25^\circ\text{C}$

วิธีทำ

$$\text{นกร HX } 100 \text{ mol} \text{ แตกตัวได้ } = 0.4 \text{ mol}$$

$$\text{นกร HX } 1 \text{ mol} \text{ แตกตัวได้ } = \frac{0.4 \times 1}{100} = 0.004 \text{ mol}$$

จากสมการ



พบว่า นกร HX 1 mol แตกตัวให้  $\text{H}_3\text{O}^+$  1 mol และ  $\text{X}^-$  1 mol

นกร HX 0.004 mol แตกตัวให้  $\text{H}_3\text{O}^+$  0.004 mol และ  $\text{X}^-$  0.004 mol

$$\therefore \text{ที่ภาวะสมดุล } [\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{X}^-] = 0.004 \text{ mol/dm}^3$$

$$[\text{HX}] \text{ ที่เหลือ} = 1.0 - 0.004 = 0.996 \text{ mol/dm}^3$$

$$\begin{aligned} K_a &= \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{X}^-]}{[\text{HX}]} \\ &= \frac{(0.004)(0.004)}{0.996} \\ &= 1.6 \times 10^{-5} \text{ mol/dm}^3 \end{aligned}$$

$$\therefore K_a \text{ ของนกร HX ที่ } 25^\circ\text{C} = 1.6 \times 10^{-5} \text{ mol/dm}^3$$

ใช้สูตร

$$\% \text{ ของการแตกตัว} = \sqrt{\frac{K_a}{C_0}} \times 100$$

$$0.4 = \sqrt{\frac{K_a}{1}} \times 100$$

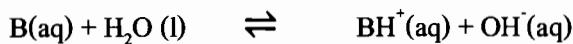
$$(0.4)^2 = K_a \times (100)^2$$

$$K_a = (0.4)^2 \times 10^{-4}$$

$$\therefore K_a = 1.6 \times 10^{-5} \text{ mol/dm}^3$$

### การเดกตัวของเบสอ่อน

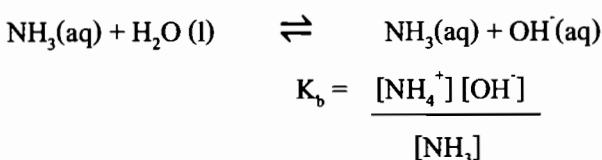
การเดกตัวของเบสอ่อนจะเหมือนกับการเดกตัวกรดอ่อน โดยเดกตัวเป็นไฮอนไม่หมดในสารละลายน้ำคงมีโมเลกุลของเบสร่วมอยู่ด้วย แต่การเดกตัวเป็นไฮอนของเบสอ่อน ในสารละลายน้ำจึงเป็นการเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้ ดังสมการ



การบวกปริมาณการเดกตัวของเบสอ่อนนิยมนอกเป็นร้อยละซึ่งคำนวณได้จากสูตรดังไปนี้

$$\text{ร้อยละของการเดกตัวของเบส} = \frac{\text{จำนวน โนลของเบสที่เดกตัวได้}}{\text{จำนวน โนลของเบสทั้งหมด}} \times 100$$

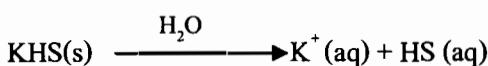
จะบวกปริมาณการเดกตัวโดยใช้ค่าคงที่สมดุลดังสมการ



### การคำนวณเกี่ยวกับเบสอ่อน

ตัวอย่างที่ 1 สารละลายน้ำ KHS มีสมบัติเป็นเบสจงคำนวณหาความเข้มข้นของ  $\text{OH}^-$  ในสารละลายน้ำ KHS ที่มีความเข้มข้น  $0.2 \text{ mol/dm}^3$  ( $K_b$  ของ  $\text{HS}^- = 1.1 \times 10^{-7} \text{ mol/dm}^3$ )

วิธีทำ เมื่อ KHS ละลายนำ้เดกตัวเป็นไฮอนได้ดังนี้



จากสมการ เมื่อ KHS เดกตัวได้  $0.2 \text{ mol/dm}^3$  จะได้  $\text{K}^+$  และ  $\text{HS}^-$  อ่ายางละ  $0.2 \text{ mol/dm}^3$   $\text{HS}^-$  ที่เกิดขึ้นมีสมบัติเป็นเบสอ่อน จึงรับประตอนจากน้ำเป็น  $\text{H}_2\text{S}$  และ  $\text{OH}^-$  สมมุติให้  $\text{HS}^-$  ใช้ไป  $X \text{ mol/dm}^3$

	$\text{HS}^-(\text{s}) + \text{H}_2\text{O(l)}$	$\rightleftharpoons$	$\text{H}_2\text{S}^+(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq})$
$\text{mol/dm}^3$	เริ่มต้น	0.2	0 0
$\text{mol/dm}^3$	เปลี่ยนแปลง X		X X
$\text{mol/dm}^3$	สมดุล	0.2-X	X X

$$K_b = \frac{[H_2S][OH^-]}{[HS]}$$

$$1.1 \times 10^{-7} = \frac{X^2}{(0.2 - X)}$$

เนื่องจาก  $K_b$  ของ  $HS^-$  มีค่า้น้อยมากและ  $K_b$  มีค่า้น้อยกว่า 0.2 มาก ดังนั้น  $X$  จึงมีค่า้น้อยมาก เมื่อเทียบกับ 0.2

$$\text{ดังนั้น } 0.2 - X = 0.2$$

$$X^2 = \frac{1.1 \times 10^{-7}}{0.2}$$

$$X^2 = 1.1 \times 10^{-7} \times 0.2$$

$$X = \sqrt{1.1 \times 0.2 \times 10^{-7}}$$

$$X = 1.48 \times 10^{-4} \text{ mol/dm}^3 \quad \therefore [OH^-] = 1.48 \times 10^{-4} \text{ mol/dm}^3$$

ตัวอย่างที่ 2 BOH เป็นเบสอ่อนชนิดหนึ่ง มี  $K_b = 1.50 \times 10^{-8}$  จงคำนวณหาความเข้มข้นของ  $B^+$  และ  $OH^-$  ที่ภาวะสมดุลในสารละลายน้ำ 0.1 dm<sup>3</sup> ซึ่งได้จากการละลาย BCl (อะลีกโโทร ไลด์แก๊ส) และ NaOH อย่างละ  $1.25 \times 10^{-3}$  mol

วิธีทำ

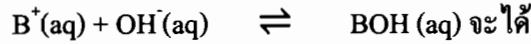
เนื่องจาก BCl และ NaOH แตกตัวได้ 100% ดังนี้

BCl  $1.25 \times 10^{-3}$  mol จะแตกตัวให้  $B^+ = 1.25 \times 10^{-3}$  mol

NaOH  $1.25 \times 10^{-3}$  mol จะแตกตัวให้  $OH^- = 1.25 \times 10^{-3}$  mol

$B^+$  และ  $OH^-$  จะรวมตัวกัน ได้มี BOH ซึ่งเป็นอ่อน

สมมุติให้ปฏิกิริยาเกิดขึ้น 100% ดังสมการ



BOH  $1.25 \times 10^{-3}$  mol ในสารละลายน้ำ 0.1 dm<sup>3</sup>

สารละลายน้ำ 0.1 dm<sup>3</sup> มีเนื้อ BOH =  $1.25 \times 10^{-3}$  mol

ถ้าสารละลายน้ำ 1 dm<sup>3</sup> มีเนื้อ BOH =  $\frac{1.25 \times 10^{-3} \times 1}{0.1}$

$$= 1.25 \times 10^{-2} \text{ mol/dm}^3$$

สมมุติว่า BOH แตกตัวกลับคืนไปเป็น ไオ่อน ได้อีก = X mol/dm<sup>3</sup>

		$\text{BOH} \text{ (aq)} \xrightleftharpoons{\text{H}_2\text{O}}$	$\text{B}^+ \text{ (aq)}$	$\text{OH}^- \text{ (aq)}$
mol/dm <sup>3</sup>	เริ่มต้น	$1.25 \times 10^{-2}$	0	0
mol/dm <sup>3</sup>	เปลี่ยนแปลง	X	X	X
mol/dm <sup>3</sup>	ภาวะสมดุล	$1.25 \times 10^{-2} - X$	X	X

$$K_b = \frac{[\text{B}^+][\text{OH}^-]}{[\text{BOH}]}$$

$$\begin{aligned} K_b &= \frac{X \times X}{1.25 \times 10^{-2} - X} \\ 1.5 \times 10^{-8} &= \frac{X^2}{1.25 \times 10^{-2}} \\ X^2 &= 1.5 \times 10^{-8} \times 1.25 \times 10^{-2} \\ X &= \sqrt{1.5 \times 10^{-8} \times 1.25 \times 10^{-2}} \\ &= \sqrt{1.88 \times 10^{-10}} \\ X &= 1.37 \times 10^{-5} \text{ mol/dm}^3 \\ \therefore [\text{OH}^-] &= 1.37 \times 10^{-5} \text{ mol/dm}^3 \end{aligned}$$

ใช้สูตร

$[\text{OH}^-] = \sqrt{C_o K_b}$
----------------------------------

$$\begin{aligned} &= \sqrt{1.25 \times 10^{-2} \times 1.5 \times 10^{-8}} \\ &= \sqrt{1.88 \times 10^{-10}} \\ [\text{OH}^-] &= 1.37 \times 10^{-5} \text{ mol/dm}^3 \end{aligned}$$

