

การพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส  
สำหรับนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์



เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา  
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาเคมี  
สิงหาคม 2560

การพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส  
สำหรับนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์



ปริญญานิพนธ์  
ของ  
วรัทยา มณีรัตน์

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา  
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาเคมี

สิงหาคม 2560

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

การพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส  
สำหรับนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์



เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา  
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาเคมี  
สิงหาคม 2560

วรทัยา มณีรัตน์. (2560). การพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส สำหรับนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์. ปรินญาณินพนธ์ กศ.ม. (เคมี). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. อาจารย์ที่ปรึกษา ปรินญาณินพนธ์: ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิยรัตน์ ตรีบัณฑิต.

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาและศึกษาประสิทธิผลของการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส สำหรับนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ โดยผ่านระบบชั้นเรียนออนไลน์ ClassStart.org และใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของ Polya ในการแก้โจทย์ปัญหาเรื่อง กรด-เบส เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ผ่านการตรวจจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน พบว่า แผนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านมีความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่อยู่ในระดับมากขึ้นไป จากนั้นหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส และแบบวัดทักษะกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา พบว่ามีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.82 และ 0.75 ตามลำดับ จากนั้นทดลองจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน วิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส ที่สร้างขึ้นกับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 37 คน พบว่า การจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน วิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส มีประสิทธิภาพ E1/E2 เท่ากับ 84.53/79.86 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ประสิทธิภาพ 75/75 ที่กำหนดไว้ แล้วนำการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านที่พัฒนาขึ้นไปใช้กับนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) จำนวน 24 คน พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส และทักษะกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส มีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

THE DEVELOPMENT OF FLIPPED CLASSROOM IN CHEMISTRY ON ACID-BASE  
FOR ENRICHMENT SCIENCE CLASSROOM STUDENTS



Presented in Partial Fulfillment of Requirements for the  
Master of Education Degree in Chemistry  
at Srinakharinwirot University  
August 2016

Warathaya Maneerattana. (2017). *The Development of Flipped Classroom in Chemistry on Acid-Base for Enrichment Science Classroom Students*. Master thesis, M. Ed. (Chemistry). Bangkok: Graduate School, Srinakharinwirot University. Advisor committee: Asst. Prof. Dr. Piyarat Dornbundit.

The study aimed to develop flipped classroom in Chemistry on “acid-base” for enrichment science classroom students via online classroom called ClassStart.org and Polya’s problem solving strategy was used in this study. Then study the academic achievement and problem solving skills on students. The evaluating result from the experts showed that the developed flipped classroom was ranked in high score level. The reliability of an academic achievement test and problem solving skill test were 0.82 and 0.75, respectively. The flipped classroom efficiency E1/E2 was 84.53/79.86, which was higher than the criteria of 75/75. The flipped classroom was used by 24 students of enrichment science classroom in grade 11 in the second semester of the 2016 academic year at Bodindecha (Sing Singhaseni) School. Sampling group was chosen using a purposive sampling approach. The result revealed that academic achievement and problem solving skills of students after studying flipped classroom was significantly higher at .05 level on “acid-base”.

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง

การพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส

สำหรับนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์

ของ

วิทยาลัย มณีรัตน์

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาเคมี

ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นายแพทย์ฉัตรชัย เอกปัญญาสกุล)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ. 2560

อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์

คณะกรรมการสอบปากเปล่า

.....ที่ปรึกษา .....ประธาน

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิยรัตน์ ดร.บัณฑิต)

(รองศาสตราจารย์ ดร.พรรณิ ลีกิจวัฒน์)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิยรัตน์ ดร.บัณฑิต)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิยะดา จิตรตั้งประเสริฐ)



งานวิจัยนี้ได้รับเงินอุดหนุนการวิจัย  
จาก  
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)



## ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี เนื่องจากผู้วิจัยได้รับความกรุณาและการให้คำปรึกษาแนะแนวทางการทำวิจัยจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิยรัตน์ ตรีบัณฑิต อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ ตลอดจนให้คำแนะนำและแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ อย่างดียิ่ง ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งและขอกราบขอบพระคุณในความกรุณาไว้ ณ ที่นี้

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.พรรณี ลีกิจวัฒน์ ที่ให้ความกรุณาเป็นประธานในการสอบปากเปล่าปริญญานิพนธ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิยะดา จิตรตั้งประเสริฐ ให้ความกรุณาเป็นกรรมการในการสอบปากเปล่าปริญญานิพนธ์ ตลอดจนให้คำแนะนำต่างๆ เพื่อให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมเกียรติ พรพิสุทธิมาศ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิยะดา จิตรตั้งประเสริฐ และอาจารย์สุภาพร ขาวพิมพ์ ผู้เชี่ยวชาญในการตรวจคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้ โดยให้คำปรึกษาคำแนะนำและแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ เป็นอย่างดี

ขอกราบขอบพระคุณผู้อำนวยการสถานศึกษา และคณะครูอาจารย์ โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) ที่ให้ความอนุเคราะห์ดำเนินการทดลอง และอำนวยความสะดวกในการทำวิจัยครั้งนี้เป็นอย่างดี และขอขอบคุณนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) ที่ได้อำนวยความสะดวก ที่ให้ความร่วมมือในการหาคุณภาพของเครื่องมือ และให้ความร่วมมือในการดำเนินการทดลอง ทำให้งานวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

ขอขอบคุณกัลยาณมิตรทุกๆ ท่านที่อยู่เคียงข้างกันเสมอมาทั้งในยามที่ทุกข์และสุข คอยให้กำลังใจ และให้ความช่วยเหลือเป็นอย่างดีเสมอมา

ท้ายสุดผู้วิจัยขอขอบพระคุณบิดามารดา และสมาชิกครอบครัวทุกท่าน ที่ให้ความอนุเคราะห์สนับสนุนทางด้านการศึกษาและเป็นกำลังใจให้ตลอดมา คุณค่าและประโยชน์จากการทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณบิดามารดา ครูอาจารย์ที่ได้คอยอบรมสั่งสอนประสิทธิ์ประสาทความรู้ทั้งปวงแก่ผู้วิจัย

วรัทยา มณีรัตน์

# สารบัญ

| บทที่  | หน้า |
|--|------|
| <b>1 บทนำ</b> .....  | 1    |
| ภูมิหลัง.....  | 1    |
| ความมุ่งหมายของงานวิจัย.....   | 4    |
| ความสำคัญของงานวิจัย.....  | 4    |
| ขอบเขตของการวิจัย.....   | 4    |
| นิยามศัพท์เฉพาะ.....   | 5    |
| กรอบแนวคิดในการวิจัย.....  | 7    |
| สมมติฐานงานวิจัย.....  | 7    |
| <b>2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง</b> .....  | 8    |
| การจัดการเรียนรู้ เรื่อง กรด – เบส ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้น<br>พื้นฐานพ.ศ. 2551..... | 9    |
| แนวคิดห้องเรียนกลับด้าน.....   | 10   |
| ระบบชั้นเรียนออนไลน์ClassStart.....  | 19   |
| ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....   | 24   |
| กระบวนการแก้โจทย์ปัญหา.....  | 28   |
| <b>3 วิธีดำเนินการวิจัย</b> .....  | 33   |
| การกำหนดกลุ่มประชากรและเลือกกลุ่มตัวอย่าง.....   | 33   |
| การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....  | 34   |
| แบบแผนการทดลอง.....  | 51   |
| การเก็บรวบรวมข้อมูล.....   | 51   |
| การจัดกระทำข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล.....  | 52   |
| <b>4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล</b> .....  | 55   |
| ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....  | 55   |

## สารบัญ (ต่อ)

| บทที่                               | หน้า |
|-------------------------------------|------|
| 5 สรุปผล อภิปราย และข้อเสนอแนะ..... | 64   |
| ความมุ่งหมายของงานวิจัย.....        | 64   |
| สมมติฐานในการวิจัย.....             | 64   |
| วิธีดำเนินการวิจัย.....             | 65   |
| สรุปผลการวิจัย.....                 | 68   |
| อภิปรายผลการวิจัย.....              | 68   |
| ข้อเสนอแนะ.....                     | 73   |
| บรรณานุกรม.....                     | 75   |
| ภาคผนวก.....                        | 81   |
| ภาคผนวก ก.....                      | 82   |
| ภาคผนวก ข.....                      | 84   |
| ภาคผนวก ค.....                      | 114  |
| ภาคผนวก ง.....                      | 118  |
| ภาคผนวก จ.....                      | 148  |
| ภาคผนวก ฉ.....                      | 151  |
| ประวัติย่อผู้วิจัย.....             | 155  |

## บัญชีตาราง

| ตาราง  | หน้า |
|--|------|
| 1 แสดงแผนปฏิบัติการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน วิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส สำหรับนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์.....   | 34   |
| 2 แสดงจำนวนคาบของแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้.....  | 35   |
| 3 แสดงรายละเอียดการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส ผ่านระบบชั้นเรียนออนไลน์ Classstart.org เรื่อง สมบัติของกรด-เบส.....  | 36   |
| 4 แสดงรายละเอียดการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส ผ่านระบบชั้นเรียนออนไลน์ Classstart.org เรื่อง ความแรงสัมพัทธ์และปัจจัยที่มีผลต่อความแรงของกรด-เบส.....   | 37   |
| 5 แสดงรายละเอียดการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส ผ่านระบบชั้นเรียนออนไลน์ Classstart.org เรื่อง การคำนวณร้อยละการแตกตัวของกรดอ่อนและเบสอ่อน.....   | 38   |
| 6 แสดงรายละเอียดการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส ผ่านระบบชั้นเรียนออนไลน์ Classstart.org เรื่อง การคำนวณ pH ของกรดแก่เบสแก่และกรดอ่อนเบสอ่อน.....  | 39   |
| 7 แสดงรายละเอียดการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส ผ่านระบบชั้นเรียนออนไลน์ Classstart.org เรื่อง กรดหลายโปรตอน.....   | 40   |
| 8 แสดงรายละเอียดการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส ผ่านระบบชั้นเรียนออนไลน์ Classstart.org เรื่อง สารละลายบัฟเฟอร์.....  | 41   |
| 9 แสดงรายละเอียดการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส ผ่านระบบชั้นเรียนออนไลน์ Classstart.org เรื่อง ปฏิกริยาระหว่างกรด-เบสและอินดิเคเตอร์ของกรด-เบส.....   | 42   |
| 10 แสดงรายละเอียดการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส ผ่านระบบชั้นเรียนออนไลน์ Classstart.org เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส.....   | 43   |
| 11 เกณฑ์การให้คะแนนทักษะกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา.....  | 49   |
| 12 แสดงแบบแผนการทดลอง.....   | 51   |
| 13 แสดงคำร้อยละของคะแนนเฉลี่ยจากใบกิจกรรมระหว่างดำเนินการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน วิชาเคมี และร้อยละคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน วิชาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี)..... | 56   |

## บัญชีตาราง (ต่อ)

| ตาราง   | หน้า |
|---|------|
| 14 แสดงผลการเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส.....   | 56   |
| 15 แสดงผลการเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยแบ่งตามลำดับขั้นของพฤติกรรมการณ์การเรียนรู้ตามแนวคิดของบลูม ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่องกรด-เบส ..... | 57   |
| 16 แสดงผลการเปรียบเทียบคะแนนทักษะกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส.....  | 60   |
| 17 แสดงค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส สำหรับนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ในหัวข้อสมบัติของกรด-เบส.....   | 85   |
| 18 แสดงค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส สำหรับนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ในหัวข้อความแรงสัมพัทธ์และปัจจัยที่มีผลต่อความแรงของกรด-เบส.....  | 86   |
| 19 แสดงค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส สำหรับนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ในหัวข้อความแรงสัมพัทธ์และปัจจัยที่มีผลต่อความแรงของกรด-เบส.....  | 88   |
| 20 แสดงค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส สำหรับนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ในหัวข้อการคำนวณ pH ของกรดแก่เบสแก่และกรดอ่อนเบสอ่อน.....   | 89   |
| 21 แสดงค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส สำหรับนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ในหัวข้อกรดหลายโปรตอน.....  | 91   |
| 22 แสดงค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส สำหรับนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ในหัวข้อสารละลายบัฟเฟอร์.....   | 92   |

## บัญชีตาราง (ต่อ)

| ตาราง   | หน้า |
|---|------|
| 23 แสดงค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส สำหรับนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ในหัวข้อ ปฏิบัติการระหว่างกรด-เบสและอินดิเคเตอร์ของกรด-เบส..... | 94   |
| 24 แสดงค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส สำหรับนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ในหัวข้อ การไทเทรตกรด-เบส.....                                  | 95   |
| 25 แสดงค่าความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่องกรด-เบส สำหรับนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ในหัวข้อ สมบัติของกรด-เบส.....  | 97   |
| 26 แสดงค่าความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่องกรด-เบส สำหรับนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ในหัวข้อ ความแรงสัมพัทธ์และปัจจัยที่มีผลต่อความแรงของกรด-เบส.....             | 98   |
| 27 แสดงค่าความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่องกรด-เบส สำหรับนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ในหัวข้อ การคำนวณร้อยละการแตกตัวของกรดอ่อนและเบสอ่อน.....                     | 99   |
| 28 แสดงค่าความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่องกรด-เบส สำหรับนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ในหัวข้อ การคำนวณ pH ของกรดแก่เบสแก่และกรดอ่อนเบสอ่อน.....                    | 100  |
| 29 แสดงค่าความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่องกรด-เบส สำหรับนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ในหัวข้อ กรดหลายโปรตอน.....   | 101  |
| 30 แสดงค่าความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่องกรด-เบส สำหรับนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ในหัวข้อ สารละลายบัฟเฟอร์.....  | 102  |
| 31 แสดงค่าความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่องกรด-เบส สำหรับนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ในหัวข้อ ปฏิบัติการระหว่างกรด-เบสและอินดิเคเตอร์ของกรด-เบส.....               | 103  |
| 32 แสดงค่าความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่องกรด-เบส สำหรับนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ในหัวข้อ การไทเทรตกรด-เบส.....  | 104  |

## บัญชีตาราง (ต่อ)

| ตาราง   | หน้า |
|---|------|
| 33 แสดงค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส.....   | 105  |
| 34 แสดงค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบวัดทักษะกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา...   | 107  |
| 35 แสดงผลการวิเคราะห์ความยากง่าย ( $p$ ) ค่าอำนาจจำแนก ( $r$ ) และค่าความเชื่อมั่น ( $r_{tt}$ ) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส.....   | 108  |
| 36 แสดงผลการวิเคราะห์ความยากง่าย ( $p$ ) ค่าอำนาจจำแนก ( $r$ ) และค่าความเชื่อมั่น ( $r_{tt}$ ) ของแบบวัดทักษะกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา.....   | 111  |
| 37 แสดงค่าประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่องกรด-เบส สำหรับนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์.....   | 112  |
| 38 แสดงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส ของนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่องกรด-เบส สำหรับนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์..... | 115  |
| 39 แสดงคะแนนทักษะกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา ของนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบสสำหรับนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์.....             | 116  |

## บัญชีภาพประกอบ

| ภาพประกอบ  | หน้า |
|--|------|
| 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย.....  | 7    |
| 2 แสดงเปรียบเทียบห้องเรียนแบบเดิมกับห้องเรียนกลับด้าน.....   | 13   |
| 3 แสดงการเปรียบเทียบกิจกรรมและเวลาเรียนระหว่างห้องเรียนแบบเดิมกับห้องเรียนกลับด้าน.....  | 14   |
| 4 แสดงโมเดลห้องเรียนแบบกลับด้าน (Flipped Classroom Model).....   | 15   |
| 5 ลักษณะของระบบ ClassStart.....  | 20   |
| 6 แผนภูมิแท่งแสดงการเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามลำดับชั้นการเรียนรู้ของบลูมก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมีเรื่อง กรด-เบส..... | 59   |
| 7 ตัวอย่างกิจกรรมการฝึกทักษะกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาด้วยเทคนิคของ Polya.....   | 60   |
| 8 แสดงคะแนนร้อยละของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทักษะกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมีเรื่องกรด-เบส.....                 | 61   |



# บทที่ 1

## บทนำ

### ภูมิหลัง

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542 ได้กล่าวถึงแนวทางในการจัดการศึกษาไว้ว่า การจัดการศึกษาต้องยึดหลักว่าผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ และถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด กระบวนการจัดการเรียนการสอนต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มศักยภาพ (กระทรวงศึกษาธิการ. 2545) การจัดกระบวนการเรียนรู้ต้องจัดเนื้อหาสาระและกิจกรรมให้สอดคล้องกับความสนใจและความถนัดของผู้เรียน โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล จึงควรที่จะฝึกทักษะ กระบวนการคิด การจัดการ การเชิญสถานการณ์และการประยุกต์ความรู้มาใช้เพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหา ดังนั้น การจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญจึงเป็นวิธีการสำคัญที่สร้างและพัฒนาผู้เรียนให้เกิดคุณลักษณะต่างๆ ที่ต้องการในยุคโลกาภิวัตน์ เนื่องจากการจัดการเรียนการสอนที่ให้ความสำคัญกับผู้เรียน ส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้จักเรียนรู้ด้วยตนเอง เรียนในเรื่องที่สอดคล้องกับความสามารถและความต้องการของตนเองและได้พัฒนาศักยภาพของตนเองอย่างเต็มที่ ซึ่งแนวคิดการจัดการศึกษานี้เป็นแนวคิดที่มีรากฐานจากปรัชญาการศึกษาและทฤษฎีการเรียนรู้ต่าง ๆ ที่ได้พัฒนามาอย่างต่อเนื่องยาวนาน และเป็นแนวทางที่ได้รับการพิสูจน์ว่าสามารถพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณลักษณะตามต้องการอย่างได้ผล (วัฒนาพร ระบุว่าทุกข. 2542)

นักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์ เป็นผู้ที่มีความสามารถทางสติปัญญาและใฝ่รู้ทางวิทยาศาสตร์ และมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์อย่างสร้างสรรค์ ทำให้เด็กเหล่านี้สามารถเรียนรู้ได้เร็วและเข้าใจเนื้อหาได้ในเวลาอันสั้น ดังนั้น เด็กนักเรียนกลุ่มนี้จึงต้องการกิจกรรมและการเรียนการสอนที่การศึกษาตามโรงเรียนปกติไม่ได้จัดไว้ให้ (อุษณีย์ โพธิสุข. 2547) ซึ่งเป็นเหตุผลให้สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (สพฐ.) ร่วมมือกับสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) มุ่งเน้นพัฒนาห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์สำหรับผู้ที่มีความสามารถพิเศษ เพื่อพัฒนาให้นักเรียนไปสู่การเป็นนักวิจัย นักประดิษฐ์ และนักคิดค้นด้านต่างๆ เพื่อพัฒนาประเทศชาติต่อไป ดังนั้น การเรียนการสอนในรูปแบบเดิมที่เป็นแบบบรรยายจึงไม่เพียงพอต่อศักยภาพของเด็กนักเรียนกลุ่มนี้ เพราะลักษณะสำคัญของนักเรียนกลุ่มนี้คือสามารถเรียนรู้ทางวิชาการได้เร็วกว่าเด็กปกติ และมีความสามารถในการเรียนรู้ด้วยตนเองสูง ทำให้การเรียนการสอนปกติไม่ตอบสนองต่อนักเรียนกลุ่มนี้

ในการจัดการเรียนการสอนวิชาเคมียังคงพบว่ามีปัญหาอยู่มาก เนื่องจากธรรมชาติของวิชาเคมีเป็นวิชาที่เกี่ยวข้องกับโครงสร้าง สมบัติและการเปลี่ยนแปลงของสสาร (Gilbert. 2006) ซึ่งประกอบด้วยในระดับมหภาค อนุภาค และสัญลักษณ์ ซึ่งมีความเป็นนามธรรมและยากต่อความ

เข้าใจ (Gabel. 1999) ลักษณะที่เป็นนามธรรมดังกล่าวไม่สามารถสังเกตเห็นหรือสัมผัสได้ จึงทำให้ยากต่อความเข้าใจในเนื้อหาของนักเรียน (Osborne; & Collins. 2000) โดยเฉพาะอย่างยิ่งในสาระที่เกี่ยวข้องกับเรื่อง เช่น กรด-เบส เนื่องจากเป็นเนื้อหาที่ซับซ้อน ต้องใช้ทฤษฎีและความรู้หลายๆเรื่องมาเชื่อมเข้าด้วยกันและมีการแก้ปัญหาโจทย์คำนวณเยอะ จากสาเหตุนี้จึงทำให้นักเรียนมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนในเรื่องกรด-เบส ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Artdej (2010) ที่รายงานว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียนเรื่องกรด-เบส ผ่านมาแล้วยังคงมีโมโนติที่คลาดเคลื่อนในหัวข้อต่างๆ ดังนี้ 1. สารละลายอิเล็กโทรไลต์ เช่น นักเรียนเข้าใจว่า  $\text{CH}_3\text{COONa}$  เป็นสารอนินทรีย์อิเล็กโทรไลต์ ในขณะที่คำตอบที่ถูกต้องคือเป็นสารอิเล็กโทรไลต์แก่ 2. สารละลายกรด-เบส เช่น นักเรียนเชื่อว่าปริมาณของฟองแก๊สที่เกิดขึ้นขณะที่กรดทำปฏิกิริยากับเหล็กจะเป็นสิ่งที่บอกถึงความแรงของกรดและคิดว่าเบสทุกชนิดเป็นสารประกอบไอออนิก 3. ทฤษฎีกรด-เบส เช่น นักเรียนคิดว่า กรด Brønsted-Lowry สามารถรับโปรตอนได้ 4. คู่กรด-คู่เบส เช่น นักเรียนเชื่อว่าคู่กรด-เบสเป็นคู่ของสารประกอบหรือไอออนที่ประกอบด้วยไอออนบวกและไอออนลบ 5. การแตกตัวของกรดแก่หรือเบสแก่ เช่น นักเรียนเข้าใจผิดว่า diprotic acid มีความแรงมากกว่า monoprotic acid 6. การแตกตัวของกรดอ่อน เช่น นักเรียนคิดว่าการแตกตัวของกรดอ่อนสามารถเปรียบเทียบได้โดยการพิจารณาการแตกตัวของน้ำบริสุทธิ์ 8. การแตกตัวของเบสอ่อน เช่น นักเรียนไม่รู้วาค่า  $K_b$  เป็นค่าที่บ่งบอกถึงการแตกตัวของเบสอ่อน 9. การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของไฮโดรเนียมไอออนและไฮดรอกไซด์ไอออนในน้ำ เช่น นักเรียนคิดว่าการเติมสารละลายกรดลงไปในการทำให้ความเข้มข้นของ  $\text{OH}^-$  และ  $\text{H}_3\text{O}^+$  ในระบบเปลี่ยนแปลงเพราะเชื่อว่าพลังงานไอออนในเซชันของน้ำขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ และนักเรียนยังไม่สามารถประมวลความรู้ที่มีอยู่มาใช้ในการแก้ปัญหาโจทย์คำนวณได้ (ศิรินทร บุญสุ. 2546) ถึงแม้ว่าในการสอนนั้นได้มอบหมายการบ้านให้นักเรียนไปฝึกทำที่บ้านแล้วนำมาส่งในชั่วโมงต่อไป ปรากฏว่านักเรียนบางคนส่งการบ้านไม่ครบตามที่มอบหมายเนื่องจากบางคนไม่มีความเข้าใจในเนื้อหาในจุดที่ซับซ้อนและบางคนอาจจะแก้โจทย์ปัญหาด้วยตนเองไม่ได้เนื่องจากเวลาเรียนน้อย เพราะต้องร่วมกิจกรรมต่างๆ ของโรงเรียน ซึ่งอาจจะเป็นกิจกรรมที่ไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้ เช่น การแข่งขันหรือการประกวดต่างๆ (พัชฎา บุตรยะถาวร. 2558) ส่งผลทำให้นักเรียนส่วนใหญ่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ค่อนข้างต่ำในเนื้อหาวิชาเคมีที่เป็นการคำนวณ

จากปัญหาในการจัดการเรียนการสอนที่ได้กล่าวมาข้างต้น พบว่าแนวคิด "ห้องเรียนกลับด้าน" (Flipped Classroom) เป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่สอดคล้องกับแนวคิดการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญอย่างแท้จริง (วิจารณ์ พานิช. 2556) โดยเป็นแนวทางในการเรียนการสอนรูปแบบใหม่ที่ถูกคิดค้นขึ้นจากครูสอนวิชาเคมีของโรงเรียน Woodland Park High School ในประเทศสหรัฐอเมริกา 2 คน คือ Jonathan Bergmann และ Aaron Sams โดยเริ่มจาก Bergmann และ Sams ต้องการที่จะช่วยนักเรียนบางส่วนที่ถูกดึงไปทำกิจกรรมต่างๆ ทำให้ไม่สามารถเข้าห้องเรียนครบถ้วนหรือแม้กระทั่งเนื้อหาวิชาที่ใช้เวลาในการทำความเข้าใจมากๆ จนไม่สามารถสอนได้หมดในชั่วโมงเรียน โดยเปลี่ยนจากการสอนแบบเดิมที่เรียนที่ห้องแล้วกลับไปทำการบ้านที่บ้านเป็นเรียนที่บ้านจากการสอนไฟล์วิดีโอที่ครูสร้างหรือจากเว็บไซต์ที่ครูกำหนดแล้วนำงานหรือ

การบ้านที่ได้รับมอบหมายมาทำที่ห้องเรียน ผึกคิด วิเคราะห์ แก้ปัญหาแล้วนำมาอภิปรายร่วมกันในชั้นเรียน โดยมีครูคอยให้คำแนะนำอย่างใกล้ชิด (สุรศักดิ์ ปาเฮ. 2556) ซึ่งการจัดการเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้านนั้นจะมุ่งเน้นการสร้างสร้งสร้งองค์ความรู้ด้วยตัวผู้เรียนเองตามทักษะความรู้ความสามารถและสติปัญญาของแต่ละบุคคล ตามอัตราความสามารถทางการเรียนของแต่ละบุคคล จากสิ่งที่ครูจัดหาให้ผ่านสื่อเทคโนโลยีไอซีทีหลากหลายประเภทในปัจจุบัน และเป็นลักษณะของการเรียนรู้จากแหล่งเรียนรู้ภายนอกชั้นเรียนอย่างอิสระทั้งทางด้านความคิดและวิธีปฏิบัติ เพื่อให้สามารถใช้เวลามากขึ้นในการมีปฏิสัมพันธ์กับนักเรียนแทนการบรรยายหน้าชั้นเรียนเพียงอย่างเดียว (สุพัตรา อุดมิ่ง. 2558) ซึ่งการจัดการเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้านนั้นประกอบไปด้วย 4 องค์ประกอบสำคัญ ได้แก่ 1. การกำหนดยุทธวิธีเพิ่มพูนประสบการณ์ (Experiential Engagement) เป็นขั้นที่ทบทวนความรู้เดิมของผู้เรียนโดยผู้สอนใช้วิธีการที่หลากหลาย เช่น สถานการณ์จำลอง สื่อ VDO ต่างๆ กิจกรรมกลุ่ม หรือเกมส์ เป็นต้น 2. การสืบค้นเพื่อให้เกิดมโนทัศน์รวบยอด (Concept Exploration) เป็นขั้นที่ผู้สอนจะตั้งคำถามให้ผู้เรียนไปศึกษาด้วยตนเองโดยให้สืบค้นจากแหล่งสืบค้นที่ผู้สอนจัดเตรียมไว้ให้ 3. การสร้างองค์ความรู้ที่มีความหมาย (Meaning Making) ขั้นนี้ผู้เรียนจะต้องตอบคำถาม สรุปความรู้ จากสิ่งที่ผู้เรียนได้ศึกษาด้วยตนเองในขั้นที่ 2 และร่วมกันอภิปรายเพื่อให้ได้ข้อสรุปที่ชัดเจนและตรงกัน 4. การสาธิตและประยุกต์ใช้ (Demonstration & Application) เป็นขั้นที่ผู้เรียนจะได้ฝึกการคำนวณหรือฝึกการปฏิบัติการทดลอง โดยในขั้นนี้ผู้สอนจะสาธิตการแก้โจทย์ปัญหาให้ดูเป็นตัวอย่างจากนั้นจึงให้ผู้เรียนได้ฝึกคำนวณหรือผู้สอนสาธิตการทำการทดลองแล้วจึงให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง ดังนั้น การเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้านจะช่วยให้นักเรียนมีเวลามากพอในการทำแบบฝึกหัด แก้ปัญหา โจทย์คำนวณเคมีในห้องเรียนและมีครูคอยให้คำปรึกษาอย่างใกล้ชิด ซึ่งส่งผลให้นักเรียนบรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้มากกว่าที่จะกลับไปทำแบบฝึกหัดที่บ้านที่บางคนอาจมีเวลาในการทำการบ้านน้อยและมีเวลาไม่เท่ากัน และจากการที่ Bergmann และ Sams ได้ทำการทดลองสอนโดยใช้วิธีการสอนแบบห้องเรียนกลับด้านในรายวิชาเคมีนั้นพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงขึ้นจากเดิมที่เรียนแบบปกติด้วย (Bergmann; & Sams. 2012)

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องและปัญหาดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยจึงเลือกทำการวิจัยเกี่ยวกับรูปแบบการเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้าน เรื่อง กรด-เบส เพื่อให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาเคมีดีขึ้น เนื่องจากการเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้านจะช่วยให้นักเรียนมีเวลามากพอที่จะฝึกฝนการคิด การวิเคราะห์ เพื่อให้สามารถแก้โจทย์คำนวณวิชาเคมีที่แตกต่างกัน ผ่านการฝึกปฏิบัติด้วยตนเองหรือพูดคุยแลกเปลี่ยนแนวคิดกับเพื่อนร่วมชั้นและครู ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้พัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส สำหรับห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้าน และเพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาทั้งทางด้านเนื้อหาและทักษะกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา

## ความมุ่งหมายของงานวิจัย

1. เพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน วิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส สำหรับนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพ
2. เพื่อศึกษาประสิทธิผลของการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน วิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส สำหรับนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์

## ความสำคัญของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ได้พัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส สำหรับนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ที่มีคุณภาพ ซึ่งพัฒนาขึ้นตามบริบทของประเทศไทย เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้านอย่างเป็นระบบในโรงเรียน ทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส ดีขึ้น และเกิดการพัฒนาทักษะกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาเคมีควบคู่กันไปด้วย

## ขอบเขตของการวิจัย

### ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่เรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ ตามแนวทางของสถาบันการส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) จากโรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) เขตวังทองหลาง กรุงเทพมหานคร

### กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ ตามแนวทางของสถาบันการส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) จากโรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) เขตวังทองหลาง กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 ได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง (purposive sampling) จำนวน 24 คน

### ตัวแปรที่ศึกษา

1. ตัวแปรอิสระ คือ การจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน วิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส ที่มีประสิทธิภาพ
2. ตัวแปรตาม
  - 2.1 ประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน วิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส
  - 2.2 ประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน วิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส ประกอบด้วย 2 ด้าน ได้แก่

2.2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส

2.2.2 ทักษะกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาเคมี

### เนื้อหา

เนื้อหาในการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน วิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส สำหรับนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย

1. สมบัติของกรด-เบส
2. ความแรงสัมพัทธ์และปัจจัยที่มีผลต่อความแรงของกรด-เบส
3. การคำนวณร้อยละการแตกตัวของกรดอ่อนและเบสอ่อน
4. การคำนวณ pH ของกรดและเบส
5. กรดหลายโปรตอน
6. สารละลายบัฟเฟอร์
7. ปฏิกิริยาระหว่างกรด-เบส และอินดิเคเตอร์ของกรด-เบส
8. การไทเทรตกรด-เบส

### ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษา

ระยะเวลาที่ใช้ในการดำเนินการทดลอง คือ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 ใช้เวลาจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 5 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 คาบ รวมทั้งหมด 15 คาบเรียน รวมการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ในช่วงเดือนมกราคม – กุมภาพันธ์ 2560

### นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน หมายถึง การจัดการเรียนรู้โดยให้นักเรียนเรียนนอกห้องเรียนจากสื่อการสอน ไฟล์วิดีโอที่พัฒนาขึ้น ค้นคว้าจากเว็บไซต์ที่เกี่ยวข้อง แล้วนำงานหรือการบ้านที่ได้รับมอบหมายมาทำที่ห้องเรียน ฝึกคิด วิเคราะห์ แก้ปัญหาแล้วนำมาอภิปรายร่วมกันในชั้นเรียน โดยมีครูคอยให้คำแนะนำอย่างใกล้ชิด

2. การจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน วิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้วิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส ที่จัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านโดยใช้ระบบชั้นเรียนออนไลน์ Classstart.org โดยนักเรียนจะต้องศึกษาค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเองมาก่อนล่วงหน้าซึ่งเป็นกิจกรรมนอกห้องเรียน จากนั้นกิจกรรมในชั้นเรียน นักเรียนจะได้ฝึกทักษะกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาโดยใช้กระบวนการของ Polya หรือฝึกปฏิบัติการทดลองด้วยตนเอง โดยมีครูเป็นผู้ให้ความช่วยเหลือและแนะนำอย่างใกล้ชิด ซึ่งแผนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านมีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

ขั้นที่ 1 กำหนดยุทธวิธีเพิ่มพูนประสบการณ์ (Experiential engagement) เป็นการทบทวนความรู้เดิมให้กับนักเรียนโดยครูผู้สอนใช้วิธีการที่หลากหลาย เช่น สถานการณ์จำลอง กิจกรรมที่ผู้สอนกำหนดขึ้นเอง สื่อปฏิสัมพันธ์ เป็นต้น

ขั้นที่ 2 สืบค้นเพื่อให้เกิดมโนทัศน์รวบยอด (Concept exploration) เป็นขั้นที่ผู้สอนกำหนดคำถามให้กับผู้เรียน และผู้เรียนจะต้องไปศึกษาด้วยตนเองนอกห้องเรียนโดยสืบค้นจากแหล่งสืบค้นที่ผู้สอนกำหนดให้เพื่อตอบคำถามผ่านระบบชั้นเรียนออนไลน์ Classstart.org