**ใบกิจกรรมที่ 2.1**

**คำชี้แจง** ให้นักเรียนทำกิจกรรมต่อไปนี้ คนละ 1 ข้อ โดยครูเป็นผู้แจกให้แต่ละคนคละตามเนื้อหาที่แตกต่างกันแต่ทุกกลุ่มจะถูกคละเนื้อหาที่เหมือนกันและให้นักเรียนแสดงวิธีทำอย่างละเอียดพร้อมคัดลอก 2 ชุด

**คำชี้แจง** ให้นักเรียนทำกิจกรรมต่อไปนี้ คนละ 1 ข้อ โดยครูเป็นผู้แจกให้แต่ละคนคละตามเนื้อหาที่แตกต่างกันแต่ทุกกลุ่มจะถูกคละเนื้อหาที่เหมือนกันและให้นักเรียนแสดงวิธีทำอย่างละเอียดพร้อมคัดลอก 2 ชุด

- สารละลายน้ำ HA  $0.1 \text{ mol/l}$  มีความ  $K_a = 4.8 \times 10^{-10}$  มี  $\text{H}_3\text{O}^+$  เข้มข้นกี่โมล/ลิตร

**คำชี้แจง** ให้นักเรียนทำกิจกรรมต่อไปนี้ คนละ 1 ข้อ โดยครูเป็นผู้แจกให้แต่ละคนคละตามเนื้อหาที่แตกต่างกันแต่ทุกกลุ่มจะถูกคละเนื้อหาที่เหมือนกันและให้นักเรียนแสดงวิธีทำอย่างละเอียดพร้อมคัดลอก 2 ชุด

- สารละลายน้ำ HB  $0.05 \text{ mol/l}$  มีความ  $K_a = 1.6 \times 10^{-2}$  มี  $\text{H}_3\text{O}^+$  เข้มข้นกี่โมล/ลิตร

**คำชี้แจง** ให้นักเรียนทำกิจกรรมต่อไปนี้ คนละ 1 ข้อ โดยครูเป็นผู้แจกให้แต่ละคนคละตามเนื้อหาที่แตกต่างกันแต่ทุกกลุ่มจะถูกคละเนื้อหาที่เหมือนกันและให้นักเรียนแสดงวิธีทำอย่างละเอียดพร้อมคัดลอก 2 ชุด

- สารละลายน้ำ HX  $0.2 \text{ mol/l}$  มีความ  $K_a = 6.8 \times 10^{-4}$  มี  $\text{H}_3\text{O}^+$  เข้มข้นกี่โมล/ลิตร

**คำชี้แจง** ให้นักเรียนทำกิจกรรมต่อไปนี้ คนละ 1 ข้อ โดยครูเป็นผู้แจกให้แต่ละคนคละตามเนื้อหาที่แตกต่างกันแต่ทุกกลุ่มจะถูกคละเนื้อหาที่เหมือนกันและให้นักเรียนแสดงวิธีทำอย่างละเอียดพร้อมคัดลอก 2 ชุด

- สารละลายน้ำ HX  $0.4 \text{ mol/l}$  มีความ  $K_a = 1.8 \times 10^{-4}$  มี  $\text{H}_3\text{O}^+$  เข้มข้นกี่โมล/ลิตร

**คำชี้แจง** ให้นักเรียนทำกิจกรรมต่อไปนี้ คนละ 1 ข้อ โดยครูเป็นผู้แจกให้แต่ละคนคละตามเนื้อหาที่แตกต่างกันแต่ทุกกลุ่มจะถูกคละเนื้อหาที่เหมือนกันและให้นักเรียนแสดงวิธีทำอย่างละเอียดพร้อมคัดลอก 2 ชุด

5. สารละลายน้ำ HC 0.2 mol/l มีความค่า  $K_a = 5.1 \times 10^{-4}$  มี  $H_3O^+$  เข้มข้นกี่โมล/ลิตร

**คำชี้แจง** ให้นักเรียนทำกิจกรรมต่อไปนี้ คนละ 1 ข้อ โดยครูเป็นผู้แยกให้แต่ละคนคละตามเนื้อหาที่แตกต่างกันแต่ทุกกลุ่มจะถูกคละเนื้อหาที่เหมือนกันและให้นักเรียนแสดงวิธีทำอย่างละเอียดพร้อมก้าวถัดไป 2 ขุด

6. ค่า  $K_a$  ของกรด HB เท่ากับ  $1.6 \times 10^{-2}$  ในการละลาย  $0.1 \text{ mol}/\text{dm}^3$  มี  $B^-$  กี่  $\text{mol}/\text{dm}^3$

**คำชี้แจง** ให้นักเรียนทำกิจกรรมต่อไปนี้ คนละ 1 ข้อ โดยครูเป็นผู้แยกให้แต่ละคนคละตามเนื้อหาที่แตกต่างกันแต่ทุกกลุ่มจะถูกคละเนื้อหาที่เหมือนกันและให้นักเรียนแสดงวิธีทำอย่างละเอียดพร้อมก้าวถัดไป 2 ขุด

7. ค่า  $K_a$  ของกรด HA เท่ากับ  $4.8 \times 10^{-10}$  ในการละลาย  $0.1 \text{ mol}/\text{dm}^3$  มี  $A^-$  กี่  $\text{mol}/\text{dm}^3$

**คำชี้แจง** ให้นักเรียนทำกิจกรรมต่อไปนี้ คนละ 1 ข้อ โดยครูเป็นผู้แยกให้แต่ละคนคละตามเนื้อหาที่แตกต่างกันแต่ทุกกลุ่มจะถูกคละเนื้อหาที่เหมือนกันและให้นักเรียนแสดงวิธีทำอย่างละเอียดพร้อมก้าวถัดไป 2 ขุด

8. ค่า  $K_a$  ของกรด HX เท่ากับ  $6.8 \times 10^{-10}$  ในการละลาย  $0.05 \text{ mol}/\text{dm}^3$  มี  $X^-$  กี่  $\text{mol}/\text{dm}^3$

**คำชี้แจง** ให้นักเรียนทำกิจกรรมต่อไปนี้ คนละ 1 ข้อ โดยครูเป็นผู้แยกให้แต่ละคนคละตามเนื้อหาที่แตกต่างกันแต่ทุกกลุ่มจะถูกคละเนื้อหาที่เหมือนกันและให้นักเรียนแสดงวิธีทำอย่างละเอียดพร้อมก้าวถัดไป 2 ขุด

9. ค่า  $K_a$  ของกรด HY เท่ากับ  $5.1 \times 10^{-4}$  ในการละลาย  $0.05 \text{ mol}/\text{dm}^3$  มี  $Y^-$  กี่  $\text{mol}/\text{dm}^3$

**คำชี้แจง** ให้นักเรียนทำกิจกรรมต่อไปนี้ คนละ 1 ข้อ โดยครูเป็นผู้แยกให้แต่ละคนคละตามเนื้อหาที่แตกต่างกันแต่ทุกกลุ่มจะถูกคละเนื้อหาที่เหมือนกันและให้นักเรียนแสดงวิธีทำอย่างละเอียดพร้อมก้าวถัดไป 2 ขุด

10. ค่า  $K_a$  ของกรด HA เท่ากับ  $1.8 \times 10^{-4}$  ในการละลาย  $0.2 \text{ mol}/\text{dm}^3$  มี  $m^-$  กี่  $\text{mol}/\text{dm}^3$

**คำชี้แจง** ให้นักเรียนทำกิจกรรมต่อไปนี้ คนละ 1 ข้อ โดยครูเป็นผู้แยกให้แต่ละคนคละตามเนื้อหาที่แตกต่างกันแต่ทุกกลุ่มจะถูกคละเนื้อหาที่เหมือนกันและให้นักเรียนแสดงวิธีทำอย่างละเอียดพร้อมก้าวถัดไป 2 ขุด

11. สารละลายน้ำ HCN 1.08 กรัม ในน้ำกลั่นจนได้สารละลายน้ำ  $450 \text{ cm}^3$  จงคำนวณหาความเข้มข้นของ  $\text{H}_3\text{O}^+$  ถ้า  $K_a = 4.8 \times 10^{-10}$  ( $H = 1, C = 12, N = 14$ )

**คำชี้แจง** ให้นักเรียนทำกิจกรรมต่อไปนี้ คนละ 1 ข้อ โดยครูเป็นผู้แจกให้แต่ละคนคละตามเนื้อหาที่แตกต่างกันแต่ทุกกลุ่มจะถูกคละเนื้อหาที่เหมือนกันและให้นักเรียนแสดงวิธีทำอย่างละเอียดพร้อมคัดลอก 2 ชุด

12. สารละลายน้ำ HCOOH 1.08 กรัม ในน้ำกลั่นจนได้สารละลายน้ำ  $250 \text{ cm}^3$  จงคำนวณหาความเข้มข้นของ  $\text{H}_3\text{O}^+$  ถ้า  $K_a = 1.8 \times 10^{-10}$  ( $H = 1, C = 12, O = 16$ )

**คำชี้แจง** ให้นักเรียนทำกิจกรรมต่อไปนี้ คนละ 1 ข้อ โดยครูเป็นผู้แจกให้แต่ละคนคละตามเนื้อหาที่แตกต่างกันแต่ทุกกลุ่มจะถูกคละเนื้อหาที่เหมือนกันและให้นักเรียนแสดงวิธีทำอย่างละเอียดพร้อมคัดลอก 2 ชุด

13. สารละลายน้ำ  $\text{CH}_3\text{COOH}$  2 กรัม ในน้ำกลั่นจนได้สารละลายน้ำ  $200 \text{ cm}^3$  จงคำนวณหาความเข้มข้นของ  $\text{H}_3\text{O}^+$  ถ้า  $K_a = 1.8 \times 10^{-5}$  ( $H = 1, C = 12, N = 16$ )

**คำชี้แจง** ให้นักเรียนทำกิจกรรมต่อไปนี้ คนละ 1 ข้อ โดยครูเป็นผู้แจกให้แต่ละคนคละตามเนื้อหาที่แตกต่างกันแต่ทุกกลุ่มจะถูกคละเนื้อหาที่เหมือนกันและให้นักเรียนแสดงวิธีทำอย่างละเอียดพร้อมคัดลอก 2 ชุด

14. สารละลายน้ำ HCN 2.4 กรัม ในน้ำกลั่นจนได้สารละลายน้ำ  $300 \text{ cm}^3$  จงคำนวณหาความเข้มข้นของ  $\text{H}_3\text{O}^+$  ถ้า  $K_a = 6.8 \times 10^{-4}$  ( $H = 1, F = 19$ )

**คำชี้แจง** ให้นักเรียนทำกิจกรรมต่อไปนี้ คนละ 1 ข้อ โดยครูเป็นผู้แจกให้แต่ละคนคละตามเนื้อหาที่แตกต่างกันแต่ทุกกลุ่มจะถูกคละเนื้อหาที่เหมือนกันและให้นักเรียนแสดงวิธีทำอย่างละเอียดพร้อมคัดลอก 2 ชุด

15. สารละลายน้ำ  $\text{H}_2\text{S}$  2 กรัม ในน้ำกลั่นจนได้สารละลายน้ำ  $250 \text{ cm}^3$  จงคำนวณหาความเข้มข้นของ  $\text{H}_3\text{O}^+$  ถ้า  $K_a = 1.1 \times 10^{-7}$  ( $H = 1, S = 32$ )

**คำชี้แจง** ให้นักเรียนทำกิจกรรมต่อไปนี้ คนละ 1 ข้อ โดยครูเป็นผู้แจกให้แต่ละคนคละตามเนื้อหาที่แตกต่างกันแต่ทุกกลุ่มจะถูกคละเนื้อหาที่เหมือนกันและให้นักเรียนแสดงวิธีทำอย่างละเอียดพร้อมคัดลอก 2 ชุด

16. กรด  $\text{HCOOH}$  มีค่า  $K_s$  เท่ากับ  $= 1.8 \times 10^{-4} \text{ mol/dm}^3$  จงคำนวณหา  $[\text{H}_3\text{O}^+]$  ในสารละลายน้ำ 1  $\text{mol/dm}^3$  ที่ภาวะสมดุล

**คำชี้แจง** ให้นักเรียนทำกิจกรรมต่อไปนี้ คนละ 1 ข้อ โดยครูเป็นผู้แจกให้แต่ละคนคละตามเนื้อหาที่แตกต่างกันแต่ทุกกลุ่มจะถูกคละเนื้อหาที่เหมือนกันและให้นักเรียนแสดงวิธีทำอย่างละเอียดพร้อมคัดลอก 2 ชุด

17. กรด  $\text{CH}_3\text{COOH}$  มีค่า  $K_s$  เท่ากับ  $= 1.8 \times 10^{-5} \text{ mol/dm}^3$  จงคำนวณหา  $[\text{H}_3\text{O}^+]$  ในสารละลายน้ำ 1  $\text{mol/dm}^3$  ที่ภาวะสมดุล

**คำชี้แจง** ให้นักเรียนทำกิจกรรมต่อไปนี้ คนละ 1 ข้อ โดยครูเป็นผู้แจกให้แต่ละคนคละตามเนื้อหาที่แตกต่างกันแต่ทุกกลุ่มจะถูกคละเนื้อหาที่เหมือนกันและให้นักเรียนแสดงวิธีทำอย่างละเอียดพร้อมคัดลอก 2 ชุด

18. กรด  $\text{H}_2\text{CO}_3$  มีค่า  $K_s$  เท่ากับ  $= 4.4 \times 10^{-7} \text{ mol/dm}^3$  จงคำนวณหา  $[\text{H}_3\text{O}^+]$  ในสารละลายน้ำ 0.1  $\text{mol/dm}^3$  ที่ภาวะสมดุล

**คำชี้แจง** ให้นักเรียนทำกิจกรรมต่อไปนี้ คนละ 1 ข้อ โดยครูเป็นผู้แจกให้แต่ละคนคละตามเนื้อหาที่แตกต่างกันแต่ทุกกลุ่มจะถูกคละเนื้อหาที่เหมือนกันและให้นักเรียนแสดงวิธีทำอย่างละเอียดพร้อมคัดลอก 2 ชุด

19. กรด  $\text{HF}$  มีค่า  $K_s$  เท่ากับ  $= 6.8 \times 10^{-4} \text{ mol/dm}^3$  จงคำนวณหา  $[\text{H}_3\text{O}^+]$  ในสารละลายน้ำ 0.1  $\text{mol/dm}^3$  ที่ภาวะสมดุล

**คำชี้แจง** ให้นักเรียนทำกิจกรรมต่อไปนี้ คนละ 1 ข้อ โดยครูเป็นผู้แจกให้แต่ละคนคละตามเนื้อหาที่แตกต่างกันแต่ทุกกลุ่มจะถูกคละเนื้อหาที่เหมือนกันและให้นักเรียนแสดงวิธีทำอย่างละเอียดพร้อมคัดลอก 2 ชุด

20. กรด  $\text{HNO}_2$  มีค่า  $K_s$  เท่ากับ  $= 5.1 \times 10^{-4} \text{ mol/dm}^3$  จงคำนวณหา  $[\text{H}_3\text{O}^+]$  ในสารละลายน้ำ 0.05  $\text{mol/dm}^3$  ที่ภาวะสมดุล

**คำชี้แจง** ให้นักเรียนทำกิจกรรมต่อไปนี้ คนละ 1 ข้อ โดยครูเป็นผู้แจกให้แต่ละคนคละตามเนื้อหาที่แตกต่างกันแต่ทุกกลุ่มจะถูกคละเนื้อหาที่เหมือนกันและให้นักเรียนแสดงวิธีทำอย่างละเอียดพร้อมคัดลอก 2 ชุด

21. จงหารือขั้นตอนการแตกตัวของสารละลายกรดแอลูมิโนไฮดีคิล  $0.2 \text{ mol/dm}^3$  เมื่อเติมกรด HCl เข้มข้น  $0.1 \text{ mol/dm}^3$  ลงในสารละลายแอลูมิโนไฮดีคิล ( $K_a$  ของกรดแอลูมิโนไฮดีคิล =  $1.8 \times 10^{-5}$ )

**คำชี้แจง** ให้นักเรียนทำกิจกรรมต่อไปนี้ คนละ 1 ข้อ โดยครูเป็นผู้แจกให้แต่ละคนคละตามเนื้อหาที่แตกต่างกันแต่ทุกกลุ่มจะถูกคละเนื้อหาที่เหมือนกันและให้นักเรียนแสดงวิธีทำอย่างละเอียดพร้อมคัดลอก 2 ชุด

22. จงหารือขั้นตอนการแตกตัวของสารละลายกรดฟอร์มิก  $0.5 \text{ mol/dm}^3$  เมื่อเติมกรด HI เข้มข้น  $0.05 \text{ mol/dm}^3$  ลงในสารละลายกรดฟอร์มิก ( $K_a$  ของกรดฟอร์มิก =  $1.8 \times 10^{-4}$ )

**คำชี้แจง** ให้นักเรียนทำกิจกรรมต่อไปนี้ คนละ 1 ข้อ โดยครูเป็นผู้แจกให้แต่ละคนคละตามเนื้อหาที่แตกต่างกันแต่ทุกกลุ่มจะถูกคละเนื้อหาที่เหมือนกันและให้นักเรียนแสดงวิธีทำอย่างละเอียดพร้อมคัดลอก 2 ชุด

23. จงหารือขั้นตอนการแตกตัวของสารละลายกรดฟอร์มิก  $0.1 \text{ mol/dm}^3$  เมื่อเติมกรด HBr เข้มข้น  $0.1 \text{ mol/dm}^3$  ลงในสารละลายแอลูมิโนไฮดีคิล ( $K_a$  ของกรดแอลูมิโนไฮดีคิล =  $1.8 \times 10^{-5}$ )

**คำชี้แจง** ให้นักเรียนทำกิจกรรมต่อไปนี้ คนละ 1 ข้อ โดยครูเป็นผู้แจกให้แต่ละคนคละตามเนื้อหาที่แตกต่างกันแต่ทุกกลุ่มจะถูกคละเนื้อหาที่เหมือนกันและให้นักเรียนแสดงวิธีทำอย่างละเอียดพร้อมคัดลอก 2 ชุด