ขั้นที่ 3 สร้างองค์ความรู้ที่มีความหมาย (Meaning making) เป็นขั้นที่ผู้เรียนจะต้องตอบคำถามและสรุปความรู้เพิ่มเติมจากสิ่งที่ผู้เรียนได้ศึกษาด้วยตนเองในขั้นที่ 2 และร่วมกันอภิปรายกับผู้สอนเพื่อให้ได้ข้อสรุปที่ชัดเจนและตรงกัน

ขั้นที่ 4 สาธิตและประยุกต์ใช้ (Demonstration and application) เป็นขั้นที่ผู้สอนสาธิตการแก้ปัญหาโจทย์เคมีโดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของ Polya ให้ผู้เรียนดูเป็นตัวอย่าง จากนั้นให้ผู้เรียนได้ฝึกแก้ปัญหาโจทย์เคมีด้วยตนเองโดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของ Polya เช่นเดียวกัน หรือผู้สอนสาธิตการปฏิบัติการทดลองให้ผู้เรียนดูเป็นตัวอย่าง จากนั้นให้ผู้เรียนลงมือฝึกปฏิบัติการทดลองด้วยตนเอง โดยมีผู้สอนคอยให้ความช่วยเหลือและคำแนะนำ

**3. ประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน วิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส** หมายถึง คุณภาพของการจัดการเรียนรู้ที่ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ วิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส ที่มีค่าประสิทธิภาพของกระบวนการต่อประสิทธิภาพของผลสัมฤทธิ์ (E1/E2) มีผลสัมฤทธิ์เป็นไปตามเกณฑ์ 75/75

**4. ประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน วิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส** หมายถึง ผลต่างของผลการเรียนรู้ที่เกิดจากการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน วิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน ประกอบด้วย

**4.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน** หมายถึง ความสามารถในการเรียนรู้วิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส ซึ่งวัดจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จำนวน 30 ข้อ มีลักษณะเป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก โดยวัดจากพฤติกรรม 4 ด้าน ดังนี้

4.1.1 เข้าใจ (Understanding) จำนวน 7 ข้อ

4.1.2 ประยุกต์ใช้ (Applying) จำนวน 8 ข้อ

4.1.3 วิเคราะห์ (Analyzing) จำนวน 8 ข้อ

4.1.4 คิดสร้างสรรค์ (Creating) จำนวน 7 ข้อ

**4.2 ทักษะกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาเคมี** หมายถึง ทักษะกระบวนการที่ผู้เรียนใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาตามแนวคิดของ Polya (1957) โดยวัดได้จากแบบวัดทักษะกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จำนวน 5 ข้อ มีลักษณะเป็นแบบเขียนตอบ ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

4.2.1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา หมายถึง นักเรียนวิเคราะห์ เขียน สิ่งที่เกี่ยวข้องปัญหาที่กำหนดให้

4.2.2 ขั้นวางแผนแก้ปัญหา หมายถึง นักเรียนกำหนดแนวทางวิธีการในการแก้ปัญหา และนำเสนอภายในกลุ่ม

4.2.3 ขั้นตอนดำเนินการแก้ปัญหา หมายถึง นักเรียนแต่ละกลุ่มเลือกวิธีการแก้โจทย์ปัญหา และปฏิบัติตามวิธีการที่ได้เลือกไว้เพื่อหาคำตอบของปัญหา

4.2.4 ขั้นตอนตรวจสอบ หมายถึง นักเรียนตรวจสอบคำตอบของการแก้ปัญหาว่าถูกต้องหรือไม่

5. นักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ หมายถึง นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ ตามแนวทางของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)

### กรอบแนวคิดในการวิจัย



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

### สมมติฐานในการวิจัย

1. การจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน วิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส สำหรับนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ มีประสิทธิภาพ E1/E2 เป็นไปตามเกณฑ์ 75/75

2. นักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน วิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

3. นักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน วิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส มีทักษะกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาเคมี หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในงานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และได้นำเสนอตามหัวข้อต่อไปนี

1. การจัดการเรียนรู้ เรื่อง กรด – เบส ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551
  - 1.1 วิเคราะห์หลักสูตรและเนื้อหา สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ วิชาเคมีที่เกี่ยวข้องกับเรื่อง กรด-เบส ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย
  - 1.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ เรื่อง กรด-เบส
2. แนวคิดห้องเรียนกลับด้าน
  - 2.1 ความหมายของห้องเรียนกลับด้าน
  - 2.2 แนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน
  - 2.3 ข้อเปรียบเทียบของการเรียนแบบเดิมกับการเรียนแบบกลับด้าน
  - 2.4 องค์ประกอบของการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนแบบกลับด้าน
  - 2.5 ประโยชน์ที่เกิดจากการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน
  - 2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน
3. ระบบชั้นเรียนออนไลน์ ClassStart
  - 3.1 ความหมายของระบบชั้นเรียนออนไลน์ ClassStart
  - 3.2 ลักษณะของระบบชั้นเรียนออนไลน์ ClassStart
  - 3.3 องค์ประกอบของระบบชั้นเรียนออนไลน์ ClassStart
  - 3.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับระบบชั้นเรียนออนไลน์ ClassStart
4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
  - 4.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
  - 4.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
  - 4.3 ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
  - 4.4 การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามแนวคิดของบลูม
  - 4.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
5. กระบวนการแก้โจทย์ปัญหา
  - 5.1 การแก้โจทย์ปัญหา
  - 5.2 โจทย์ปัญหา
  - 5.3 กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของ Polya



5.4 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา

5.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา

## 1. การจัดการเรียนรู้ เรื่อง กรด-เบส ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551

1.1 วิเคราะห์หลักสูตร สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ วิชาเคมีที่เกี่ยวข้องกับเรื่อง กรด-เบส ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

### สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว 3.1: เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับ โครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ นำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 3.2: เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยา มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

### สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

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

สำหรับในงานวิจัยนี้ได้ศึกษามาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในวิชา เคมีที่เกี่ยวข้องกับเรื่อง กรด-เบส ซึ่งอยู่ในสาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร มาตรฐาน ว 3.2 : เข้าใจ หลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยา มี กระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

### 1.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ เรื่อง กรด-เบส

จิตตมาส สุขแสง (2549) ได้ศึกษาแนวคิดของนักเรียนและพฤติกรรมการสอนของครู เรื่อง กรด-เบส ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ของโรงเรียนแห่งหนึ่งในเขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร พบว่า นักเรียนมีแนวคิดที่ถูกต้องมากที่สุดในเรื่อง กรด-เบส ทุกด้านหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน โดย หลังเรียน นักเรียนมีแนวคิดที่ถูกต้องมากที่สุดในเรื่อง สารละลายกรดและสารละลายเบส และมี แนวคิดที่คลาดเคลื่อนมากที่สุดในเรื่อง สารละลายอิเล็กโทรไลต์และนอนอิเล็กโทรไลต์ พฤติกรรม การสอนของครูในภาพรวม ครูได้จัดเตรียมอุปกรณ์และสารละลายสำหรับการทดลอง อีกทั้งครูใช้ วิธีการสอนที่หลากหลายซึ่งส่วนใหญ่ครูให้นักเรียนเรียนรู้แนวคิดต่าง ๆ จากการปฏิบัติการทดลอง และพฤติกรรมการสอนของครูมีผลต่อแนวคิดนักเรียน

รัตนา รัตนเมธานันท์ (2550) ได้ศึกษาเรื่องการพัฒนาชุดฝึกเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เรื่อง กรด-เบส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่า ชุดฝึกเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด-เบส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีประสิทธิภาพ 80.63/78.46 ค่าดัชนีประสิทธิผลของชุดฝึกเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด-เบส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เท่ากับ 0.6982 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังเรียนด้วยชุดฝึกเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด-เบส หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อภิศักดิ์ บุญพิศ (2555) ได้ศึกษาการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง กรด-เบส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่า ดัชนีประสิทธิผลของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง กรด-เบส เท่ากับ 0.89 นักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนเรื่อง กรด-เบส สูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยวิธีการปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 นักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง กรด-เบส มีเจตคติต่อการเรียนอยู่ในระดับดี

Alice (2005) ได้ศึกษาประสิทธิภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ที่มีต่อความเข้าใจ เรื่อง กรด-เบส ของนักเรียนเกรดสิบ โดยเปรียบเทียบกับการสอนปกติ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีความเข้าใจในเนื้อหาเรื่อง กรด-เบส แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยนักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาเคมี และมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ

Akar (2005) ได้ศึกษาประสิทธิภาพของรูปแบบการเรียนรู้แบบ 5E ที่มีต่อความเข้าใจ เรื่องกรด-เบส ของนักเรียนเกรดสิบ โดยเปรียบเทียบกับการสอนแบบปกติ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีความเข้าใจในเนื้อหาเรื่อง กรด-เบส แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยนักเรียนที่ได้รับจัดการเรียนรู้แบบ 5E มีเจตคติที่ดีต่อวิชาเคมี และมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ

## 2. แนวคิดห้องเรียนกลับด้าน (The Flipped Classroom)

### 2.1 ความหมายของห้องเรียนกลับด้าน

กวินธร รัฐอาจ (2558; อ้างอิงจาก สุรศักดิ์ ปาเฮ. 2556) ได้ให้ความหมายห้องเรียนกลับด้านว่า ตรงกับภาษาอังกฤษว่า The Flipped Classroom เป็นศัพท์บัญญัติที่นิยามไว้ดังนี้ Flipped Classroom (n.) A Model of Teaching which students' homework is the traditional lecture viewed outside of class on a video. Class time is then spent on inquiry based learning that would include what would traditionally be viewed as students' homework assignments. สามารถแปลความหมายและสรุปได้ว่า ห้องเรียนกลับด้าน หมายถึง รูปแบบหนึ่งของการเรียนการสอนโดยที่ผู้เรียนจะได้เรียนรู้จากการบ้านที่ได้รับผ่านการเรียนด้วยตนเองจากสื่อ

วิดีโอ (Video) นอกชั้นเรียนหรือที่บ้าน ส่วนการเรียนในชั้นเรียนปกตินั้นจะเป็นการเรียนแบบสืบค้นหาความรู้ที่ได้รับร่วมกันกับเพื่อนร่วมชั้น โดยมีครูเป็นผู้คอยให้ความช่วยเหลือชี้แนะ

วิจารณ์ พานิช (2556) ได้อธิบายความหมายของห้องเรียนกลับด้านไว้ว่าห้องเรียนกลับด้านเป็นกระบวนการเรียนการสอนรูปแบบหนึ่งซึ่งเปลี่ยนจากการใช้ช่วงเวลาของการบรรยายเนื้อหา (Lecture) ในห้องเรียนมาเป็นการทำกิจกรรมต่าง ๆ เพื่อฝึกแก้โจทย์ปัญหาและประยุกต์ใช้จริง ส่วนการบรรยายจะอยู่ในช่องทางอื่น ๆ เช่น วิดีโอ วิดีโอออนไลน์ ฯลฯ ซึ่งผู้เรียนเข้าถึงได้เมื่ออยู่ที่บ้านหรือนอกห้องเรียน ดังนั้น การบ้านที่เคยมอบหมายให้กับผู้เรียนฝึกทำเองนอกห้องจะกลายมาเป็นส่วนหนึ่งของกิจกรรมในห้องเรียนและในทางกลับกันเนื้อหาที่เคยถ่ายทอดโดยการบรรยายในห้องเรียนจะถูกเปลี่ยนไปอยู่ในรูปสื่อที่ผู้เรียนได้เรียนรู้อะไรที่บ้านหรือที่อื่น ๆ

จันทิมา ปัทมธรรมกุล (2556) ได้ให้ความหมายของห้องเรียนกลับด้านไว้ว่าเป็นกระบวนการเรียนการสอนรูปแบบหนึ่งซึ่งเปลี่ยนการใช้ช่วงเวลาของการบรรยายเนื้อหาในห้องเรียนมาเป็นการทำกิจกรรมต่าง ๆ เพื่อฝึกแก้โจทย์ปัญหา และประยุกต์ใช้จริง ส่วนการบรรยายจะอยู่ในช่องทางอื่น ๆ เช่น วิดีโอ วิดีโอออนไลน์ podcasting หรือ screen casting ฯ ซึ่งนักเรียนสามารถเข้าถึงได้เมื่ออยู่ที่บ้านหรือนอกห้องเรียน ดังนั้น การบ้านที่เคยมอบหมายให้นักเรียนฝึกทำเองนอกห้องจะกลายมาเป็นส่วนหนึ่งของกิจกรรมในห้องเรียน และในทางกลับกัน เนื้อหาที่เคยถ่ายทอดผ่านการบรรยายในชั้นเรียนจะเปลี่ยนไปอยู่ในสื่อที่นักเรียนอ่าน ฟัง ดู ได้เองที่บ้านหรือที่ไหน ๆ ก็ตาม ผู้สอนอาจตั้งโจทย์ หรือให้นักเรียนสรุปความเนื้อหานั้น ๆ เพื่อตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน และนำมาอภิปรายหรือปฏิบัติจริงในห้องเรียน

จากความหมายที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยได้ยึดความหมายของห้องเรียนกลับด้านจากจันทิมา ปัทมธรรมกุล โดยสามารถสรุปได้ว่า ห้องเรียนกลับด้าน คือ รูปแบบการเรียนการสอนที่เปลี่ยนการใช้ช่วงเวลาของการบรรยายเนื้อหาในห้องเรียนมาเป็นการทำกิจกรรมต่าง ๆ เพื่อฝึกแก้โจทย์ปัญหา และประยุกต์ใช้จริง ส่วนการบรรยายจะอยู่ในช่องทางอื่น ๆ เช่น วิดีโอ วิดีโอออนไลน์ podcasting หรือ screen casting ซึ่งนักเรียนสามารถเข้าถึงได้เมื่ออยู่ที่บ้านหรือนอกห้องเรียน ดังนั้น การบ้านที่เคยมอบหมายให้นักเรียนฝึกทำเองนอกห้องจะกลายมาเป็นส่วนหนึ่งของกิจกรรมในห้องเรียน และในทางกลับกัน เนื้อหาที่เคยถ่ายทอดผ่านการบรรยายในชั้นเรียนจะเปลี่ยนไปอยู่ในสื่อที่นักเรียนอ่าน ฟัง ดู ได้เองที่บ้านหรือที่ไหน ๆ ก็ตาม ผู้สอนอาจตั้งโจทย์ หรือให้นักเรียนสรุปความเนื้อหานั้น ๆ เพื่อตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน และนำมาอภิปรายหรือปฏิบัติจริงในห้องเรียน

## 2.2 แนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน

การจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน ได้มีนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวแนวคิดเกี่ยวกับห้องเรียนกลับด้านไว้ดังนี้

พัชฎา บุตรธาวาร (2558; อ้างอิงจาก วิจารณ์ พานิช. 2556) ได้อธิบายว่า ห้องเรียนกลับด้าน เป็นการเรียนรู้เนื้อหาวิชาที่บ้านแต่มาทำการบ้านที่โรงเรียน หรืออีกนัยหนึ่งคือรับการ