24. จงหารือขั้นตอนการแตกตัวของสารละลายกรดฟอร์มิก  $0.05 \text{ mol/dm}^3$  เมื่อเติมกรด HCl เข้มข้น  $0.1 \text{ mol/dm}^3$  ลงในสารละลายกรดแอลูมิโนไฮดีคิล ( $K_a$  ของกรดฟอร์มิก =  $1.8 \times 10^{-4}$ )

**คำชี้แจง** ให้นักเรียนทำกิจกรรมต่อไปนี้ คนละ 1 ข้อ โดยครูเป็นผู้แจกให้แต่ละคนคละตามเนื้อหาที่แตกต่างกันแต่ทุกกลุ่มจะถูกคละเนื้อหาที่เหมือนกันและให้นักเรียนแสดงวิธีทำอย่างละเอียดพร้อมคัดลอก 2 ชุด

25. จงหารือขั้นตอนการแตกตัวของสารละลายกรดคาร์บอนิก  $0.3 \text{ mol/dm}^3$  เมื่อเติมกรด HBr เข้มข้น  $0.2 \text{ mol/dm}^3$  ลงในสารละลายกรดคาร์บอนิก ( $K_a$  ของกรดคาร์บอนิก =  $4.4 \times 10^{-7}$ )

**คำชี้แจง** ให้นักเรียนทำกิจกรรมต่อไปนี้ คนละ 1 ข้อ โดยครูเป็นผู้แจกให้แต่ละคนคละตามเนื้อหาที่แตกต่างกันแต่ทุกกลุ่มจะถูกคละเนื้อหาที่เหมือนกันและให้นักเรียนแสดงวิธีทำอย่างละเอียดพร้อมคัดลอก 2 ชุด

26. เบสอ่อนชนิดหนึ่งเข้มข้น  $0.1 \text{ mol/dm}^3$  แตกตัว 10 % ถ้าสารละลายเบสอ่อนนี้เข้มข้น  $0.01 \text{ mol/dm}^3$  จะแตกตัวได้ร้อยละเท่าใด กำหนดให้เบสอ่อนนี้ 1 โมเลกุลแตกตัวให้ 1 ไอออน

**คำชี้แจง** ให้นักเรียนทำกิจกรรมต่อไปนี้ คนละ 1 ข้อ โดยครูเป็นผู้แจกให้แต่ละคนคละตามเนื้อหาที่แตกต่างกันแต่ทุกกลุ่มจะถูกคละเนื้อหาที่เหมือนกันและให้นักเรียนแสดงวิธีทำอย่างละเอียดพร้อมคัดลอก 2 ชุด

27. เบสอ่อนชนิดหนึ่งเข้มข้น  $0.2 \text{ mol/dm}^3$  แตกตัว 5 % ถ้าสารละลายเบสอ่อนนี้เข้มข้น  $0.1 \text{ mol/dm}^3$  จะแตกตัวได้ร้อยละเท่าใด กำหนดให้เบสอ่อนนี้ 1 โมเลกุลแตกตัวให้ 1 ไอออน

**คำชี้แจง** ให้นักเรียนทำกิจกรรมต่อไปนี้ คนละ 1 ข้อ โดยครูเป็นผู้แจกให้แต่ละคนคละตามเนื้อหาที่แตกต่างกันแต่ทุกกลุ่มจะถูกคละเนื้อหาที่เหมือนกันและให้นักเรียนแสดงวิธีทำอย่างละเอียดพร้อมคัดลอก 2 ชุด

28. เบสอ่อนชนิดหนึ่งเข้มข้น  $0.05 \text{ mol/dm}^3$  แตกตัว 5 % ถ้าสารละลายเบสอ่อนนี้เข้มข้น  $0.1 \text{ mol/dm}^3$  จะแตกตัวได้ร้อยละเท่าใด กำหนดให้เบสอ่อนนี้ 1 โมเลกุลแตกตัวให้ 1 ไอออน

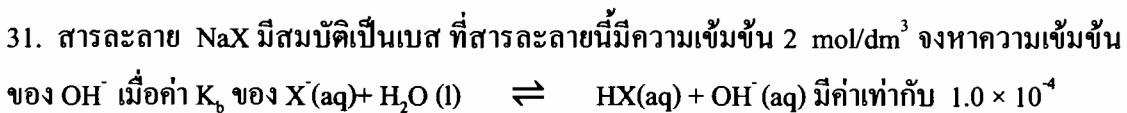
**คำชี้แจง** ให้นักเรียนทำกิจกรรมต่อไปนี้ คนละ 1 ข้อ โดยครูเป็นผู้แจกให้แต่ละคนคละตามเนื้อหาที่แตกต่างกันแต่ทุกกลุ่มจะถูกคละเนื้อหาที่เหมือนกันและให้นักเรียนแสดงวิธีทำอย่างละเอียดพร้อมคัดลอก 2 ชุด

29. เบสอ่อนชนิดหนึ่งเข้มข้น  $0.01 \text{ mol/dm}^3$  แตกตัว 10 % ถ้าสารละลายเบสอ่อนนี้เข้มข้น  $0.1 \text{ mol/dm}^3$  จะแตกตัวได้ร้อยละเท่าใด กำหนดให้เบสอ่อนนี้ 1 โมเลกุลแตกตัวให้ 1 ไอออน

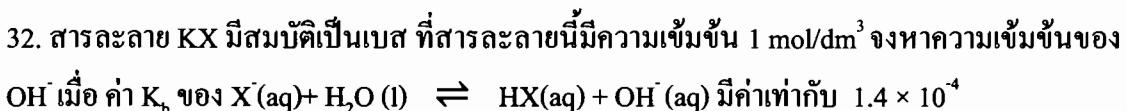
**คำชี้แจง** ให้นักเรียนทำกิจกรรมต่อไปนี้ คนละ 1 ข้อ โดยครูเป็นผู้แจกให้แต่ละคนคละตามเนื้อหาที่แตกต่างกันแต่ทุกกลุ่มจะถูกคละเนื้อหาที่เหมือนกันและให้นักเรียนแสดงวิธีทำอย่างละเอียดพร้อมคัดลอก 2 ชุด

30. สารละลายเบส  $\text{CH}_3\text{NH}_2$  เข้มข้น  $0.01 \text{ mol/dm}^3$  แตกตัว 10 % ถ้าสารละลายเบสอ่อนนี้เข้มข้น  $0.2 \text{ mol/dm}^3$  จะแตกตัวได้ร้อยละเท่าใด ตัวได้ร้อยละเท่าใด กำหนดให้เบสอ่อนนี้ 1 โมเลกุลแตกตัวให้ 1 ไอออน

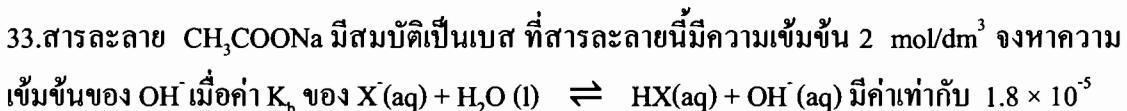
**คำชี้แจง** ให้นักเรียนทำกิจกรรมต่อไปนี้ คนละ 1 ข้อ โดยครูเป็นผู้แจกให้แต่ละคนคละตามเนื้อหาที่แตกต่างกันแต่ทุกกลุ่มจะถูกคละเนื้อหาที่เหมือนกันและให้นักเรียนแสดงวิธีทำอย่างละเอียดพร้อมคัดลอก 2 ชุด



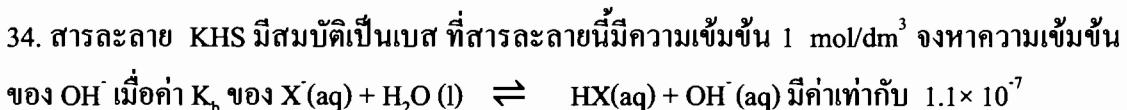
**คำชี้แจง** ให้นักเรียนทำกิจกรรมต่อไปนี้ คนละ 1 ข้อ โดยครูเป็นผู้แจกให้แต่ละคนคละตามเนื้อหาที่แตกต่างกันแต่ทุกกลุ่มจะถูกคละเนื้อหาที่เหมือนกันและให้นักเรียนแสดงวิธีทำอย่างละเอียดพร้อมก็คลอก 2 ชุด



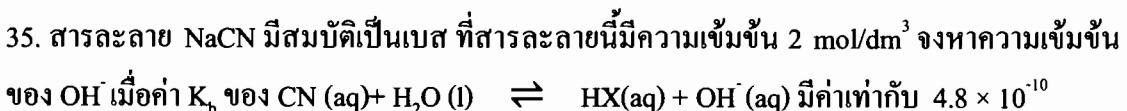
**คำชี้แจง** ให้นักเรียนทำกิจกรรมต่อไปนี้ คนละ 1 ข้อ โดยครูเป็นผู้แจกให้แต่ละคนคละตามเนื้อหาที่แตกต่างกันแต่ทุกกลุ่มจะถูกคละเนื้อหาที่เหมือนกันและให้นักเรียนแสดงวิธีทำอย่างละเอียดพร้อมก็คลอก 2 ชุด



**คำชี้แจง** ให้นักเรียนทำกิจกรรมต่อไปนี้ คนละ 1 ข้อ โดยครูเป็นผู้แจกให้แต่ละคนคละตามเนื้อหาที่แตกต่างกันแต่ทุกกลุ่มจะถูกคละเนื้อหาที่เหมือนกันและให้นักเรียนแสดงวิธีทำอย่างละเอียดพร้อมก็คลอก 2 ชุด



**คำชี้แจง** ให้นักเรียนทำกิจกรรมต่อไปนี้ คนละ 1 ข้อ โดยครูเป็นผู้แจกให้แต่ละคนคละตามเนื้อหาที่แตกต่างกันแต่ทุกกลุ่มจะถูกคละเนื้อหาที่เหมือนกันและให้นักเรียนแสดงวิธีทำอย่างละเอียดพร้อมก็คลอก 2 ชุด



**คำชี้แจง** ให้นักเรียนทำกิจกรรมต่อไปนี้ คนละ 1 ข้อ โดยครูเป็นผู้แจกให้แต่ละคนคละตามเนื้อหาที่แตกต่างกันแต่ทุกกลุ่มจะถูกคละเนื้อหาที่เหมือนกันและให้นักเรียนแสดงวิธีทำอย่างละเอียดพร้อมก็คลอก 2 ชุด

36. จงหาค่า  $K_a$  ของกรด HF ที่มีความเข้มข้น  $0.1 \text{ mol/dm}^3$  แตกตัว 10%

**คำชี้แจง** ให้นักเรียนทำกิจกรรมต่อไปนี้ คนละ 1 ข้อ โดยครูเป็นผู้แจกให้แต่ละคนคละตามเนื้อหาที่แตกต่างกันแต่ทุกกลุ่มจะถูกคละเนื้อหาที่เหมือนกันและให้นักเรียนแสดงวิธีทำอย่างละเอียดพร้อมคัดลอก 2 ชุด

37. จงหาค่า  $K_a$  ของกรด HCN ที่มีความเข้มข้น  $0.05 \text{ mol/dm}^3$  แตกตัว 15%

**คำชี้แจง** ให้นักเรียนทำกิจกรรมต่อไปนี้ คนละ 1 ข้อ โดยครูเป็นผู้แจกให้แต่ละคนคละตามเนื้อหาที่แตกต่างกันแต่ทุกกลุ่มจะถูกคละเนื้อหาที่เหมือนกันและให้นักเรียนแสดงวิธีทำอย่างละเอียดพร้อมคัดลอก 2 ชุด

38. จงหาค่า  $K_a$  ของกรด  $\text{H}_2\text{CO}_3$  ที่มีความเข้มข้น  $0.2 \text{ mol/dm}^3$  แตกตัว 5%

**คำชี้แจง** ให้นักเรียนทำกิจกรรมต่อไปนี้ คนละ 1 ข้อ โดยครูเป็นผู้แจกให้แต่ละคนคละตามเนื้อหาที่แตกต่างกันแต่ทุกกลุ่มจะถูกคละเนื้อหาที่เหมือนกันและให้นักเรียนแสดงวิธีทำอย่างละเอียดพร้อมคัดลอก 2 ชุด

39. จงหาค่า  $K_a$  ของกรด  $\text{H}_3\text{PO}_4$  ที่มีความเข้มข้น  $0.01 \text{ mol/dm}^3$  แตกตัว 9%

**คำชี้แจง** ให้นักเรียนทำกิจกรรมต่อไปนี้ คนละ 1 ข้อ โดยครูเป็นผู้แจกให้แต่ละคนคละตามเนื้อหาที่แตกต่างกันแต่ทุกกลุ่มจะถูกคละเนื้อหาที่เหมือนกันและให้นักเรียนแสดงวิธีทำอย่างละเอียดพร้อมคัดลอก 2 ชุด

40. จงหาค่า  $K_a$  ของกรด  $\text{HNO}_2$  ที่มีความเข้มข้น  $0.1 \text{ mol/dm}^3$  แตกตัว 9%

**คำชี้แจง** ให้นักเรียนทำกิจกรรมต่อไปนี้ คนละ 1 ข้อ โดยครูเป็นผู้แจกให้แต่ละคนคละตามเนื้อหาที่แตกต่างกันแต่ทุกกลุ่มจะถูกคละเนื้อหาที่เหมือนกันและให้นักเรียนแสดงวิธีทำอย่างละเอียดพร้อมคัดลอก 2 ชุด

41. สารละลายน้ำ CH<sub>3</sub>COOH 1.8 กรัม ละลายน้ำในปริมาตร  $300 \text{ cm}^3$  จงหา  $[\text{H}_3\text{O}^+]$  เมื่อ  $K_a$  ของ  $\text{CH}_3\text{COOH} = 1.8 \times 10^{-5}$  ( $\text{H} = 1, \text{C} = 12, \text{O} = 16$ )

**คำชี้แจง** ให้นักเรียนทำกิจกรรมต่อไปนี้ คนละ 1 ข้อ โดยครูเป็นผู้แจกให้แต่ละคนคละตามเนื้อหาที่แตกต่างกันแต่ทุกกลุ่มจะถูกคละเนื้อหาที่เหมือนกันและให้นักเรียนแสดงวิธีทำอย่างละเอียดพร้อมคัดลอก 2 ชุด

42. สารละลายน้ำ HCOOH 2.3 กรัม ละลายน้ำจานมีปริมาตร  $300 \text{ cm}^3$  จงหา  $[\text{H}_3\text{O}^+]$  เมื่อ  $K_a$  ของ  $\text{CH}_3\text{COOH} = 1.8 \times 10^{-5}$  ( $\text{H} = 1$ ,  $\text{C} = 12$ ,  $\text{O} = 16$ )

**คำชี้แจง** ให้นักเรียนทำกิจกรรมต่อไปนี้ คนละ 1 ข้อ โดยครูเป็นผู้แจกให้แต่ละคนคละตามเนื้อหาที่แตกต่างกันแต่ทุกกลุ่มจะถูกคละเนื้อหาที่เหมือนกันและให้นักเรียนแสดงวิธีทำอย่างละเอียดพร้อมคัดลอก 2 ชุด

43. สารละลายน้ำ  $\text{H}_2\text{S}$  มี  $\text{H}_2\text{S}$  1.7 กรัม ละลายน้ำจานมีปริมาตร  $500 \text{ cm}^3$  จงหา  $[\text{H}_3\text{O}^+]$  เมื่อ  $K_a$  ของ  $\text{CH}_3\text{COOH} = 1.1 \times 10^{-7}$  ( $\text{H} = 1$ ,  $\text{S} = 32$ )

**คำชี้แจง** ให้นักเรียนทำกิจกรรมต่อไปนี้ คนละ 1 ข้อ โดยครูเป็นผู้แจกให้แต่ละคนคละตามเนื้อหาที่แตกต่างกันแต่ทุกกลุ่มจะถูกคละเนื้อหาที่เหมือนกันและให้นักเรียนแสดงวิธีทำอย่างละเอียดพร้อมคัดลอก 2 ชุด

44. สารละลายน้ำ  $\text{H}_2\text{CO}_3$  มี  $\text{H}_2\text{CO}_3$  3.1 กรัม ละลายน้ำจานมีปริมาตร  $600 \text{ cm}^3$  จงหา  $[\text{H}_3\text{O}^+]$  เมื่อ  $K_a$  ของ  $\text{H}_2\text{CO}_3 = 4.4 \times 10^{-7}$  ( $\text{H} = 1$ ,  $\text{C} = 12$ ,  $\text{O} = 16$ )

**คำชี้แจง** ให้นักเรียนทำกิจกรรมต่อไปนี้ คนละ 1 ข้อ โดยครูเป็นผู้แจกให้แต่ละคนคละตามเนื้อหาที่แตกต่างกันแต่ทุกกลุ่มจะถูกคละเนื้อหาที่เหมือนกันและให้นักเรียนแสดงวิธีทำอย่างละเอียดพร้อมคัดลอก 2 ชุด

45. สารละลายน้ำ  $\text{HCN}$  1.35 กรัม ละลายน้ำจานมีปริมาตร  $400 \text{ cm}^3$  จงหา  $[\text{H}_3\text{O}^+]$  เมื่อ  $K_a$  ของ  $\text{CH}_3\text{COOH} = 4.8 \times 10^{-5}$  ( $\text{H} = 1$ ,  $\text{C} = 12$ ,  $\text{N} = 14$ )

**คำชี้แจง** ให้นักเรียนทำกิจกรรมต่อไปนี้ คนละ 1 ข้อ โดยครูเป็นผู้แจกให้แต่ละคนคละตามเนื้อหาที่แตกต่างกันแต่ทุกกลุ่มจะถูกคละเนื้อหาที่เหมือนกันและให้นักเรียนแสดงวิธีทำอย่างละเอียดพร้อมคัดลอก 2 ชุด

46. สารละลายน้ำ  $\text{NH}_3$  20% โดยปริมาตรจำนวน  $20 \text{ cm}^3$  เมื่อผสมน้ำ  $380 \text{ cm}^3 [\text{OH}^-]$  ที่  $\text{mol/dm}^3$  (ความหนาแน่นของ  $\text{NH}_3 0.68 \text{ g/cm}^3$  ค่า  $K_b$  ของการละลาย  $\text{NH}_3 = 1.8 \times 10^{-5}$ )