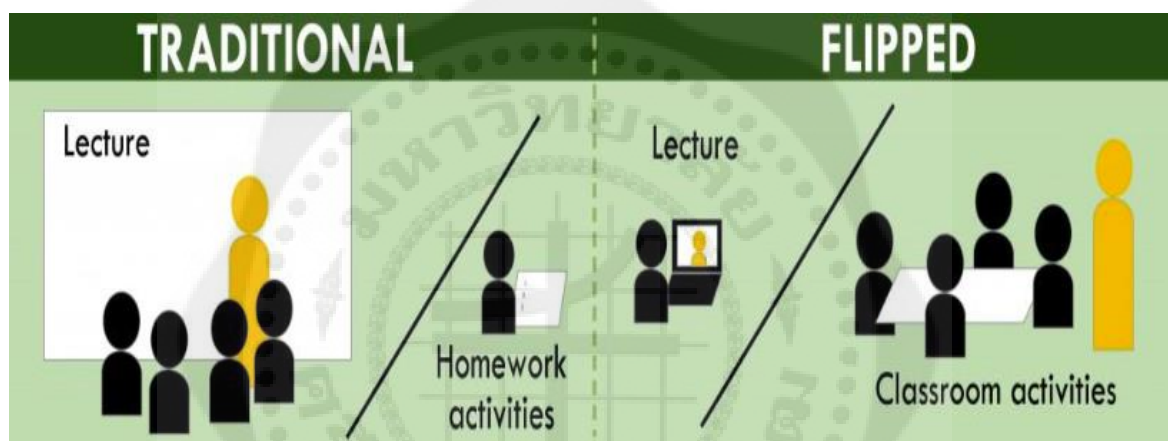
ถ่ายทอดความรู้มาจากที่บ้าน แล้วมาสร้างความรู้ต่อยอดจากที่ได้รับมาให้เป็นความรู้ที่สอดคล้องกับชีวิต ทำให้เกิดการเรียนรู้ เกิดทักษะที่เรียกว่า “ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21” ซึ่งใช้เฉพาะนักเรียนเท่านั้นที่เรียนรู้กลับทาง ครูผู้สอนก็ต้องสอนกลับทางเช่นเดียวกัน ซึ่งครูเป็นผู้จัดการการสอนแบบกลับทาง คือ จากที่เคยสอนเนื้อหาวิชานั้นหน้าชั้นเรียน เปลี่ยนมาเป็นสอนโดยผ่านวิดีโอทัศน์ หรือสื่อการสอนต่าง ๆ ที่ครูสร้างขึ้น หรือสิ่งอื่น ๆ ที่มีอยู่แล้ว นำมาประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอน โดยให้นักเรียนไปเรียนรู้ที่บ้านหรือที่อื่นนอกเวลาเรียนแล้วใช้เวลาเรียนในห้องเรียนเพื่อฝึกทำแบบฝึกหัดหรือลงมือปฏิบัติเพื่อฝึกทักษะและกิจกรรมต่าง ๆ เช่น การตอบคำถาม การอภิปราย หรือสรุปเนื้อหาที่นักเรียนได้เรียนรู้มาทั้งหมด โดยในชั่วโมงเรียน ครูจะทำหน้าที่เป็นผู้ฝึกให้นักเรียนสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ที่ได้เรียนมาสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งในชั้นเรียนจะเริ่มด้วยการทบทวนวิดีโอทัศน์ และตอบคำถามจากสิ่งที่ไม่เข้าใจหลังดูวิดีโอทัศน์ ซึ่งจะทำให้ครูรู้ว่านักเรียนเข้าใจผิดในเรื่องใดและจะได้แก้ไขความเข้าใจผิดนั้น หลังจากนั้นครูจะมอบหมายให้นักเรียนทำงาน โดยอาจจะเป็นการปฏิบัติการทดลอง (Lab) หรือเป็นกิจกรรมค้นคว้า โครงการหรือกิจกรรมแก้ปัญหา ฝึกทักษะ หรือการทดสอบ ซึ่งจะมีเวลามากพอในการทำหลาย ๆ กิจกรรม ในส่วนของการให้คะแนนการทดสอบยังคงเหมือนเดิมที่สอนแบบปกติ

Bergmann; & Sams (2013) ได้กล่าวว่า ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้านนั้น บทบาทของครูผู้สอนจะเปลี่ยนจากเดิมอย่างสิ้นเชิง คือ ครูจะไม่ใช่ผู้ถ่ายทอดความรู้แต่จะมีบทบาทคล้ายกับตัวเตอร่ หรือ ผู้ฝึกหัด โดยตั้งคำถามกระตุ้นให้นักเรียนอยากรู้อยากเห็นและเกิดความคิดสร้างสรรค์ เกิดความกระตือรือร้นและสนุกสนานไปกับการได้ตอบคำถามและเรียนรู้ และเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการจัดการเรียนการสอนด้วย โดยครูจะใช้เวลาสำหรับการมีปฏิสัมพันธ์กับนักเรียน ทำให้นักเรียนที่เรียนช้า ไม่ทันเพื่อนร่วมห้องได้รับการเอาใจใส่ ซึ่งจากการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านในรายวิชาเคมีของ Bergmann และ Sams นั้นจะมีเวลาในการทำกิจกรรมการเรียนรู้ให้นักเรียนมากกว่าและประหยัดเวลามากกว่าการเรียนแบบเดิม ซึ่งการที่ให้นักเรียนเรียนรู้เนื้อหาล่วงหน้าที่บ้านมาแล้วมาพูดคุยกันในชั้นเรียนนั้นจะทำให้นักเรียนเรียนรู้ได้ดีขึ้น เร็วขึ้น เหลือเวลาสำหรับเติมสิ่งอื่น ๆ ให้นักเรียนโดยเฉพาะทักษะการคิดวิเคราะห์

จากแนวคิดเกี่ยวกับห้องเรียนกลับด้านที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยได้ยึดแนวคิดตาม Bergmann และ Sams ซึ่งสามารถสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านเป็นการสอนแบบพลิกกลับ โดยเปลี่ยนจากการสอนหน้าชั้นเรียนที่ครูถ่ายทอดความรู้ให้แก่ นักเรียนหน้าชั้นเรียน และมอบหมายการบ้านให้นักเรียนกลับไปทำที่บ้าน เป็นการสอนโดยให้นักเรียนกลับไปเรียนเนื้อหาผ่านสื่อการเรียนรู้ต่าง ๆ ที่ครูจัดหาให้หรือที่นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้เองที่บ้านหรือที่อื่น ๆ แต่ในชั่วโมงเรียนนักเรียนจะได้ทำกิจกรรมต่าง ๆ โดยมีครูเป็นผู้คอยดูแลให้คำแนะนำ

### 2.3 ข้อเปรียบเทียบของการเรียนแบบเดิมกับการเรียนแบบกลับด้าน

สุรศักดิ์ ปาเฮ (2556) ได้กล่าวถึงข้อสรุปเปรียบเทียบระหว่างรูปแบบของการจัดการเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้าน (Flipped Learning) กับรูปแบบการจัดการเรียนการสอนแบบเดิม (Traditional Learning) กล่าวคือ การจัดการเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้านนั้นจะมุ่งเน้นการสร้างสรรค์องค์ความรู้ด้วยตัวผู้เรียนเองตามทักษะความรู้ ความสามารถและสติปัญญาของเอกัตบุคคล (Individualized Competency) ตามศักยภาพทางการเรียนแต่ละคน (Self-Paced) จากมวลประสบการณ์ที่ครูจัดให้ผ่านสื่อเทคโนโลยี ICT หลากหลายประเภทในปัจจุบัน และเป็นลักษณะการเรียนรู้จากแหล่งเรียนรู้นอกชั้นเรียนอย่างอิสระทั้งด้าน ความคิดและวิธีปฏิบัติ ซึ่งแตกต่างจากการเรียน



ภาพประกอบ 2 แสดงการเปรียบเทียบห้องเรียนแบบเดิมกับห้องเรียนกลับด้าน

ที่มา: <http://www.uw.edu/teaching.pdf>.

แบบเดิมที่ครูจะเป็นผู้ป้อนความรู้และประสบการณ์ให้ผู้เรียนในลักษณะของครูเป็นศูนย์กลาง (Teacher Center) ดังนั้น การสอนแบบกลับทางจะเป็นการ เปลี่ยนแปลงบทบาทของครูอย่างสิ้นเชิง กล่าวคือครูไม่ใช่ผู้ถ่ายทอดความรู้แต่จะทำบทบาทเป็นติวเตอร์ (Tutors) หรือโค้ช (Coach) ที่จะเป็นผู้จุดประกายและสร้างความสนุกสนานในการเรียน รวมทั้งเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการเรียน (Facilitators) ในชั้นเรียนนั้นๆ

ข้อเปรียบเทียบด้านตัวอย่างของกิจกรรมและเวลา ระหว่างการเรียนแบบเดิมกับห้องเรียนกลับด้าน มีดังภาพประกอบ 3

| ห้องเรียนแบบเดิม ( Traditional )  | ห้องเรียนแบบกลับด้าน ( Flipped Classroom )                                   |
|---|--|
| กิจกรรม Warm-up 5 นาที  | กิจกรรม Warm-up 5 นาที   |
| ทบทวนการบ้านของคืนก่อน 20 นาที  | ถาม - ตอบเรื่องวีดิทัศน์ 10 นาที   |
| บรรยายเนื้อหาวิชาใหม่ 30 - 45 นาที                                      | กิจกรรมเรียนรู้ที่ครอบคลุมหมาย หรือนักเรียนคิดเอง หรือ Lab 1 ชั่วโมง 15 นาที |
| กิจกรรมเรียนรู้ที่ครอบคลุมหมาย หรือนักเรียนคิดเอง หรือ Lab 20 - 35 นาที |  |

ภาพประกอบ 3 แสดงการเปรียบเทียบกิจกรรมและเวลาเรียนระหว่างห้องเรียนแบบเดิมกับห้องเรียนกลับด้าน

ที่มา: วิจารณ์ พานิช. (2556). ครูเพื่อศิษย์สร้างห้องเรียนกลับทาง.

#### 2.4 องค์ประกอบของการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนแบบกลับด้าน

การจัดการเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้าน ซึ่งเป็นนวัตกรรมการเรียนการสอนรูปแบบใหม่ในการสร้างผู้เรียนให้เกิดการเรียนรู้แบบรอบด้านหรือ Mastery Learning นั้น ได้มีนักการศึกษาได้กล่าวถึงองค์ประกอบของการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านไว้ดังนี้

Gerstein (2013) ได้กล่าวถึงการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านว่าประกอบไปด้วย องค์ประกอบสำคัญ 4 องค์ประกอบที่เกิดขึ้นเป็นวัฏจักร (Cycle) หมุนเวียนกันอย่างเป็นระบบซึ่งองค์ประกอบทั้ง 4 ที่เกิดขึ้นได้แก่

1. การกำหนดยุทธวิธีเพิ่มพูนประสบการณ์ (Experiential Engagement) โดยมีครูผู้สอนเป็นผู้ชี้แนะวิธีการเรียนรู้ให้กับผู้เรียนเพื่อเรียนเนื้อหาโดยอาศัยวิธีการที่หลากหลายทั้งการใช้ กิจกรรมที่ กำหนดขึ้นเอง เกม สถานการณ์จำลอง สื่อปฏิสัมพันธ์ การทดลอง หรืองานด้านศิลปะแขนงต่างๆ

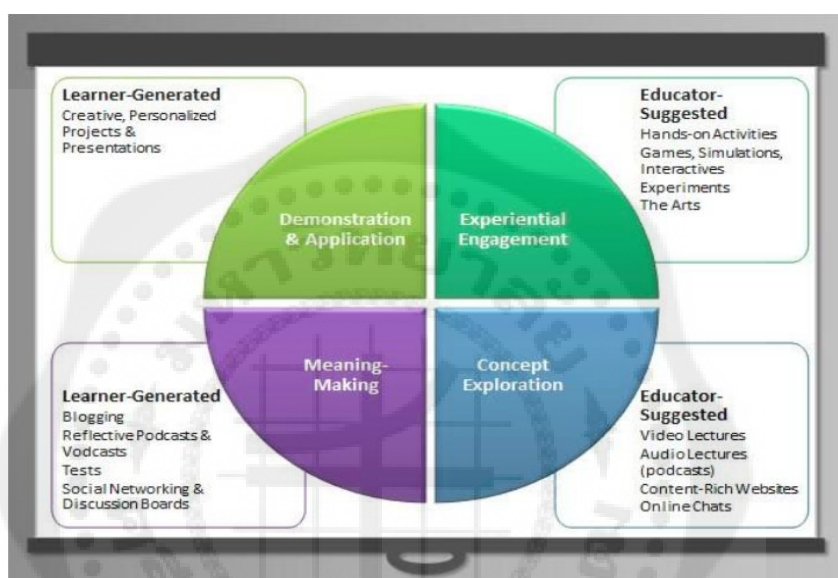
2. การสืบค้นเพื่อให้เกิดมโนทัศน์รวบยอด (Concept Exploration) โดยครูผู้สอนเป็นผู้คอยชี้แนะให้กับผู้เรียนจากสื่อหรือกิจกรรมหลายประเภทเช่น สื่อประเภทวิดีโอบันทึกการบรรยาย การใช้สื่อบันทึกเสียงประเภท Podcasts การใช้สื่อ Websites หรือสื่อออนไลน์ Chats

3. การสร้างองค์ความรู้ที่มีความหมาย (Meaning Making) โดยผู้เรียนเป็นผู้บูรณาการ สร้างทักษะองค์ความรู้จากสื่อที่ได้รับจากการเรียนรู้ด้วยตนเองโดยการสร้างกระดาน

ความรู้ อีเล็กทรอนิกส์ (Blogs) การใช้แบบทดสอบ การใช้สื่อสังคมออนไลน์และกระดานสำหรับอภิปรายแบบออนไลน์ (Social Networking & Discussion Boards)

4. การสาธิตและประยุกต์ใช้ (Demonstration & Application) เป็นการสร้างองค์ความรู้โดย ผู้เรียนเองในเชิงสร้างสรรค์ โดยการจัดทำเป็นโครงงาน และผ่านกระบวนการนำเสนอผลงานที่เกิดจากการรังสรรค์งานเหล่านั้น

Model หรือตัวแบบของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้านที่กล่าวไว้ในเบื้องต้นนั้น สามารถกำหนดเป็นภาพเชิงกราฟิกดังต่อไปนี้



ภาพประกอบ 4 แสดงโมเดลห้องเรียนแบบกลับด้าน (Flipped Classroom Model)

ที่มา: <http://www.google.go.th/imgres?imgurl=http://1.bp.blogspot.com/Pprl>

จากองค์ประกอบของการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านที่ได้กล่าวมาข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านมีองค์ประกอบสำคัญ 4 ประการ ได้แก่

1. การกำหนดยุทธวิธีเพิ่มพูนประสบการณ์ (Experiential Engagement)
2. การสืบค้นเพื่อให้เกิดมโนทัศน์รวบยอด (Concept Exploration)
3. การสร้างองค์ความรู้ที่มีความหมาย (Meaning Making)
4. การสาธิตและประยุกต์ใช้ (Demonstration & Application)

## 2.5 ประโยชน์ที่เกิดจากการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน

Jonathan Bergmann และ Aaron Sams (2012) ได้กล่าวถึงประโยชน์ที่เกิดจากการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน ดังนี้

1. เพื่อเปลี่ยนวิธีการสอนของครู จากการบรรยายหน้าชั้นเรียนหรือจากครูสอนไปเป็นครูฝึก ฝึก การทำแบบฝึกหัดหรือทำกิจกรรมอื่นในชั้นเรียนให้แก่ศิษย์เป็นรายบุคคล หรืออาจเรียกว่าเป็น “ครูตัวเตอร้”
2. เพื่อใช้เทคโนโลยีการเรียนที่เด็กสมัยใหม่ชอบโดยใช้สื่อ ICT ซึ่งกล่าวได้ว่าเป็นการนำโลก ของโรงเรียนเข้าสู่โลกของนักเรียนซึ่งเป็นโลกยุคดิจิทัล
3. ช่วยเหลือเด็กที่มีงานยุ่งเด็กสมัยนี้มีกิจกรรมมากดังนั้นจึงต้องเข้าไปช่วยเหลือในการจัดการเรียนรู้โดยใช้บทสอนที่สอนด้วยวีดิทัศน์อยู่บนอินเทอร์เน็ต (Internet) ช่วยเหลือเด็กเรียนไว้ล่วงหน้าหรือ เรียนตามชั้นเรียนได้ง่ายขึ้น รวมทั้งเป็นการฝึกเด็กให้รู้จักการบริหารเวลาของตนเอง
4. ช่วยเหลือเด็กเรียนอ่อนให้ชวนขวหายหาความรู้ ในชั้นเรียนปกติเด็กเหล่านี้จะถูกทอดทิ้งแต่ในห้องเรียนกลับด้าน เด็กจะได้รับการเอาใจใส่จากครูมากที่สุดโดยอัตโนมัติ
5. ช่วยเหลือเด็กที่มีความสามารถแตกต่างกันให้ก้าวหน้าในการเรียนตามความสามารถของตนเอง เพราะเด็กสามารถฟัง-ดูวีดิทัศน์ได้เองจะหยุดตรงไหนก็ได้ หรือเรียนหลายๆ รอบก็ได้ ตามที่ ตนเองพึงพอใจที่จะเรียน
6. ช่วยเหลือเด็กสามารถเรียนหลายๆ รอบกับครูของตนเองได้ ทำให้เด็กจัดเวลาเรียนตามที่ตนพอใจ เบื่อก็หยุดพักได้ สามารถแบ่งเวลาในการดูเป็นช่วงได้
7. ช่วยให้เกิดปฏิสัมพันธ์ระหว่างเด็กกับครูเพิ่มขึ้น ตรงกันข้ามกับการที่เรียนแบบออนไลน์ การ เรียนแบบห้องเรียนกลับด้านยังเป็นรูปแบบการเรียนที่นักเรียนยังคงมาโรงเรียนและนักเรียนพบปะกับครู ห้องเรียนกลับด้านเป็นการประสานการใช้ประโยชน์ระหว่างการเรียนแบบออนไลน์ และการเรียนแบบระบบพบหน้า ช่วยเปลี่ยนและเพิ่มบทบาทของครูให้เป็นทั้งพี่เลี้ยง (Mentor) เพื่อน เพื่อนบ้าน (Neighbor) และผู้เชี่ยวชาญ (Expert)
8. ช่วยเหลือครูรู้จักนักเรียนดีขึ้น หน้าที่ของครูไม่ใช่เพียงช่วยให้ศิษย์ได้ความรู้หรือเนื้อหา แต่ต้องกระตุ้นให้เกิดแรงบันดาลใจ (Inspire) ให้กำลังใจ รับฟังและช่วยเหลือหรือส่งเสริมผู้เรียนซึ่งเป็นมิติสำคัญที่จะช่วยเสริมพัฒนาการทางการเรียนของเด็ก
9. ช่วยเพิ่มปฏิสัมพันธ์ระหว่างเพื่อนนักเรียนด้วยกันเองจากกิจกรรมทางการเรียนที่ครูจัดประสบการณ์ขึ้นมานั้น ผู้เรียนสามารถที่จะช่วยเหลือเกื้อกูลซึ่งกันและกันได้ดี เป็นการปรับเปลี่ยน กระบวนทัศน์ของนักเรียนที่เคยเรียนตามคำสั่งครูหรือทำงานให้เสร็จตามกำหนด เป็นการเรียนเพื่อตนเองไม่ใช่คนอื่น ส่งผลต่อเด็กที่เอาใจใส่การเรียนและปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนด้วยกันจะเพิ่มขึ้น โดยอัตโนมัติ
10. ช่วยให้เห็นคุณค่าของความแตกต่าง ตามปกติแล้วในชั้นเรียนเดียวกันจะมีเด็กที่มีความแตกต่างกันมาก มีความถนัดและความชอบที่แตกต่างกัน ดังนั้นการจัดกิจกรรมการสอนแบบห้องเรียนกลับด้านจะช่วยให้ครูเห็นจุดอ่อนจุดแข็งของผู้เรียนแต่ละคน
11. เป็นการปรับเปลี่ยนรูปแบบการจัดการห้องเรียน ช่วยเปิดช่องให้ครูสามารถจัดการ ชั้นเรียนได้ตามความต้องการที่จะทำ ครูสามารถทำหน้าที่ของการสอนที่สำคัญในเชิงสร้างสรรค์เพื่อสร้างคุณภาพแก่ชั้นเรียน ช่วยเหลือเด็กรู้อนาคตของชีวิตได้ดีที่สุด



12. เปลี่ยนคำสนทนากับพ่อแม่ ประสานความสัมพันธ์ที่ดีระหว่างโรงเรียนกับผู้ปกครอง ซึ่งการรับทราบและแลกเปลี่ยนความรู้ร่วมกันจะทำให้เด็กเกิดการเรียนรู้ที่ดี

13. ช่วยให้เกิดความโปร่งใสในการจัดการศึกษา การใช้ห้องเรียนแบบกลับด้านโดยนำสาระคำสอนไปไว้ในวีดิทัศน์ นำไปเผยแพร่ทางอินเทอร์เน็ต เป็นการเปิดเผยเนื้อหาสาระทางการเรียน ให้สาธารณชนได้ทราบ เป็นการสร้างความเชื่อมั่นในคุณภาพการเรียนการสอนให้ผู้ปกครองทราบ

จากประโยชน์ที่เกิดจากการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านที่ได้กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านจะช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียนตลอดเวลา ช่วยให้นักเรียนรู้จักบริหารเวลาของตนเองให้เหมาะสมและศึกษาเรียนรู้ได้ตามศักยภาพของตน สร้างปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียนจากการทำกิจกรรมในชั้นเรียน ทำให้ครูมองเห็นจุดแข็งและจุดอ่อนของนักเรียนแต่ละคน ครูสามารถให้คำแนะนำและช่วยเหลือนักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

## 2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน

พัชฎา บุตรยะถาวร (2558) ได้ศึกษาเกี่ยวกับผลการสองของวิธีการสอนแบบห้องเรียนกลับด้านด้วยการเรียนออนไลน์และวิธีการสอนแบบสืบเสาะ เรื่องระบบไหลเวียนเลือดที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระหว่างวิธีการสอนแบบห้องเรียนกลับด้านด้วยการเรียนออนไลน์ และวิธีการสอนแบบสืบเสาะ และศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อวิธีการสอนแบบห้องเรียนกลับด้าน โดยใช้กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาน้อมเกล้า ปทุมธานี จำนวน 2 ห้อง ห้องละ 30 คน ผลการวิจัยพบว่า ประสิทธิภาพของวิธีการสอนแบบห้องเรียนกลับด้านด้วยการเรียนออนไลน์มีค่าประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 ส่วนการสอนแบบสืบเสาะมีค่าประสิทธิภาพเป็นไปตามเกณฑ์ 80/80 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยวิธีการสอนแบบห้องเรียนกลับด้านด้วยการเรียนออนไลน์สูงกว่าวิธีการสอนแบบสืบเสาะอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อวิธีการสอนแบบห้องเรียนกลับด้านด้วยการเรียนออนไลน์และวิธีการสอนแบบสืบเสาะอยู่ในระดับมาก

ลัทธพล ด่านสกุล (2558) ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านด้วยพอดคาสต์โดยใช้กลวิธีกำกับตนเองที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องโครงสร้างการโปรแกรมและการกำกับตนเอง โดยมีวัตถุประสงค์ 1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องโครงสร้างการระกว้างก่อนเรียนและหลังเรียน 2. เพื่อพัฒนาเว็บไซต์พอดคาสต์สำหรับการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านโดยใช้กลวิธีกำกับตนเอง และ 3. เพื่อเปรียบเทียบการกำกับตนเองระกว้างก่อนเรียนและหลังเรียน โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 ที่ได้จากการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม โดยการสุ่มมา 2 ห้องเรียน โดยแบ่งเป็นกลุ่มหาประสิทธิภาพของเว็บไซต์พอดคาสต์ 1

ห้องเรียนและกลุ่มทดลองที่ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการกำกับตนเองของนักเรียนที่เรียนรู้ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน 1 ห้องเรียน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ 1. แผนการจัดการเรียนรู้ 2. เว็บไซต์พอดคาสต์ 3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พบว่า 1. ประสิทธิภาพของเว็บไซต์พอดคาสต์สำหรับการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านโดยใช้กลวิธีการกำกับตนเอง เรื่องโครงสร้างโปรแกรม มีค่าเท่ากับ 81.07/83.35 2. นักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ที่เรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านโดยใช้กลวิธีการกำกับตนเองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ลัลณ์ลิต เอี่ยมอำนวยสุข (2556) ได้ศึกษาเรื่องการสร้างสื่อบนอุปกรณ์คอมพิวเตอร์พกพา เรื่องการเคลื่อนไหวในระบบดิจิทัลเบื้องต้นโดยใช้วิธีการสอนแบบห้องเรียนกลับด้าน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและประเมินคุณภาพสื่อบนอุปกรณ์คอมพิวเตอร์พกพาเรื่องการเคลื่อนไหวในระบบดิจิทัลเบื้องต้นที่ใช้วิธีการสอนแบบห้องเรียนกลับด้าน เพื่อหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน เพื่อประเมินความสามารถในการทำงานของผู้เรียน และเพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการเรียนด้วยสื่อบนอุปกรณ์คอมพิวเตอร์พกพาเรื่องการเคลื่อนไหวในระบบดิจิทัลเบื้องต้นโดยใช้วิธีการสอนแบบห้องเรียนกลับด้าน โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นิสิตวิทยาลัยนวัตกรรมสื่อสารสังคม มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ที่เรียนวิชาการเคลื่อนไหวในระบบดิจิทัลเบื้องต้น จำนวน 30 คน พบว่าการประเมินด้านเนื้อหาที่มีคุณภาพอยู่ในระดับดี ผู้เรียนมีคะแนนสอบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ผลจากการประเมินความสามารถในการทำงานของผู้เรียนเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดไว้ พบว่าอยู่ในเกณฑ์ดี ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อสื่อบนคอมพิวเตอร์พกพาเรื่องการเคลื่อนไหวในระบบดิจิทัลเบื้องต้นที่ใช้วิธีการสอนแบบห้องเรียนกลับด้านอยู่ในระดับมาก

Chippis (2012) ได้ศึกษาประสิทธิผลของการใช้วิดีโอการเรียนการสอนออนไลน์โดยใช้รูปแบบการเรียนแบบห้องเรียนกลับด้าน ในกลุ่มที่มีการแก้ปัญหาเรื่อง แคลคูลัส พบว่าการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านให้การสนับสนุนมากขึ้นกว่าการเรียนแบบดั้งเดิมและเน้นความสำคัญของเนื้อหาและความเข้าใจอย่างมีประสิทธิภาพ รูปแบบการเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้านมีศักยภาพเพียงพอที่จะทำให้นักเรียนเรียนรู้ได้ดีขึ้น

Johnson (2013) ได้ศึกษาเรื่องการรับรู้ของนักเรียนในห้องเรียนกลับด้าน ซึ่งวิธีการสอนแบบห้องเรียนกลับด้านเป็นวิธีการสอนที่สามารถลดปริมาณการเรียนการสอนได้โดยตรง และทำให้มีเวลาในการที่จะลงมือปฏิบัติได้มากขึ้น โดยเป็นวิธีที่ใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีมาช่วยทำให้สามารถจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่นักเรียนสามารถเรียนออนไลน์ได้ โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียนวิชาคณิตศาสตร์ จำนวน 3 ห้องเรียนที่ให้เรียนด้วยวิธีการสอนแบบห้องเรียนกลับด้าน โดยให้นักเรียนเรียนทางโซเชียลมีเดีย และเทคโนโลยีทางอินเทอร์เน็ตและคอมพิวเตอร์ พบว่าวิธีการสอนแบบห้องเรียนกลับด้านช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียนได้และทำให้การรับรู้ในเนื้อหาสูงขึ้น นักเรียนมีความสุขและมีความพึงพอใจกับวิธีการสอนแบบห้องเรียนกลับด้านมากกว่าการสอนแบบดั้งเดิม

Moeller (2014) ได้ศึกษาการใช้วิธีการสอนแบบห้องเรียนกลับด้านเพื่อเสริมสร้างทักษะและความเข้าใจในเครื่องปั้นดินเผา ผลการศึกษาพบว่าการสอนด้วยวิธีการสอนแบบห้องเรียนกลับด้านเป็นการเปลี่ยนวิธีการสอนแบบดั้งเดิมในรายวิชาประวัติศาสตร์เครื่องปั้นดินเผาที่เน้นการสอนแบบบรรยายในชั้นเรียนและให้การบ้านไปทำที่บ้าน เป็นวิธีการสอนโดยครูทำวิดีโอสาธิตวิธีการปั้นเครื่องปั้นดินเผาบันทึกไว้ให้นักเรียนไปศึกษาที่บ้าน จากนั้นวันต่อมาเมื่อถึงชั่วโมงเรียนครูจะถามคำถามให้นักเรียนตอบ และสำรวจความคิดเห็นของนักเรียนแต่ละคนจากการได้ศึกษาวิดีโอที่บ้าน จากนั้นครูก็ให้นักเรียนลงมือปฏิบัติจริง และมีการสรุปและอภิปรายเนื้อหาที่ได้เรียนมาทั้งหมด ปรากฏว่าผลคะแนนด้านทักษะและความเข้าใจเพิ่มขึ้นสูงจากที่เคยเรียนด้วยวิธีการสอนแบบดั้งเดิม

Spark (2011) ได้ศึกษาเรื่องโรงเรียนกลับด้านสำหรับการเรียน โดย Khan Academy โดยสรุปได้ว่า ผู้เขียนรายงานเกี่ยวกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านที่ผู้ปกครองสามารถช่วยเหลือบุตรหลานในการทำการบ้าน โดยเป็นรูปแบบที่ครูทำการบรรยายออนไลน์แล้วให้นักเรียนเข้าถึงที่บ้าน และใช้เวลาในชั้นเรียนในการฝึกปฏิบัติ ทำโครงการกลุ่ม หรือทำการบ้าน แต่มีนักวิจารณ์ได้ถกเถียงว่ารูปแบบนี้ทำให้นักเรียนพึ่งพาสื่อการเรียนออนไลน์มากเกินไปและยากต่อการนำไปใช้ในโรงเรียน ซึ่งต้องอาศัยโครงสร้างพื้นฐานทางเทคโนโลยี แต่สามารถช่วยให้ครูกำหนดและติดตามนักเรียนเป็นรายบุคคลได้

### 3. ระบบชั้นเรียนออนไลน์ ClassStart

#### 3.1 ความหมายของระบบชั้นเรียนออนไลน์ ClassStart

จากการศึกษาเกี่ยวกับความหมายของระบบชั้นเรียนออนไลน์ ClassStart ได้มีนักการศึกษาให้ความหมายของระบบชั้นเรียนออนไลน์ ClassStart ไว้ดังนี้

ธวัชชัย ปิยะวัฒน์ และ จันทวรรณ ปิยะวัฒน์ (2557; ออนไลน์) ได้ให้ความหมายของระบบชั้นเรียนออนไลน์ ClassStart ไว้ว่า หมายถึง ระบบชั้นเรียนออนไลน์ที่พัฒนาขึ้นเพื่อรองรับรูปแบบการจัดการศึกษาของไทยและมุ่งส่งเสริมกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยผู้สอนสามารถออกแบบการเรียนการสอนที่มีความยืดหยุ่นและใช้สื่อเทคโนโลยีของ ClassStart เพื่อตอบสนองต่อความต้องการของผู้เรียนได้อย่างสะดวก เนื่องจากสามารถใช้งานได้ง่าย เข้าถึงได้ทุกที่ทุกเวลาเพียงแค่มียูเอสบีซีและอินเทอร์เน็ต อีกทั้งผู้ใช้ไม่ต้องติดตั้งและดูแลเว็บไซต์และเครือข่ายแม่เอง

รุจินันท์ ปัญญาจิต (2557; ออนไลน์) ได้กล่าวถึง ระบบชั้นเรียนออนไลน์ ClassStart ว่าเป็นระบบการจัดการชั้นเรียนผ่านระบบออนไลน์ บริการฟรี แก่ทุกสถานศึกษาทั่วประเทศไทย และห้ามใช้เพื่อการค้าในทุกรณีให้บริการโดยศูนย์พัฒนาวัตกรรมเพื่อการจัดการความรู้และการเรียนรู้ (ผู้พัฒนา GotoKnow.org) คณะวิทยาการจัดการมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ โดยความร่วมมือกับสำนักงานส่งเสริมสังคมแห่งการเรียนรู้และคุณภาพเยาวชน (สสค.)

จากความหมายของระบบชั้นเรียนออนไลน์ที่ได้กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยได้ยึดความหมายของระบบชั้นเรียนออนไลน์ ClassStart ตามรัชชัย ปิยะวัฒน์ และจันทวรรณ ปิยะวัฒน์ ซึ่งสามารถสรุปได้ว่า ระบบชั้นเรียนออนไลน์ที่พัฒนาขึ้นเพื่อรองรับรูปแบบการจัดการศึกษาของไทยและมุ่งส่งเสริมกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยผู้สอนสามารถออกแบบการเรียนการสอนที่มีความยืดหยุ่นและใช้สื่อเทคโนโลยีของ ClassStart เพื่อตอบสนองต่อความต้องการของผู้เรียนได้อย่างสะดวก เนื่องจากสามารถใช้งานได้ง่าย เข้าถึงได้ทุกที่ทุกเวลาเพียงแค่มือคอมพิวเตอร์และอินเทอร์เน็ต

### 3.2 ลักษณะของระบบชั้นเรียนออนไลน์ ClassStart

รุจิพันธ์ ปัญญาจิต (2557; ออนไลน์) ได้กล่าวถึง ระบบชั้นเรียนออนไลน์ ClassStart ว่าเป็นระบบการจัดการชั้นเรียนออนไลน์ ซึ่งได้รับการพัฒนาให้สอดคล้องกับรูปแบบการเรียนการสอนของไทย เพื่อให้ผู้สอนจัดการชั้นเรียนได้อย่างสะดวกขึ้นจริง และให้ผู้เรียนเข้าถึงการเรียนการสอนออนไลน์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ความสามารถของระบบในปัจจุบัน ได้แก่

1. การให้การบ้านกลุ่มและเดี่ยว
2. การตรวจการบ้าน
3. การให้คะแนน
4. การดาวน์โหลดคะแนนรวมเพื่อการคำนวณเกรด
5. การจัดการเอกสารการสอน
6. การมีผู้ช่วยสอน
7. ข่าวประกาศของชั้นเรียน
8. เว็บบอร์ดสนทนาในชั้นเรียน
9. บันทึกการเรียนรู้ (Reflective journal)



ภาพประกอบ 5 ลักษณะของระบบ ClassStart

ที่มา: รัชชัย ปิยะวัฒน์ และ จันทวรรณ ปิยะวัฒน์ (2557; ออนไลน์)

ClassStart.org ให้บริการโดยใช้เทคโนโลยี Cloud Computing จากผู้ให้บริการชั้นนำระดับโลกทำให้สามารถรองรับชั้นเรียนได้ไม่จำกัดจำนวนและไม่จำกัดปริมาณข้อมูล

### 3.3 องค์ประกอบของระบบชั้นเรียนออนไลน์ ClassStart

ระบบชั้นเรียนออนไลน์ ClassStart เปิดให้บริการฟรีแก่ผู้เรียนผู้สอนทั่วประเทศ เมื่อสมัครเป็นสมาชิกแล้วสามารถเริ่มใช้งานระบบต่างๆ ได้ทันที โดยไม่มีการจำกัดจำนวนชั้นเรียนและจำนวนนักเรียนในชั้น รวมทั้งไม่จำกัดพื้นที่การเก็บข้อมูลอีกด้วย นอกจากนี้ยังสามารถรองรับปริมาณการใช้งานจำนวนมากได้พร้อมๆ กันอย่างมีประสิทธิภาพ ความสามารถของ ClassStart ประกอบด้วย ระบบสมาชิก ระบบการจัดการชั้นเรียน ระบบข่าวประกาศสำหรับชั้นเรียน ระบบเอกสารการสอนสำหรับชั้นเรียน ระบบเว็บบอร์ดสำหรับชั้นเรียน ระบบกลุ่มผู้เรียนในชั้นเรียน ระบบจัดการแบบฝึกหัด (การบ้าน) และระบบบันทึกการเรียนรู้อัตโนมัติรายละเอียดต่อไป (รจันท์ ปัญญาจิต. 2557; ออนไลน์)