**คำชี้แจง** ให้นักเรียนทำกิจกรรมต่อไปนี้ คนละ 1 ข้อ โดยครูเป็นผู้แจกให้แต่ละคนคละตามเนื้อหาที่แตกต่างกันแต่ทุกกลุ่มจะถูกคละเนื้อหาที่เหมือนกันและให้นักเรียนแสดงวิธีทำอย่างละเอียดพร้อมคัดลอก 2 ชุด

47. สารละลายน้ำ  $\text{NH}_3$  25% โดยปริมาตรจำนวน  $40 \text{ cm}^3$  เมื่อผสมน้ำ  $360 \text{ cm}^3 [\text{OH}^-]$  กิ่ง  $\text{mol}/\text{dm}^3$   
 (ความหนาแน่นของ  $\text{NH}_3 0.68 \text{ g}/\text{cm}^3$  ค่า  $K_a$  ของการละลาย  $\text{NH}_3 = 1.8 \times 10^{-5}$ )

คำชี้แจง ให้นักเรียนทำกิจกรรมคือไปนี่ คนละ 1 ข้อ โดยครูเป็นผู้แจกให้แต่ละคนคละตามเนื้อหาที่แตกต่างกันแต่ทุกกลุ่มจะถูกคละเนื้อหาที่เหมือนกันและให้นักเรียนแสดงวิธีทำอย่างละเอียดพร้อมคัดลอก 2 ชุด

48. สารละลายน้ำ  $\text{CH}_3\text{COOH}$  20% โดยปริมาตรจำนวน  $20 \text{ cm}^3$  เมื่อผสมน้ำ  $380 \text{ cm}^3 [\text{OH}^-]$  กิ่ง  $\text{mol}/\text{dm}^3$   
 (ความหนาแน่นของ  $\text{CH}_3\text{COOH} 0.8 \text{ g}/\text{cm}^3$  ค่า  $K_a$  ของการละลาย  $\text{CH}_3\text{COOH} = 1.8 \times 10^{-5}$ )

ใบกิจกรรมที่ 2.2

**เรื่อง การแตกตัวของกรดอ่อน และเบสอ่อน (งานกลุ่ม)**

**คำชี้แจง** ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันทำกิจกรรมที่กำหนดให้ต่อไปนี้

1. กรดโอมโน โปรติกนิดหนึ่งเข้มข้น  $0.1 \text{ mol/dm}^3$  จำนวน  $100 \text{ cm}^3$  แตกตัวได้  $5\%$  กรดนี้มีค่า  $K_a$  เท่าใด
2. สารละลายน้ำกรดอ่อน  $\text{HA}$  เข้มข้น  $0.04 \text{ M}$  (ค่า  $K_a = 1.6 \times 10^{-5}$ ) จะมี  $[\text{OH}^-]$  เท่าใด
3. สารละลายน้ำโซเดียม酇อโนนัต  $\text{CH}_3\text{COONa}$  เข้มข้น  $0.1 \text{ mol/dm}^3$  แตกตัวได้  $[\text{OH}^-] = 0.05 \text{ mol/dm}^3$  จงหาค่า  $K_b$  ของ  $\text{CH}_3\text{COO}^-$
4. สารละลายน้ำกรด  $\text{HCN}$  มีค่า  $K_a = 4.9 \times 10^{-10}$  มา  $5.4 \text{ กรัม}$  เติมน้ำจืดให้สารละลายน้ำมีปริมาตร  $2 \text{ ลิตร}$  จงหาว่ากรดนี้แตกตัวได้ร้อยละเท่าใด ( $\text{H} = 1, \text{C} = 12, \text{N} = 14$ )

### ภาคผนวก ข

แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง กรดและเบส

รายวิชาเคมี 4 รหัสวิชา ว 30224 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5	แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน	เวลา 1 ชั่วโมง 30 นาที โรงเรียนเบญจมบพิมหาราช ผู้สอน นางสาวทรอตัน พนัส
--	-------------------------------	--

1. สารละลายนครคไฮโคลโรบอริก ( $\text{HBr}$ ) เข้มข้น  $0.1 \text{ mol/dm}^3$  จำนวน  $200 \text{ cm}^3$  มีไฮโคลโรเนียมไฮอ่อน ( $\text{H}_3\text{O}^+$ ) และโนร์ไนด์ไฮอ่อน ( $\text{Br}^-$ ) อย่างละกี่โมล และมีโนร์ไนด์ไฮอ่อนทั้งหมดกี่ไฮอ่อน
- ก.  $0.1, 0.1, 6.02 \times 10^{22}$       ข.  $0.01, 0.01, 1.204 \times 10^{22}$   
 ค.  $0.02, 0.02, 6.02 \times 10^{22}$       ง.  $0.02, 0.02, 1.204 \times 10^{22}$
2. นำกรดไฮโคลอติก ( $\text{HCl}$ )  $0.2$  โมล ละลายในน้ำจันสารละลายนีปริมาตร  $250 \text{ cm}^3$  ความเข้มข้นของไฮโคลโรเนียมไฮอ่อน ( $\text{H}_3\text{O}^+$ ) เป็นกี่  $\text{mol/dm}^3$
- ก.  $0.8$       ข.  $0.4$   
 ค.  $0.2$       ง.  $0.04$
3. นำ  $\text{KOH}$  จำนวน  $12$  กรัม ละลายในน้ำจันมีปริมาตร  $300 \text{ cm}^3$  สารละลายนี้ได้มีความเข้มข้นเท่าใด และเมื่อเติมน้ำลงไปอีก  $100 \text{ cm}^3$  สารละลายนี้ได้มีไฮโคลอตไฮด์ไฮอ่อน ( $\text{OH}^-$ ) เข้มข้นกี่  $\text{mol/dm}^3$  (กำหนด  $K = 39, O = 16, H = 1$ )
- ก.  $0.7, 0.45$       ข.  $0.7, 0.525$   
 ค.  $0.8, 0.45$       ง.  $0.8, 0.525$
4. สารละลายน้ำมัน Mg(OH)<sub>2</sub> จำนวน  $300 \text{ cm}^3$  มี  $\text{OH}^- 0.5 \text{ mol}$  เมื่อนำมาเติมน้ำลงไปอีก  $200 \text{ cm}^3$  สารละลายน้ำมัน Mg(OH)<sub>2</sub> ที่ได้ใหม่มีความเข้มข้นกี่  $\text{mol/dm}^3$
- ก.  $0.1$       ข.  $0.25$   
 ค.  $0.5$       ง.  $1$
5. สารละลายน้ำมัน HCl  $250 \text{ cm}^3$  มี  $\text{H}_3\text{O}^+ 0.05 \text{ mol}$  สารละลายน้ำมัน HCl เข้มข้นเท่าใดถ้าเติมน้ำมัน HCl ลงไปอีก  $0.2 \text{ mol}$  โดยที่สารละลายนีปริมาตรคงเดิม สารละลายนี้ได้ใหม่มีความเข้มข้นเท่าใด
- ก.  $0.05 \text{ mol/dm}^3, 0.5 \text{ mol/dm}^3$       ข.  $0.1 \text{ mol/dm}^3, 0.5 \text{ mol/dm}^3$   
 ค.  $0.15 \text{ mol/dm}^3, 1 \text{ mol/dm}^3$       ง.  $0.2 \text{ mol/dm}^3, 1 \text{ mol/dm}^3$

6. ในน้ำปูนใส่มี  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  ละลายน้อย  $5.1 \times 10^{-2}$  g/100 cm<sup>3</sup> ถ้า  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  เป็นแบบแก่ความเข้มข้นของ  $\text{OH}^-$  ในสารละลายนี้เป็นกี่ mol/dm<sup>3</sup> ( $\text{Ca} = 40$ ,  $\text{O} = 16$ ,  $\text{H} = 1$ )

  - ก.  $3.9 \times 10^{-3}$
  - ข.  $7.8 \times 10^{-3}$
  - ค.  $1.2 \times 10^{-2}$
  - ง.  $1.4 \times 10^{-2}$

7. เมื่อผสมสารละลายน้ำ  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  เข้มข้น  $0.03 \text{ mol/dm}^3$  จำนวน  $25 \text{ cm}^3$  กับสารละลายน้ำ  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  เข้มข้น  $0.056 \text{ mol/dm}^3$  จำนวน  $50 \text{ cm}^3$  แล้วเดินนำ้งน้ำ  $150 \text{ cm}^3$  จงคำนวณหาความเข้มข้นของ  $\text{Ba}^{2+}$  และ  $\text{OH}^-$  ตามลำดับ กำหนดให้  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  แตกตัวได้  $100\%$

  - ก.  $0.02 \text{ mol/dm}^3$ ,  $0.02 \text{ mol/dm}^3$
  - ข.  $0.02 \text{ mol/dm}^3$ ,  $0.04 \text{ mol/dm}^3$
  - ค.  $0.2 \text{ mol/dm}^3$ ,  $0.2 \text{ mol/dm}^3$
  - ง.  $0.2 \text{ mol/dm}^3$ ,  $0.4 \text{ mol/dm}^3$