#### 1. ระบบสมาชิก

ก่อนเริ่มใช้งานระบบชั้นเรียนออนไลน์ ClassStart จะต้องมีการสมัครสมาชิก โดยจะใช้อีเมลเป็นตัวกลางในการสื่อสารถึงกัน ผู้ที่เป็นสมาชิกแล้วจะสามารถแก้ไขข้อมูลสมาชิกและ รูปประจำตัวได้โดยข้อมูลและรายละเอียด เฉพาะสมาชิก ClassStart ที่เป็นผู้สอนเท่านั้นที่สามารถดูได้ นอกจากนี้ สมาชิก ClassStart สามารถมีบทบาทได้ทั้งเป็นผู้สอนหรือผู้เรียน เช่น ในชั้นเรียน A นาย ก. เป็นผู้สอน แต่ในชั้นเรียน B นาย ก. เป็นผู้เรียนของผู้อื่น เป็นต้น ดังนั้นเมนูการใช้งาน ClassStart จึงถูกจัดแบ่งออกเป็น เมนูสำหรับสมาชิก เมนูสำหรับผู้สอน และ เมนูสำหรับผู้เรียน

#### 2. ระบบจัดการชั้นเรียน

ระบบจัดการชั้นเรียนใน ClassStart เน้นการจัดการเรียนการสอนที่มีความยืดหยุ่นและหลากหลายเพื่อตอบสนองความต้องการของผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ผู้สอนสามารถประยุกต์ใช้เครื่องมือต่างๆ ของ ClassStart ให้เหมาะสมต่อรูปแบบการเรียนรู้อันหลากหลายในแต่ละชั้นเรียน เช่น การเรียนรู้แบบกลุ่ม การเรียนรู้แบบกระตือรือร้น และการเรียนรู้แบบอุปนัย โดยก่อนที่จะเริ่มใช้ความสามารถทั้งหมดของ ClassStart จะต้องดำเนินการจัดการชั้นเรียนโดยมีการสร้างชั้นเรียนพร้อมแจ้งลิงค์ของชั้นเรียนนั้นๆ ให้แก่ผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนจะได้ทำการขอเข้าร่วมชั้นเรียน หลังจากนั้นผู้สอนจะต้องมีการอนุมัติหรือปฏิเสธผู้เรียนในการเข้าชั้นเรียนนอกจากนี้ผู้สอนยังสามารถเพิ่มผู้ช่วยสอนสำหรับชั้นเรียนหนึ่งๆ ได้อีกด้วย ซึ่งผู้ช่วยสอนจะได้รับสิทธิในการเข้าใช้ระบบเช่นเดียวกับผู้สอน ไม่ว่าจะเป็น การให้คะแนนผู้เรียน การจัดการข่าวประกาศ การสนทนา ร่วมกันผู้เรียน เป็นต้น แต่ผู้ช่วยสอนจะไม่ได้รับสิทธิในการปิดชั้นเรียน

#### 3. ระบบข่าวประกาศ

สำหรับชั้นเรียนด้วยระบบข่าวประกาศสำหรับชั้นเรียน ผู้สอนสามารถประกาศข้อความแก่ผู้เรียนในชั้นเรียนได้อย่างสะดวก โดยสามารถเลือกวันเวลาที่เริ่มต้นและสิ้นสุดการแสดงผล

ข่าวประกาศนั้น ๆ ได้ และเลือกส่งข่าวนี้ผ่านทางอีเมลแก่ผู้เรียนทุกคนได้อีกด้วย ทำให้ผู้เรียนไม่พลาดข่าวสารข้อความสำคัญที่ผู้สอนต้องการสื่อสารไปถึงแม้จะเร่งด่วนเพียงใดก็ตาม

#### 4. ระบบเอกสารการสอน

สำหรับระบบชั้นเรียนออนไลน์ ClassStart มีระบบเอกสารการสอนที่ช่วยให้ผู้สอนสามารถวางแผนการเรียนการสอนได้อย่างมีลำดับขั้นตอน ซึ่งผู้สอนสามารถให้เนื้อหาที่ใช้ในการเรียนการสอนแก่ผู้เรียนไว้ก่อนล่วงหน้าทั้งหมดในรูปแบบสื่ออันหลากหลาย ไม่ว่าจะเป็น ไฟล์ข้อมูลประเภทต่าง ๆ ไฟล์รูป และวิดีโอคลิปซึ่งจะเป็นการสร้างผลสัมฤทธิ์ในการสื่อสารและถ่ายทอดความรู้ได้เป็นอย่างดีอีกทั้งด้วยศักยภาพของสื่อสาธารณะทางสังคมในโลกอินเทอร์เน็ต (Social media) ที่ส่งเสริมให้เกิดการเผยแพร่เนื้อหาความรู้ได้อย่างสะดวก ระบบเอกสารการสอนสำหรับชั้นเรียนของ ClassStart สามารถรองรับสื่อเหล่านี้ได้ถูกประเภทอย่างสมบูรณ์แบบทำให้ผู้เรียนสามารถได้รับความรู้ที่เป็นปัจจุบันเท่าทันผู้เรียนในประเทศชั้นนำของโลกได้ นอกจากนี้หากผู้สอนสามารถผลิตไฟล์เสียงหรือไฟล์วิดีโอของการสอนได้ก่อนล่วงหน้าและนำมาเผยแพร่ไว้ในชั้นเรียนของผู้สอนใน ClassStart ไว้ก่อนจะทำให้ผู้เรียนสามารถศึกษาเนื้อหาการเรียนได้ทั้งก่อนและหลังการเข้าชั้นเรียน ทำให้ผู้สอนสามารถใช้ชั่วโมงในชั้นเรียนเน้นไปที่การพูดคุยซักถามปัญหาข้อสงสัยในเนื้อหาหรือทำกิจกรรมเสริมการเรียนในชั้นเรียนได้มากยิ่งขึ้น

#### 5. ระบบเว็บบอร์ดสำหรับชั้นเรียน

หลักการจัดการเรียนการสอนโดยยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลางนั้น ผู้สอนจะมีหน้าที่คอยกระตุ้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมที่จะเรียนเพื่อการเรียนรู้ได้ด้วยตนเองอย่างแท้จริง ระบบเว็บบอร์ดสำหรับชั้นเรียนใน ClassStart สามารถเข้ามาช่วยเหลือผู้สอนให้สามารถการดำเนินการลักษณะนี้ได้อย่างต่อเนื่องไม่ขึ้นกับเวลา และสถานที่โดยผู้สอนจะสามารถให้ข้อมูลป้อนกลับ และสร้างปฏิสัมพันธ์อันดีแก่ผู้เรียนผ่านทางเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้อย่างสะดวกรวดเร็ว ทั้งในและนอกชั้นเรียน อันเป็นการส่งเสริมการเรียนรู้อย่างกระตือรือร้นผู้เรียนหรือผู้สอนสามารถเป็นผู้ตั้งต้นข้อสนทนาได้ หากผู้สอนเป็นผู้สร้างข้อสนทนา ผู้สอนจะสามารถส่งอีเมลแจ้งเตือนไปยังผู้เรียนทุกคนได้อีกด้วยทำให้มั่นใจได้ว่าผู้เรียนจะได้รับข้อมูลนี้ทุกคนนอกจากนี้ทั้งผู้สอนและผู้เรียนทุกคนในชั้นเรียนจะสามารถตอบกลับข้อสนทนานั้น ๆ ได้ อีกทั้งการสนทนายังสามารถแนบไฟล์ประกอบได้อีกด้วย และหากข้อสนทนาไม่เหมาะสมหรือผู้สอนเห็นควรแก่การปิดข้อสนทนาจึงสามารถทำการปิดข้อสนทนานั้น ๆ ได้เอง แต่ผู้เรียนจะไม่สามารถทำการปิดข้อสนทนาใดๆ ได้

#### 6. ระบบกลุ่มผู้เรียนในชั้นเรียน

ด้วยระบบกลุ่มผู้เรียนในชั้นเรียนของ ClassStart ผู้สอนสามารถกำหนดกลุ่มผู้เรียนตัวแทนกลุ่ม และสมาชิกของกลุ่มได้ เพื่อเอื้อต่อการให้ผู้เรียนทำงานเป็นกลุ่ม เพื่อแก้ปัญหาหรือทำโครงการ (Cooperative learning) และผู้เรียนสามารถส่งแบบฝึกหัดหรือการบ้านของกลุ่มได้ โดยผู้สอนจะให้คะแนนเป็นกลุ่ม ซึ่งสมาชิกในกลุ่มจะได้คะแนนเท่ากันทุกคน ระบบนี้จะมีการพัฒนาต่อไปเพื่อส่งเสริมการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มของผู้เรียนทางออนไลน์ อันจะเป็นการพัฒนาทักษะ

การบริหารจัดการโครงการและพัฒนาทักษะการสื่อสารการคิดเชิงวิเคราะห์และการปฏิสัมพันธ์ทางสังคม

#### 7. ระบบจัดการแบบฝึกหัด (การบ้าน)

ภาระงานพื้นฐานที่สำคัญอย่างหนึ่งของผู้สอน คือ การตรวจการบ้านหรือแบบฝึกหัดที่เป็นทั้งแบบงานเดี่ยวและงานกลุ่มในรูปแบบต่างๆ เช่น แบบฝึกหัดในชั้นเรียนหรือนอกชั้นเรียนกรณีศึกษาหรือแม้แต่การทำโครงการที่มีการส่งงานเป็นระยะๆ การมีเทคโนโลยีอย่าง ClassStart เข้ามาเอื้ออำนวยการประเมินผลแบบฝึกหัดจะทำให้เป็นการลดภาระงานส่วนนี้แก่ผู้สอนได้เป็นอย่างดี เนื่องจากการตรวจประเมินผลแบบฝึกหัดผ่านระบบ ClassStart ในรูปแบบของแบบฝึกหัดแบบไร้กระดาษ (Paperless assignments) สามารถบันทึกการเรียนรู้ (Reflective journal) เป็นการบันทึกสิ่งที่ได้เรียนรู้และกระบวนการเรียนรู้ที่เกิดขึ้น ในรูปแบบการถ่ายทอดที่เป็นตัวของตัวเอง กลวิธีนี้กำลังเพิ่มความนิยมมากขึ้นเรื่อยๆ จนเป็นแนวปฏิบัติทั่วไปในการเสริมสร้างกระบวนการเรียนรู้ อย่างกระตือรือร้นเนื่องจากการฝึกถ่ายทอดกระบวนการเรียนรู้ที่เกิดขึ้น มีความสำคัญไม่ยิ่งหย่อนไปกว่าเนื้อหาที่ได้รับจากการเรียนรู้ อีกทั้งการถ่ายทอดอย่างสม่ำเสมอ จะทำให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงสิ่งที่ได้เรียนรู้ และกระบวนการเรียนรู้ที่เกิดขึ้น อันจะทำให้ผู้เรียนสามารถจดจำเนื้อหา และเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ClassStart อำนวยให้ทั้งผู้สอนและผู้เรียนสามารถเขียนบันทึกการเรียนรู้ได้ โดยบันทึกที่เขียนไปแล้วสามารถแก้ไขหรือลบออกได้ และเลือกแสดงเป็นบันทึกส่วนตัวซึ่งผู้อื่นจะไม่สามารถอ่านได้ หรือแสดงเป็นบันทึกสำหรับชั้นเรียนที่เกี่ยวข้องได้ นอกจากนี้สามารถดูปุ่มถูกใจบันทึกที่ชอบได้อีกด้วยซึ่งเป็นการสร้างกำลังใจแก่ผู้เขียนได้เป็นอย่างดี ผู้สอนสามารถใช้ระบบนี้เพื่อติดตามความก้าวหน้าในกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียน โดยผู้สอนอาจจะกำหนดกับผู้เรียนในหัวข้อที่ผู้เรียนจะต้องเขียนบันทึกหลังจากการเรียน เช่น ทบทวนประเด็นที่ได้รับจากการเรียนรู้ ประเด็นที่อยากจะเรียนรู้เพิ่มเติม ประเด็นปัญหาและแนวทางการแก้ไขปัญหา เป็นต้น อีกทั้งยังเป็นการตรวจสอบข้อมูลย้อนกลับจากผู้เรียนได้อย่างต่อเนื่องทำให้ผู้สอนสามารถวางแผนการสอนเพื่อซ่อมเสริมกิจกรรมการเรียนการสอนให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้นอีกด้วย

จากการศึกษาองค์ประกอบของระบบชั้นเรียนออนไลน์ สามารถสรุปได้ว่า ระบบชั้นเรียนออนไลน์ประกอบไปด้วย 7 องค์ประกอบ ดังนี้ ระบบสมาชิก ระบบจัดการชั้นเรียน ระบบข่าวประกาศ ระบบเอกสารการสอน ระบบเว็บบอร์ดสำหรับชั้นเรียน ระบบกลุ่มผู้เรียนในชั้นเรียน ระบบจัดการแบบฝึกหัด (การบ้าน)

#### 3.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับระบบชั้นเรียนออนไลน์ ClassStart

กนกวรรณ เรืองแสนและลาวัณย์ ตูลยชาติ (2559) ได้ศึกษาการพัฒนาผลการเรียนรู้แบบ MVP ด้วยโปรแกรม ClassStart เรื่อง การออกแบบ Template Power Point ด้วยโปรแกรม Photoshop CS5 ผลการศึกษาพบว่า บทเรียนออนไลน์บน ClassStart เรื่อง การออกแบบ Template Power Point ด้วยโปรแกรม Photoshop CS5 โดยรวมมีคุณภาพอยู่ในระดับมาก ดัชนี

ประสิทธิภาพของบทเรียนออนไลน์ ClassStart มีค่าเท่ากับ 88.89/82.17 และผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยบทเรียนออนไลน์บท ClassStart โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด

ณัฐพร ศรีทอง (2558) ได้ศึกษาความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของเจตนาการใช้ Class Start ของนักศึกษามหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตสุราษฎร์ธานี ผลจากการศึกษาพบว่า โมเดลที่ปรับแล้วมีความกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์อยู่ในระดับดี ปัจจัยภายนอกและปัจจัยภายในสามารถอธิบายความแปรปรวนของเจตนาการใช้ Class Start ของนักศึกษาได้ร้อยละ 20 ปัจจัยภายนอกที่มีอิทธิพลต่อเจตนาการใช้ Class Start ของนักศึกษามากที่สุด คือ อิทธิพลทางสังคม (0.20) รองลงมาคือ ความเชื่อมั่น Class Start (0.80) และความสนใจเทคโนโลยีใหม่ส่วนบุคคล (0.05) โดยพบว่า อิทธิพลทางสังคม และความเชื่อมั่นใน Class Start มีอิทธิพลทางอ้อมต่อเจตนาการใช้ Class Start ผ่านการรับรู้ถึงความง่าย และการรับรู้ถึงประโยชน์ ส่วนความสนใจเทคโนโลยียุคใหม่ส่วนบุคคลมีอิทธิพลทางอ้อมต่อเจตนาการใช้ Class Start การรับรู้ถึงความง่ายตามลำดับ

#### 4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

##### 4.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นความสามารถของนักเรียนในด้านต่างๆ ซึ่งเกิดจากนักเรียนได้รับประสบการณ์จากกระบวนการเรียนการสอนของครู โดยครูต้องศึกษาแนวทางในการวัดและ ประเมินผล การสร้างเครื่องมือวัดให้มีคุณภาพนั้นต้องมีผู้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ดังนี้

สมพร เชื้อพันธ์ (2547) สรุปว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถ ความสำเร็จและสมรรถภาพด้านต่างๆ ของผู้เรียนที่ได้จากการเรียนรู้อันเป็นผลมาจากการเรียนการสอน การฝึกฝนหรือประสบการณ์ของแต่ละบุคคลซึ่งสามารถวัดได้จากการทดสอบด้วยวิธีการต่างๆ

ปราณี กองจินดา (2549) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสามารถหรือผลสำเร็จที่ได้รับจากกิจกรรมการเรียนการสอนเป็นการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมและประสบการณ์เรียนรู้ทางด้านพุทธิพิสัย จิตพิสัย และทักษะพิสัยและยังได้จำแนกผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ตามลักษณะของ วัตถุประสงค์ของการเรียนการสอนที่แตกต่างกัน

จากความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ได้กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยยึดความหมายตามกระทรวงศึกษาธิการ ซึ่งสามารถสรุปได้ว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสามารถหรือความสำเร็จที่ใช้ทักษะในการกระทำการใด ๆ หรือต้องอาศัยความรู้ในวิชาต่างๆ โดยเฉพาะ



## 4.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2545; 96) กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ ทักษะ และความสามารถทางวิชาการที่นักเรียนได้เรียนรู้มาแล้วว่า บรรลุผลสำเร็จตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้เพียงใด

สิริพร ทิพย์คง (2545; 193) กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ชุดคำถามที่มุ่งวัดพฤติกรรมกรเรียนของนักเรียนว่ามีความรู้ ทักษะ และสมรรถภาพด้าน สมองด้านต่าง ๆ ในเรื่องที่เรียนรู้ไปแล้วมากน้อยเพียงใด

สมพร เชื้อพันธ์ (2547; 59) กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง แบบทดสอบหรือชุดของข้อสอบที่ใช้วัดความสำเร็จหรือความสามารถในการทำกิจกรรม การเรียนรู้ของ นักเรียนที่เป็นผลมาจากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนของครูผู้สอนว่าผ่าน จุดประสงค์การเรียนรู้ที่ตั้งไว้เพียงใด

จากความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ได้กล่าวมา ผู้วิจัยได้ยึด ตาม ชิต ฤทธิ์จรูญ ซึ่งสามารถสรุปได้ว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ ความสามารถทางวิชาการที่นักเรียนได้เรียนรู้มาแล้วว่าบรรลุผลสำเร็จ ตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้เพียงใด

## 4.3 ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีหลายประเภท โดยนักการศึกษาได้แบ่ง ประเภทของแบบทดสอบไว้ดังนี้

ล้วน สายยศ (2559) ได้แบ่งประเภทของแบบทดสอบ ดังนี้

1. แบบทดสอบความเรียง (Subjective or Essay test) เป็นข้อสอบที่มีเฉพาะคำถาม แล้วให้นักเรียนเขียนตอบอย่างเสรี เขียนบรรยายตามความรู้และเขียนข้อคิดเห็นของแต่ละคน

2. แบบทดสอบถูก-ผิด (True-false test) คือข้อสอบแบบเลือกตอบที่มี 2 ตัวเลือกแต่ ตัวเลือกดังกล่าวเป็นแบบคงที่และมีความหมายตรงกันข้าม เช่น ถูก-ผิด ใช่-ไม่ใช่ จริง-เท็จ เหมือนกัน-ต่างกัน เป็นต้น

3. แบบทดสอบเติมคำ (Completion test) เป็นข้อสอบที่ประกอบด้วยประโยค หรือ ข้อความที่ยังไม่สมบูรณ์แล้วให้ตอบเติมคำหรือประโยค หรือข้อความลงในช่องว่างที่เว้นไว้เพื่อให้ มีใจความ สมบูรณ์และถูกต้อง

4. แบบทดสอบจับคู่ (Matching test) เป็นข้อสอบแบบเลือกตอบชนิดหนึ่งโดย มีค่า หรือ ข้อความแยกออกจากกันเป็น 2 ส่วนแล้วให้ผู้ตอบเลือกจับคู่ว่าแต่ละข้อความในชุดหนึ่งจะคู่กับ คำหรือ ข้อความใดในอีกชุดหนึ่งซึ่งมีความสัมพันธ์กันอย่างไรอย่างหนึ่งตามที่ผู้ออกข้อสอบกำหนด ไว้

5. แบบทดสอบเลือกตอบ (Multiple choice test) คำถามแบบเลือกตอบโดยทั่วไปจะ ประกอบด้วย 2 ตอน คือ ตอนนำหรือคำถาม (Stem) กับตอนเลือก (Choice) ในตอนเลือกนั้นจะ

ประกอบด้วยตัวเลือกที่เป็นคำตอบถูกและตัวเลือกลวง ปกติจะมีคำถามที่กำหนดให้พิจารณาแล้วหาตัวเลือกที่ถูกต้องมากที่สุดเพียงตัวเลือกเดียวจากตัวเลือกอื่นๆ และคำถามแบบเลือกตอบที่ดีนิยมใช้ตัวเลือกที่ใกล้เคียงกัน

จากประเภทของแบบทดสอบที่ได้กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส แบบเลือกตอบจำนวน 30 ข้อ 30 คะแนน โดยหนึ่งคำถามมี 4 ตัวเลือก ซึ่งมีคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

#### 4.4 การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามแนวคิดของบลูม

ลัวน สายยศ (2539) ได้กล่าวถึง การออกแบบข้อสอบแบบปรนัยตามแนวคิดลำดับขั้นของบลูม ดังนี้

1. ด้านความรู้ความจำ หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่เคยเรียนรู้มาแล้วเกี่ยวกับ ข้อเท็จจริง ศัพท์นิยาม มโนทัศน์ ข้อตกลง การจัดประเภท เทคนิควิธีการ หลักการ กฎ ทฤษฎี และแนวคิดที่สำคัญทางด้านวิทยาศาสตร์ นักเรียนที่มีความสามารถในด้านนี้จะแสดงออกโดยสามารถให้คำจำกัดความหรือนิยาม เล่าเหตุการณ์ จดบันทึก เรียกชื่อ อ่านสัญลักษณ์ และระลึกข้อสรุปได้ การวัดพฤติกรรมด้านความรู้ความจำลักษณะของข้อสอบจะถามเกี่ยวกับความรู้ความจำไม่เกินร้อยละยี่สิบของข้อสอบทั้งหมด

2. ด้านความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการอธิบาย การแปลความ การตีความ สร้างข้อสรุป ขยายความ นักเรียนมีความสามารถในด้านนี้จะแสดงออกโดยสามารถเปรียบเทียบ แสดงความสัมพันธ์ การอธิบายชี้แนะ การจำแนกเข้าหมวดหมู่ ยกตัวอย่าง ให้เหตุผล จับใจความ เขียนภาพประกอบ ตัดสินเลือก แสดงความเห็น อ่านกราฟแผนภูมิและแผนภาพได้

##### 2.1 พฤติกรรมความเข้าใจ แบ่งออกเป็น 3 ระดับ

2.1.1 ความสามารถอธิบายความเข้าใจต่างๆได้ด้วยตนเอง

2.1.2 ความสามารถจำแนกหรือระบุความรู้ได้เมื่อปรากฏในรูปสถานการณ์

ใหม่

2.1.3 ความสามารถแปลความรู้จากสัญลักษณ์หนึ่งไปสู่อีกสัญลักษณ์หนึ่ง

##### 2.2 การวัดพฤติกรรมความเข้าใจ

ลักษณะของข้อสอบจะถามให้นักเรียนอธิบายหรือบรรยายความรู้ต่างๆ ด้วยคำพูดของตัวเองหรือให้ระบุข้อเท็จจริง มโนทัศน์ หลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่กำหนดให้หรือให้แปลความหมายสถานการณ์ที่กำหนดให้ซึ่งอาจอยู่ในรูปของข้อความ สัญลักษณ์ รูปภาพ หรือแผนภาพ เป็นต้น

3. ด้านการนำไปใช้ เป็นการวัดความสามารถด้านการนำเอาความรู้ความเข้าใจมาประยุกต์ใช้ หรือแก้ปัญหาในเหตุการณ์ หรือสถานการณ์ใหม่ได้อย่างเหมาะสม การเขียนคำถามในระดับนี้อาจเขียนคำถามความสอดคล้องระหว่างวิชาและการปฏิบัติ ถามให้อธิบาย หลักวิชา ถามให้แก้ปัญหา ถามเหตุผลของภาคปฏิบัติ

4. ด้านการวิเคราะห์ เป็นการวัดความสามารถในการแยกแยะหรือแจกแจงรายละเอียดของเรื่องราว ความคิด การปฏิบัติออกเป็นระดับย่อยๆ โดยอาศัยหลักการหรือกฎเกณฑ์ต่างๆ เพื่อค้นพบข้อเท็จจริงและคุณสมบัติบางประการ คำถามระดับการวิเคราะห์ แบ่งออก 3 ประเภท คือ การวิเคราะห์ความสำคัญ การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ และการวิเคราะห์หลักการ

5. ด้านการวัดและประเมินค่า เป็นการวัดความสามารถในด้านการสรุปค่าหรือตีราคาเกี่ยวกับเรื่องราว ความคิด พฤติกรรมว่าดี-เลว เหมาะสม-ไม่เหมาะสม เพื่อหาจุดประสงค์บางประการมาอ้างโดยใช้เกณฑ์ภายในและการประเมินโดยใช้เกณฑ์ภายนอก

6. ด้านการคิดสร้างสรรค์ เป็นการวัดความสามารถในการรวบรวมและผสมผสานในด้านรายละเอียดหรือเรื่องราวปลีกย่อยของข้อมูลสร้างเป็นสิ่งใหม่ที่แตกต่างจากเดิม ความสามารถดังกล่าวเป็นพื้นฐานของความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

จากแนวคิดลำดับขั้นของบลูมดังกล่าว ผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส จำนวน 30 ข้อ ซึ่งประกอบไปด้วยการวัด 4 ด้าน คือ เข้าใจ นำไปใช้ วิเคราะห์ และคิดสร้างสรรค์

#### 4.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เนตรนภา เกียรติสมกิจ (2551) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง พันธะเคมี และความสามารถทางทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนแบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค STAD และเรียนด้วยวิธีปกติ พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง พันธะเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนแบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค STAD กับเรียนด้วยวิธีปกติ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างกลุ่มที่เรียนแบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค STAD และเรียนด้วยวิธีปกติ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

นิพัทธา ชัยกิจ (2551) ได้ศึกษาเรื่องการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และแรงจูงใจในการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายมัธยม) ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์สร้างความรู้กับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะแสวงหาความรู้ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และมีแรงจูงใจในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ขุนทอง คล้ายทอง (2554) ได้ศึกษาเรื่อง การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาเคมี 1 และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่มแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ในวิชาเคมี 1 ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่ม

และแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาเคมี 1 และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่มแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น ไม่แตกต่างกัน

## 5.กระบวนการแก้โจทย์ปัญหา

### 5.1 การแก้ปัญห

#### 5.1.1 ความหมายของการแก้ปัญห

ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ (2543) ได้ให้ความหมายของการคิดแก้ปัญหไว้ว่าเป็นการพิจารณาไตร่ตรองอย่างพินิจพิเคราะห์ถึงสิ่งต่าง ๆ ที่เป็นปมประเด็นสำคัญของเรื่องราวสิ่งต่าง ๆ ที่ก่อความรำคาญ ความยุ่งยาก ความสับสน และความวิตกกังวล โดยพยายามที่จะหาทางคลี่คลายสิ่งเหล่านั้นให้ปรากฏและหาหนทางขจัดปัดเป่าสิ่งที่เป็นปัญหาที่ก่อความรำคาญ ความยุ่งยากสับสนให้หมดไปอย่างมีขั้นตอน

กรมวิชาการ (2546) ได้กล่าวถึง การแก้ปัญหว่าเป็นการหาคำตอบของปัญหาที่ยังไม่รู้วิธีที่จะแก้มาก่อนทั้งเนื้อหาในวิทยาศาสตร์โดยตรงและปัญหาในชีวิตประจำวัน โดยใช้เทคนิควิธีการหรือกลยุทธ์ต่าง ๆ

จากการศึกษา สามารถสรุปได้ว่า การแก้โจทย์ปัญหเป็นการคิดหาหนทางในการแก้สิ่งที่เป็นปัญหาที่สร้างความรำคาญ ความยุ่งยาก ความสับสน หรือคำตอบของปัญหาที่มารู้มาก่อน โดยใช้วิธีการต่าง ๆ

### 5.2 โจทย์ปัญห

#### 5.2.1 ความหมายของโจทย์ปัญห

สนธิ ศิริ (2536) ได้ให้ความหมายของโจทย์ปัญหไว้ว่า หมายถึง สภาพปัญหาซึ่งประกอบด้วยจำนวนและตัวเลขตลอดจนคำห้อมล้อมที่ก่อให้เกิดปัญหา ซึ่งนักเรียนจะต้องตัดสินใจว่าจะใช้วิธีการอะไรมาแก้ปัญหานั้น ๆ

วรลักษณ์ อินตะวงศ์ (2539) ได้ให้ความหมายของโจทย์ปัญหไว้ว่า หมายถึง สถานการณ์ที่ประกอบด้วยจำนวน ตัวเลข และข้อความที่ก่อให้เกิดปัญหา ผู้เรียนตั้งตัดสินใจเลือกใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์มาแก้ปัญหาคบคู่กันไป ซึ่งต้องใช้ความสามารถในการคำนวณ ความรู้ความเข้าใจในการอ่านโจทย์ประกอบกับการพิจารณาโดยมีวิธีคิดเป็นกระบวนการตามลำดับชั้นมีการวางแผนตัดสินใจเพื่อแก้ปัญห

จากการศึกษาสามารถสรุปได้ว่า โจทย์ปัญห หมายถึง สภาพปัญหา เหตุการณ์ หรือสถานการณ์หรือคำถามที่ต้องการแก้ไข ซึ่งประกอบด้วยจำนวน และตัวเลข รวมถึงคำห้อมล้อมที่ก่อให้เกิดปัญหา ซึ่งจะต้องตัดสินใจว่าจะใช้วิธีใดมาแก้

### 5.3 กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของ Polya

สุภิญญา พิทักษ์ศักดิ์ดาการ (2541; อ้างอิงจาก Polya. 1957) ได้เป็นต้นแบบในเรื่องการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ได้เสนอขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา (Understanding the problem) การเรียนการสอนแก้โจทย์ปัญหาจะเริ่มจากการนำโจทย์ปัญหามาให้นักเรียนทำความเข้าใจโจทย์ โดยให้นักเรียนอ่านหรือพิจารณาโจทย์ปัญหา และบอกรายละเอียดทั้งหมดตามความเข้าใจของนักเรียน พิจารณาลักษณะของคำตอบและหาข้อมูลที่เกี่ยวข้อง การทำความเข้าใจโจทย์นี้ นักเรียนจำเป็นต้องมีทักษะการจับใจความ ทักษะการตีความ และทักษะการแปลความหมาย ดังนั้น การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ควรฝึกให้นักเรียนอ่านโจทย์ปัญหาให้ถูกต้องตามวรรคตอนของโจทย์ บอกได้ว่าสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ทั้งหมดกี่ตอน อะไรบ้างและสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบคืออะไร

ขั้นที่ 2 วางแผนแก้โจทย์ปัญหา (Devising a plan) การวางแผนแก้ปัญหาคือ เป็นขั้นตอนที่สำคัญขั้นตอนหนึ่ง ซึ่งครูผู้สอนต้องใช้เวลาและมีความละเอียดอ่อนในการจัดการเรียนการสอนพอสมควร ทั้งนี้เพราะการวางแผนจะช่วยให้นักเรียนประสบความสำเร็จในการแก้ปัญหามากขึ้น การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามขั้นตอนนี้ ครูควรนำโจทย์ปัญหาลักษณะต่างๆ ให้นักเรียนฝึกการเรียนรู้ยุทธวิธีในการแก้ปัญหามากมาย เพื่อจะได้เป็นข้อมูลในการวางแผนแก้ปัญหาคือเหมาะสมกับลักษณะของโจทย์ปัญหานั้นๆ

ขั้นที่ 3 ปฏิบัติตามแผน (Carrying out the plan) เมื่อนักเรียนได้ศึกษาทำความเข้าใจโจทย์และวางแผนการแก้ปัญหาคือแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือ การลงมือปฏิบัติตามแผนโดยการคำนวณหาคำตอบและแสดงวิธีทำ ในการคิดคำนวณหาคำตอบ นักเรียนจำเป็นต้องมีทักษะในการย่อความและสรุปความจากสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ เพื่อนำมาเขียนเป็นข้อความแสดงวิธีทำ

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบผลลัพธ์ (Looking back) ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนสุดท้าย ผู้สอนส่วนใหญ่มักจะมองข้ามความสำคัญของขั้นนี้ เนื่องจากการจัดการเรียนการสอนที่เป็นอยู่ในปัจจุบันมักจะให้ความสำคัญของคำตอบที่ถูกต้องมากกว่าจะคำนึงถึงกระบวนการในการคิดหาวิธีที่ถูกต้อง ครูควรจัดกิจกรรมให้นักเรียนมองย้อนกลับไปทบทวน และตรวจสอบขั้นตอนต่างๆ ที่ผ่านมาแล้ว โดยพิจารณาจากความสมเหตุสมผลของคำตอบ และพิจารณาว่าน่าจะมีคำตอบอื่น หรือวิธีการคิดเป็นอื่นได้อีกหรือไม่ โดยครูอาจใช้คำถามเพื่อช่วยให้นักเรียนมองย้อนกลับหรือตรวจสอบขั้นตอนต่างๆ

จากที่ได้กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า ขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาของ Polya นั้นมีขั้นตอนในการแก้ปัญหาคือ 4 ขั้นตอน คือ

ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา คือ เข้าใจว่าอะไรคือสิ่งที่ไม่รู้ อะไรจัดเป็นข้อมูล โจทย์กำหนดเงื่อนไขอะไรมาบ้าง และแยกสถานการณ์ออกเป็นส่วนๆ

ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผนแก้ปัญหา คือ ขั้นค้นคว้าหาความเชื่อมโยงระหว่างข้อมูลกับสิ่งที่  
ไม่รู้

ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา คือ ขั้นของการปฏิบัติตามแผนที่วางไว้และต้อง  
ตรวจสอบแต่ละขั้นตอนที่ปฏิบัติว่าถูกต้องหรือไม่