8. ผสมสารละลายน้ำ  $\text{HNO}_3$   $0.1 \text{ mol/dm}^3$  จำนวน  $100 \text{ cm}^3$  กับสารละลายน้ำ  $\text{HCl}$   $0.2 \text{ mol/dm}^3$  จำนวน  $400 \text{ cm}^3$  จะได้สารละลายน้ำที่มีไฮโอนชัตนิคใดบ้างและเข้มข้นเท่าใด

  - ก.  $\text{H}_3\text{O}^+ = 0.18 \text{ mol/dm}^3$ ,  $\text{NO}_3^- = 0.02 \text{ mol/dm}^3$ ,  $\text{Cl}^- = 0.16 \text{ mol/dm}^3$
  - ข.  $\text{H}_3\text{O}^+ = 0.18 \text{ mol/dm}^3$ ,  $\text{NO}_3^- = 0.01 \text{ mol/dm}^3$ ,  $\text{Cl}^- = 0.16 \text{ mol/dm}^3$
  - ค.  $\text{H}_3\text{O}^+ = 0.02 \text{ mol/dm}^3$ ,  $\text{NO}_3^- = 0.16 \text{ mol/dm}^3$ ,  $\text{Cl}^- = 0.02 \text{ mol/dm}^3$
  - ง.  $\text{H}_3\text{O}^+ = 0.16 \text{ mol/dm}^3$ ,  $\text{NO}_3^- = 0.18 \text{ mol/dm}^3$ ,  $\text{Cl}^- = 0.16 \text{ mol/dm}^3$

9. สารละลายน้ำ  $\text{NaOH}$  เข้มข้น  $0.1 \text{ mol/dm}^3$  จำนวน  $200 \text{ cm}^3$  มี  $\text{OH}^-$  กี่โมลและถ้าเติมน้ำอีก  $300 \text{ cm}^3$  ความเข้มข้นของ  $\text{OH}^-$  จะเป็นเท่าใด

  - ก.  $0.01 \text{ mol/dm}^3$ ,  $0.02 \text{ mol/dm}^3$
  - ข.  $0.02 \text{ mol/dm}^3$ ,  $0.04 \text{ mol/dm}^3$
  - ค.  $0.02 \text{ mol/dm}^3$ ,  $0.08 \text{ mol/dm}^3$
  - ง.  $0.1 \text{ mol/dm}^3$ ,  $0.04 \text{ mol/dm}^3$

10. สารละลายน้ำ  $\text{HA}$   $0.1 \text{ mol/l}$  มีค่า  $K_a = 4.8 \times 10^{-10}$  มี  $\text{H}_3\text{O}^+$  เข้มข้นกี่โมล/ลิตร

  - ก.  $3.2 \times 10^{-6}$
  - ข.  $3.2 \times 10^{-5}$
  - ค.  $6.9 \times 10^{-6}$
  - ง.  $6.9 \times 10^{-5}$

11. ค่า  $K_a$  ของกรด  $\text{HB}$  เท่ากับ  $1.6 \times 10^{-2}$  ในสารละลายน้ำ  $0.1 \text{ mol/dm}^3$  มี  $\text{B}^-$  กี่ mol/dm<sup>3</sup>

  - ก.  $2 \times 10^{-4}$
  - ข.  $2 \times 10^{-2}$
  - ค.  $4 \times 10^{-4}$
  - ง.  $4 \times 10^{-2}$

12. สารละลายน้ำ HCN 1.08 กรัม ในน้ำกลั่นจนได้สารละลายน้ำ 450 cm<sup>3</sup> จงคำนวณหาความเข้มข้นของ  $\text{H}_3\text{O}^+$  ถ้า  $K_a = 4.8 \times 10^{-10}$  ( $\text{H} = 1, \text{C} = 12, \text{N} = 14$ )
- ก.  $6.6 \times 10^{-6} \text{ mol/dm}^3$       ข.  $6.6 \times 10^{-5} \text{ mol/dm}^3$   
 ค.  $3.3 \times 10^{-6} \text{ mol/dm}^3$       ด.  $3.3 \times 10^{-5} \text{ mol/dm}^3$
13. กรด HCOOH มีค่า  $K_a$  เท่ากับ  $= 1.8 \times 10^{-4} \text{ mol/dm}^3$  จงคำนวณหา  $[\text{H}_3\text{O}^+]$  ในสารละลายน้ำ 1 mol/dm<sup>3</sup> ที่ภาวะสมดุล
- ก.  $1.8 \times 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$       ข.  $1.34 \times 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$   
 ค.  $1.34 \times 10^{-2} \text{ mol/dm}^3$       ด.  $1.8 \times 10^{-2} \text{ mol/dm}^3$
14. จงหารือบลละของการแตกตัวของสารละลายกรดแอกซิติก 0.2 mol/dm<sup>3</sup> กำหนดค่า  $K_a$  ของกรดแอกซิติก  $= 1.8 \times 10^{-5}$
- ก. 0.95 %      ข. 1.35 %  
 ค. 2.15 %      ด. 3.05 %
15. เบสอ่อนชันนิคหนึ่งเข้มข้น 0.1 mol/dm<sup>3</sup> แตกตัว 10 % ถ้าสารละลายเบสอ่อนนี้เข้มข้น 0.01 mol/dm<sup>3</sup> จะแตกตัวได้ร้อยละเท่าใด กำหนดให้เบสอ่อนนี้ 1 โมเลกุลแตกตัวให้ 1 ไอออน
- ก. 3.16 %      ข. 31.6 %  
 ค. 4.16 %      ด. 4.36 %
16. สารละลาย NaX มีสมบัติเป็นเบส ที่สารละลายนี้มีความเข้มข้น 2 mol/dm<sup>3</sup> จงหาความเข้มข้นของ  $\text{OH}^-$  เมื่อค่า  $K_b$  ของ  $\text{X}^-(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{HX}(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq})$  มีค่าเท่ากับ  $1.0 \times 10^{-4}$
- ก. 0.014 mol/dm<sup>3</sup>      ข. 0.14 mol/dm<sup>3</sup>  
 ค. 0.04 mol/dm<sup>3</sup>      ด. 0.4 mol/dm<sup>3</sup>
17. จงหาค่า  $K_a$  ของกรด HF ที่มีความเข้มข้น 0.1 mol/dm<sup>3</sup> แตกตัว 10%
- ก.  $10^{-1}$       ข.  $10^{-2}$   
 ค.  $10^{-3}$       ด.  $10^{-4}$

18. สารละลายน้ำจิ้นมีปริมาตร  $300 \text{ cm}^3$  จงหา  $[\text{H}_3\text{O}^+]$  เมื่อ  $K_a$  ของ  $\text{CH}_3\text{COOH} = 1.8 \times 10^{-5}$  ( $\text{H} = 1$ ,  $\text{C} = 12$ ,  $\text{O} = 16$ )

- |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|
| ก. $1.12 \times 10^{-2}$ | ข. $1.12 \times 10^{-3}$ |
| ค. $1.34 \times 10^{-2}$ | ด. $1.34 \times 10^{-3}$ |

19. เมื่อนำ KOH 0.01 mol ละลายน้ำบริสุทธิ์  $1 \text{ dm}^3$  จงคำนวณหา  $[\text{OH}^-]$  และ  $[\text{H}_3\text{O}^+]$

- |  |
|--|
| ก. $[\text{OH}^-] = 10^{-12} \text{ mol/dm}^3$ , $[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-2} \text{ mol/dm}^3$ |
| ข. $[\text{OH}^-] = 10^{-1} \text{ mol/dm}^3$ , $[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-13} \text{ mol/dm}^3$ |
| ค. $[\text{OH}^-] = 10^{-2} \text{ mol/dm}^3$ , $[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-12} \text{ mol/dm}^3$ |
| ด. $[\text{OH}^-] = 10^{-1} \text{ mol/dm}^3$ , $[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-13} \text{ mol/dm}^3$ |

20. ละลายน้ำ  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  2.9 g ในน้ำเป็นสารละลายน้ำ  $100 \text{ cm}^3$  จงหา  $[\text{H}_3\text{O}^+]$  ( $\text{Mg} = 24$ ,  $\text{O} = 16$ ,  $\text{H} = 1$ )

- |   |   |
|---|---|
| ก. $10^{-14} \text{ mol/dm}^3$            | ข. $10^{-13} \text{ mol/dm}^3$          |
| ค. $0.5 \times 10^{-13} \text{ mol/dm}^3$ | ด. $2 \times 10^{-13} \text{ mol/dm}^3$ |

21. สารละลายน้ำ NaOH เข้มข้น  $0.05 \text{ mol/dm}^3$  จะมี pH เท่าใด ( $\log 2 = 0.3010$ )

- |         |         |
|---------|---------|
| ก. 1.3  | ข. 11.7 |
| ค. 12.7 | ด. 13   |

22. จงหา pH สารละลายน้ำ  $\text{CH}_3\text{COOH}$  เข้มข้น  $0.01 \text{ mol/dm}^3$  กำหนด  $K_a$  ของกรด  $\text{CH}_3\text{COOH} = 1.75 \times 10^{-5}$  ( $\log 2.74 = 0.44$ )

- |         |         |
|---------|---------|
| ก. 3.25 | ข. 3.56 |
| ค. 4.25 | ด. 4.56 |

23. จงหา pH สารละลายน้ำ  $\text{H}_2\text{SO}_4$  เข้มข้น  $0.005 \text{ mol/dm}^3$  จำนวน  $300 \text{ cm}^3$

- |        |      |
|--------|------|
| ก. 0.5 | ข. 1 |
| ค. 1.5 | ด. 2 |

24. สารละลายน้ำ HCl มี pH = 1 จำนวน  $10 \text{ cm}^3$  เติมน้ำเป็นสารละลาย  $500 \text{ cm}^3$  จงหา pH ของสารละลายน้ำ

- |        |        |
|--------|--------|
| ก. 1.3 | ข. 2.7 |
| ค. 3.3 | จ. 4.7 |

25. สารละลายน้ำ NaOH มี pH = 10 จำนวน  $10 \text{ cm}^3$  เติมน้ำเป็นสารละลาย  $250 \text{ cm}^3$  จงหา pH ของสารละลายน้ำ

- |        |        |
|--------|--------|
| ก. 5.4 | ข. 6.2 |
| ค. 8.6 | จ. 9.4 |

26. สารละลายกรด HCl มี pH = 2 จะต้องใช้สารละลายน้ำมี pH = 3 ผสมกับน้ำแล้วทำให้ปริมาตรของสารละลายน้ำเป็น  $250 \text{ cm}^3$  แล้วสารละลายน้ำมี pH = 3

- |       |       |
|-------|-------|
| ก. 5  | ข. 10 |
| ค. 20 | จ. 25 |

27. ให้พิจารณาข้อมูลต่อไปนี้

อินดิเคเตอร์	ช่วง pH ที่เปลี่ยน	สีที่เปลี่ยน
A	6.2 – 8.2	ส้ม – ม่วง
B	3.2 – 6.6	เหลือง – แดง
C	8.2 – 10.3	ส้ม – ม่วง

เมื่อทดสอบความเป็นกรดเบสของสารละลายนิดหนึ่ง ด้วยอินดิเคเตอร์ C ปรากฏว่าอินดิเคเตอร์ C มีสีสันในสารละลาย ดังนั้นสารละลายที่ใช้นั้นจะมีสมบัติอย่างไร

- |                        |                  |
|------------------------|------------------|
| ก. เปبس                | ข. กรด           |
| ค. อาจเป็นกลางหรือเปبس | จ. ยังสรุปไม่ได้ |

28. สารละลายนี้มีความเข้มข้นของ  $\text{H}_3\text{O}^+ = 1.0 \times 10^{-6}$  โนมล/ลิตร เมื่อนำมาทดสอบด้วยอินดิเคเตอร์ A, B และ C จะให้สีตามข้อใด

อินดิเคเตอร์			
สีที่เปลี่ยน			
	A	B	C
ก	ส้ม	เหลือง	ส้ม
ข	ส้ม	แดง	ส้ม
ค	ส้ม	ส้ม	ส้ม
ง	ส้มม่วง	แดง	ส้ม

29. จงพิจารณาข้อมูลต่อไปนี้

อินดิเคเตอร์	ช่วง pH	เปลี่ยนสี	สารละลายน์ x	สารละลายน์ y
A	3.1 – 4.4	แดง – เหลือง	เหลือง	แดง
B	4.4 – 6.8	แดง – เหลือง	ส้มเหลือง	แดง
C	8.5 – 10.0	ไม่มีสี – สีชมพูแก่	ไม่มีสี	ไม่มีสี
D	6.0 – 7.6	เหลือง – น้ำเงิน	เหลือง	เหลือง

สารละลายน์ x และ y มีช่วง pH เท่าใด ตามลำดับ

- ก. 3.1 – 4.4 และ 3.1 – 4.4
- ข. มากกว่า 4.4 และน้อยกว่า 3.3
- ค. 4.4 – 6.0 และน้อยกว่า 3.1
- ง. 4.4 – 6.2 และน้อยกว่า 4.4

30.

อินดิเคเตอร์	ช่วง pH ที่เปลี่ยน	สีที่เปลี่ยน
A	3 – 4	แดงเป็นเหลือง
B	6 – 7	เหลืองเป็นน้ำเงิน
C	8 – 9	แดงเป็นไม่มีสี
D	9 – 10	แดงเป็นน้ำเงิน

นำอาอินดิเกตอร์ A, B, C และ D มาผสมกันแล้วหยดอินดิเกตอร์ผสมนี้ลงไปในสารละลายน  $\text{HNO}_3$  เช่นขึ้น  $1.0 \times 10^{-5}$  มอล/ลิตร สารละลายนจะมีสีใด

ก. เขียว

ก. ส้ม

ข. เหลือง

ง. น้ำเงิน

**เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน – หลังเรียน**

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

### ภาคผนวก ค

แบบสอบถามเรื่องการจัดการเรียนรู้ที่ไฟว์กระดาย เรื่อง กรดและเบส

แบบสอบถามการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ฟ์กระดายของนักเรียนที่เรียนวิชาเคมีเรื่องกรด-เบส

ตอนที่ 1 งาเเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องหมายเลข 1-5 โดย

ระดับ 5 หมายถึง ความพึงพอใจระดับมากที่สุด

ระดับ 4 หมายถึง ความพึงพอใจระดับมาก

ระดับ 3 หมายถึง ความพึงพอใจระดับปานกลาง

ระดับ 2 หมายถึง ความพึงพอใจระดับน้อย

ระดับ 1 หมายถึง ความพึงพอใจระดับน้อยที่สุด

รายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ				
	5	4	3	2	1
1. กิจกรรมนี้ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้และเข้าใจในวิชาที่สอน					
2. กิจกรรมนี้เสริมสร้างให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง					
3. กิจกรรมนี้ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ด้วยคุณธรรมและจริยธรรม					
4. กิจกรรมนี้กระตุ้นให้นักเรียนสนใจเรียนรู้มากขึ้น					
5. กิจกรรมนี้สอดคล้องกับศักยภาพของนักเรียน					
6. ครูใช้สื่อการสอนและอุปกรณ์ประกอบการสอนที่เหมาะสม					
7. กิจกรรมนี้ส่งเสริมให้นักเรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง					
8. กิจกรรมนี้เน้นให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการทำงานเป็นกลุ่ม					
9. เวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมนี้เหมาะสม					
10. นักเรียนเอาใจใส่ต่อการจัดกิจกรรม					
11. การวัดและประเมินผลของครูสะท้อนความสามารถ ของนักเรียนตามสภาพจริง					
12. กิจกรรมนี้ฝึกให้นักเรียนได้ลงมือทำจริง					
13. เนื้อหาสาระที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้เป็นไปตามหลักสูตร ที่กำหนด					

**ตอนที่ 2 จงเรียงลำดับโดยใส่หมายเลขหน้าข้อความต่อไปนี้**

(4 = มากที่สุด, 3 = มาก, 2 = น้อย, 1 = น้อยที่สุด)

**กิจกรรมใดที่นักเรียน ชอบ ที่สุด**

- ..... ทำแบบฝึกหัดในห้องเรียนที่ครูมอบหมายให้
- ..... ให้คะแนนและเหตุผลสนับสนุนงานของเพื่อน
- ..... ให้คะแนนและเหตุผลสนับสนุนกับข้อเสนอแนะที่เพื่อนให้
- ..... ทำแบบฝึกหัดเป็นกลุ่ม

**กิจกรรมที่ทำให้นักเรียน เข้าใจเนื้อหา เรื่อง กรด – เบสมากที่สุด**

- ..... ทำแบบฝึกหัดในห้องเรียนที่ครูมอบหมายให้
- ..... ให้คะแนนและเหตุผลสนับสนุนงานของเพื่อน
- ..... ให้คะแนนและเหตุผลสนับสนุนกับข้อเสนอแนะที่เพื่อนให้
- ..... ทำแบบฝึกหัดเป็นกลุ่ม

**ตอนที่ 3 จงเขียนข้อเสนอแนะในประเด็นต่อไปนี้**

**1. สิ่งที่นักเรียนชอบในการจัดการเรียนรู้ที่ไฟว์กระดายเรื่อง กรด – เบส**

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

**2. สิ่งที่ควรปรับปรุงในการจัดการเรียนรู้ที่ไฟว์กระดายเรื่อง กรด – เบส**

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

#### ภาคผนวก ง

ภาพกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ที่ไฟว์กระดาย เรื่อง กรดและเบส



ภาพที่ ง.1 การจัดที่นั่งของการจัดการเรียนรู้ทีไฟว์กระดาย



ภาพที่ ง.2 นักเรียนตรวจงานที่ 1 ของเพื่อน (งานที่ 2)



ภาพที่ ๑.๓ ตัวแทนนักเรียนเคลียแบบฝึกหัดหลังงานที่ 4

## ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ	นางสันทรายศน์ มนัส
ประวัติการศึกษา	วิทยาลัยครุอุบลราชธานี, พ.ศ. 2523 ครุศาสตรบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ทั่วไป) พ.ศ. 2525-ปัจจุบัน
ประวัติการทำงาน	โรงเรียนเบญจจะมะมหาราช อำเภอเมือง จังหวัดอุบลราชธานี พ.ศ. 2523-2525
ตำแหน่งและสถานที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนพินิจมังสาหาร อำเภอพินิจมังสาหาร จังหวัดอุบลราชธานี ครุชำนาญการพิเศษ โทรศัพท์ 08 1760 9101 อีเมล์ Toobs@hotmail.co.th