ขั้นที่ 4 ขั้นการตรวจสอบ คือ ขั้นที่ตรวจสอบการแก้ปัญหาว่าถูกต้องหรือไม่ โดย  
อาจจะใช้วิธีการอื่นๆ เพื่อตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้ว่าถูกต้องสมบูรณ์หรือไม่

#### 5.4 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา

Rendall (1987) ได้อธิบายถึงเกณฑ์การให้คะแนนว่ามี 3 รูปแบบ คือ การให้คะแนน  
แบบแยกส่วน การให้คะแนนในภาพรวมและการให้คะแนนแบบประมาณค่า ซึ่งมีวิธีการในการให้  
คะแนนดังนี้

5.4.1 การให้คะแนนแบบแยกส่วน หมายถึง การแบ่งการให้คะแนนแก้ปัญหออกเป็น  
3 ส่วนย่อย 3 ส่วน ขั้นทำความเข้าใจปัญหา ขั้นวางแผนแก้ปัญหา และขั้นดำเนินการตามแผน ใน  
แต่ละระดับมี 0-2 คะแนน โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

##### ขั้นทำความเข้าใจปัญหา

0 คะแนน หมายถึง เข้าใจผิดพลาด

1 คะแนน หมายถึง เข้าใจบางส่วนผิดพลาด แต่มีบางส่วนที่เข้าใจถูกต้อง

2 คะแนน หมายถึง เข้าใจปัญหาอย่างถูกต้อง

##### ขั้นวางแผนแก้ปัญหา

0 คะแนน หมายถึง ไม่มีการวางแผนในการแก้ปัญหาหรือมีแผนการ  
แก้ปัญหาไม่เหมาะสม

1 คะแนน หมายถึง วางแผนแก้ปัญหาถูกต้องบางส่วน แต่มีบางส่วนไม่  
ถูกต้อง

2 คะแนน หมายถึง วางแผนการแก้ปัญหาที่สามารถนำไปใช้แก้ปัญห  
อย่างเหมาะสม

##### ขั้นดำเนินการตามแผน

0 คะแนน หมายถึง ไม่มีคำตอบหรือคำตอบผิด

1 คะแนน หมายถึง คัดลอกข้อมูลบางส่วนผิดพลาด จึงทำให้การคิดคำนวณ  
ผิดพลาดแต่มีบางส่วนที่คำนวณถูกต้อง

2 คะแนน หมายถึง คำตอบถูกต้อง

5.4.2 การให้คะแนนในภาพรวม หมายถึง การมองผลผลิตการแก้ปัญหทั้งหมดโดย  
กำหนดช่วงคะแนน 0-4 ดังนี้

0 คะแนน หมายถึง กระดาษว่างเปล่า หรือมีข้อมูลง่าย ๆ แต่ไม่ปรากฏหลักฐานการคิดคำนวณ หรือการคิดคำนวณจากการกระทำที่ไม่เข้าใจปัญหา มีคำตอบที่ไม่ถูกต้องและไม่มีการแสดงวิธีหาคำตอบ

1 คะแนน หมายถึง มีร่องรอยปรากฏว่าพบวิธีการแก้ปัญหาที่ถูกต้องและคัดลอกข้อมูลที่จำเป็นในการแก้ปัญหา แสดงให้เห็นว่ามีความเข้าใจในการแก้ปัญหา มีร่องรอยการแสดงผลวิธีในการแสวงหาคำตอบอย่างเหมาะสมแต่ไม่สำเร็จ

2 คะแนน หมายถึง แสดงยุทธวิธีการแก้ปัญหาได้ถูกต้องแต่คำนวณผิดพลาด และมีร่องรอยปรากฏว่ามีความเข้าใจในปัญหา แต่ไม่ได้แสดงการแก้ปัญหาเพียงพอที่จะค้นพบคำตอบได้หรือใช้วิธีการคำนวณผิดพลาดในบางส่วน จึงทำให้คำตอบผิด นักเรียนค้นพบคำตอบของปัญหาย่อย แสดงวิธีการได้ถูกต้อง แต่กระบวนการทำงานไม่ถูกต้องหรือไม่ได้แสดงให้เห็นกระบวนการทำงาน

3 คะแนน หมายถึง มีเครื่องมือที่จะนำไปใช้ในการแก้ปัญหา สามารถแสดงวิธีการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง แต่ผิดพลาดในบางส่วนจึงทำให้คำตอบผิด มียุทธวิธีแก้ปัญหาที่เหมาะสมแต่คำตอบผิดโดยไม่ปรากฏเหตุผล หรือมีคำตอบบางส่วนถูกต้อง แสดงวิธีการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง เลือกยุทธวิธีการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง แต่การแก้ปัญหาไม่สมบูรณ์

4 คะแนน หมายถึง นักเรียนแก้ปัญหาได้ผิดพลาดเล็กน้อย และความผิดพลาดนั้นไม่ส่งผลต่อข้อมูลอื่นๆ นักเรียนแก้ปัญหาได้ถูกต้องสมบูรณ์ ได้คำตอบถูกต้อง

5.4.3 การให้คะแนนแบบประมาณค่า เป็นวิธีการประเมินผลการแก้ปัญหาของนักเรียนที่แสดงการคิดคำนวณ โดยการให้คะแนนตามอัตราส่วนของการคิดคำนวณ คะแนนอยู่ในช่วง 0-4 คะแนน มีหลักเกณฑ์คือ ถ้าคิดคำนวณได้ถูกต้องสมบูรณ์ ได้ 4 คะแนน ถ้าคิดคำนวณไม่ถูกต้องสมบูรณ์คะแนนที่ได้จะลดลงตามลำดับ ก่อนให้คะแนนด้วยวิธีการนี้จะต้องกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนไว้ก่อนจึงจะยุติธรรม

จากเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยได้ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบแยกส่วน ซึ่งสามารถสรุปได้ว่า ในงานวิจัย ผู้วิจัยใช้เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาในลักษณะที่เป็นแบบแยกส่วน

## 5.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา

เพ็ญจันทร์ สินธุเขต (2547) ได้ศึกษาการพัฒนาทักษะกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาโดยกิจกรรมโครงการวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านสีสุก อำเภอแก่งสนามนาง จังหวัดนครราชสีมา พบว่า นักเรียนที่ได้รับการพัฒนาทักษะกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาโดยกิจกรรมโครงการมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังสิ้นสุดการพัฒนา ผ่านเกณฑ์ทุกคนคิดเป็นร้อยละ 75.66 นักเรียนที่ได้รับการพัฒนาทักษะกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาโดยกิจกรรมโครงการมีความพึงพอใจต่อการเรียนการสอนแบบโครงการอยู่ในระดับมากที่สุด

จักรพันธ์ พิรักษา (2553) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น ร่วมกับเทคนิคการแก้ปัญหาของ Polya กับกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5 ชั้น พบว่า กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น ร่วมกับเทคนิคการแก้ปัญหาของ Polya สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5 ชั้น ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น ร่วมกับเทคนิคการแก้ปัญหาของ Polya สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5 ชั้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05





## บทที่ 3

### วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการดังนี้

1. การกำหนดกลุ่มประชากรและเลือกกลุ่มตัวอย่าง
2. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. แบบแผนการทดลอง
4. การเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การจัดกระทำข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

#### 1. การกำหนดประชากรและเลือกกลุ่มตัวอย่าง

##### 1.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่เรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ ตามแนวทางของสถาบันการส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) จากโรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) เขตวังทองหลาง กรุงเทพมหานคร

##### 1.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ ตามแนวทางของสถาบันการส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) จากโรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) เขตวังทองหลาง กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 ได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง (purposive sampling) จำนวน 24 คน

##### 1.3 ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษา

ระยะเวลาที่ใช้ในการดำเนินการทดลอง คือ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 ใช้เวลาจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 5 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 คาบ รวมทั้งหมด 15 คาบเรียน รวมการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ในช่วงเดือนมกราคม – กุมภาพันธ์ 2560

ตาราง 1 แสดงแผนปฏิบัติการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน วิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส สำหรับนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์

| ลำดับที่ | เนื้อหา  | จำนวนคาบ |
|----------|--|----------|
| 1        | คาบเรียนที่ 1-2 ทดสอบก่อนเรียน พร้อมชี้แจงการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน<br>คาบเรียนที่ 3 สมบัติของกรด-เบส                | 3        |
| 2        | คาบเรียนที่ 4-5 ความแรงสัมพัทธ์และปัจจัยที่มีผลต่อความแรงของกรด-เบส<br>คาบเรียนที่ 6 การคำนวณร้อยละการแตกตัวของกรดอ่อนและเบสอ่อน | 3        |
| 3        | คาบเรียนที่ 7-8 การคำนวณ pH ของกรดแก่เบสแก่และกรดอ่อนเบสอ่อน<br>คาบเรียนที่ 9 กรดหลายโปรตอน                                      | 3        |
| 4        | คาบเรียนที่ 10 สารละลายบัฟเฟอร์<br>คาบเรียนที่ 11-12 ปฏิกริยาระหว่างกรด-เบสและอินดิเคเตอร์ของกรด-เบส                             | 3        |
| 5        | คาบเรียนที่ 13-14 การไทเทรตกรด-เบส<br>คาบเรียนที่ 15 ทดสอบหลังเรียน  | 3        |
|          | รวม  | 15       |

## 2. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน วิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส สำหรับนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส
3. แบบวัดทักษะกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาเคมี เรื่อง กรด-เบส

### 2.1 ขั้นตอนการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน วิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส สำหรับนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์

การสร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน วิชาเคมี เรื่องกรด-เบส ดำเนินการสร้างตามขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาข้อมูลเบื้องต้น ผู้วิจัยได้ศึกษาหนังสือและเอกสารที่เกี่ยวข้อง เพื่อใช้เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ดังนี้

1.1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และสาระการเรียนรู้และมาตรฐานการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ จากตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (กระทรวงศึกษาธิการ. 2551)

1.2 ศึกษาหลักสูตรสถานศึกษาของโรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) และคู่มือครูวิชาเคมีระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

1.3 ศึกษาเนื้อหาเรื่อง กรด-เบส จากหนังสือและเอกสารต่าง ๆ เพื่อกำหนดขอบเขตเนื้อหาเรื่อง กรด-เบส และกำหนดกรอบสาระการเรียนรู้และจำนวนคาบของการจัดการเรียนรู้ โดยกำหนดให้แผนการจัดการเรียนรู้มีทั้งหมด 8 แผน ดังตาราง 2

ตาราง 2 แสดงจำนวนคาบของแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้

| แผนการจัดการเรียนรู้ | เรื่อง  | จำนวนคาบ |
|----------------------|---|----------|
| 1                    | สมบัติของกรด-เบส                                    | 1        |
| 2                    | ความแรงสัมพัทธ์และปัจจัยที่มีผลต่อความแรงของกรด-เบส | 2        |
| 3                    | การคำนวณร้อยละการแตกตัวของกรดอ่อนและเบสอ่อน         | 1        |
| 4                    | การคำนวณ pH ของกรดแก่เบสแก่และกรดอ่อนเบสอ่อน        | 2        |
| 5                    | กรดหลายโปรตอน                                       | 1        |
| 6                    | สารละลายบัฟเฟอร์                                    | 1        |
| 7                    | ปฏิกิริยาระหว่างกรด-เบสและอินดิเคเตอร์ของกรด-เบส    | 2        |
| 8                    | การไทเทรตกรด-เบส                                    | 2        |

1.4 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ จากการศึกษาข้อมูลดังกล่าว พบว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีองค์ประกอบดังนี้

1.4.1 มาตรฐาน/ตัวชี้วัด

1.4.2 สาระสำคัญ

1.4.3 จุดประสงค์การเรียนรู้

1.4.4 สาระการเรียนรู้

1.4.5 กระบวนการจัดการเรียนรู้

#### 1.4.6 สื่อการเรียนรู้และแหล่งการเรียนรู้

#### 1.4.7 การวัดและการประเมินผลการเรียนรู้

1.5 ศึกษาหนังสือ เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน จากการศึกษาข้อมูลดังกล่าว พบว่า ห้องเรียนกลับด้าน เป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่นักเรียนเรียนที่บ้านจากสื่อการสอน ไฟล์วิดีโอที่ครูสร้างหรือจากเว็บไซต์ที่ครูกำหนดแล้วนำงานหรือการบ้านที่ได้รับมอบหมายมาทำที่ห้องเรียน ผึกคิด วิเคราะห์ แก้ปัญหาแล้วนำมาอภิปรายร่วมกันในชั้นเรียน โดยมีครูคอยให้คำแนะนำอย่างใกล้ชิด

2. ดำเนินการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา จำนวน 8 แผน (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ง) ซึ่งประกอบไปด้วยขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 กำหนดยุทธวิธีเพิ่มพูนประสบการณ์ นักเรียนจะต้องทบทวนความรู้เดิมที่ ด้วยสถานการณ์จำลองที่เกี่ยวข้องกับเรื่องกรด-เบส (ในชั้นเรียน) ขั้นที่ 2 ขั้นสืบค้นเพื่อให้เกิดโมโนทัศน์รวบยอด นักเรียนจะต้องศึกษาหาความรู้ด้วยตนเองด้วยจากวิดีโอที่ครูสร้าง เว็บไซต์หรือใบความรู้ที่ครูกำหนดให้และทำไปงานผ่านระบบชั้นเรียนออนไลน์ Classstrat.org (นอกชั้นเรียน) ขั้นที่ 3 ขั้นสร้างองค์ความรู้ที่มีความหมาย ขั้นนี้ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับคำตอบที่นักเรียนเขียนลงในใบงานเพื่อตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนจากวิดีโอที่นักเรียนศึกษามาล่วงหน้าผ่านระบบ Classstart.org (นอกชั้นเรียน) และขั้นที่ 4 ขั้นสาธิตและประยุกต์ใช้ ขั้นนี้ ครูสาธิตการแก้โจทย์เคมีโดยใช้กระบวนการแก้ปัญหของ Polya ให้ผู้เรียนดูเป็นตัวอย่าง จากนั้นให้นักเรียนได้ฝึกแก้โจทย์เคมีด้วยตนเองโดยใช้กระบวนการแก้ปัญหของ Polya เช่นเดียวกัน หรือครูสาธิตการปฏิบัติการทดลองให้นักเรียนดูเป็นตัวอย่าง จากนั้นให้นักเรียนลงมือฝึกปฏิบัติการทดลองด้วยตนเอง โดยมีครูคอยให้ความช่วยเหลือและคำแนะนำ (ในชั้นเรียน) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

#### แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 สมบัติของกรด-เบส

ตาราง 3 แสดงรายละเอียดการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส ผ่านระบบชั้นเรียนออนไลน์ Classstart.org เรื่อง สมบัติของกรด-เบส

| ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน |   |   |   |   |
|--|---|---|---|---|
| บทบาท  | 1. กำหนดยุทธวิธี<br>เพิ่มพูนประสบการณ์*   | 2. สืบค้นเพื่อให้เกิด<br>มโนทัศน์รวบ<br>ยอด**           | 3. สร้างองค์ความรู้<br>อย่างมี<br>ความหมาย**  | 4. สาธิตและ<br>ประยุกต์ใช้*   |
| นักเรียน                                     | - นั่งเป็นกลุ่มเพื่อ<br>ทบทวนความรู้เดิม<br>เกี่ยวกับสมบัติของ<br>กรด-เบสทั่วไป ด้วย<br>สถานการณ์จำลอง      | - ศึกษาวิดีโอ 1:<br>สมบัติของกรด-<br>เบส<br>- ทำใบงาน 1 | - สร้างแผนผังมโน<br>ทัศน์ เรื่อง สมบัติ<br>ของกรด-เบส<br>- อภิปรายคำตอบ<br>ของใบงาน 1 | - ทำใบงาน 2<br>เพื่อฝึกทักษะ<br>กระบวนการแก้<br>โจทย์ปัญหา              |
| ครู  | - จัดกลุ่มนักเรียน<br>ทั้งหมด 6 กลุ่ม<br>- เตรียมสถานการณ์<br>จำลองที่เกี่ยวข้องกับ<br>เรื่องกรด-เบส ทั่วไป | - สร้างวิดีโอ 1:<br>สมบัติของกรด-<br>เบส                | - อภิปรายคำตอบ<br>ของใบงาน 1<br>ร่วมกับนักเรียน                                       | - สาธิตกระบวนการ<br>การแก้โจทย์<br>ปัญหาโดยใช้<br>กระบวนการของ<br>Polya |

หมายเหตุ: \* ในชั้นเรียน, \*\* นอกชั้นเรียน

## แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 ความแรงสัมพัทธ์และปัจจัยที่มีผลต่อความแรงของกรด-เบส

ตาราง 4 แสดงรายละเอียดการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส ผ่านระบบชั้นเรียนออนไลน์ Classstart.org เรื่อง ความแรงสัมพัทธ์และปัจจัยที่มีผลต่อความแรงของกรด-เบส

| ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน |  |   |  |  |
|--|--|---|--|--|
| บทบาท  | 1. กำหนดยุทธวิธี<br>เพิ่มพูนประสบการณ์*  | 2. สืบค้นเพื่อให้เกิด<br>มโนทัศน์รวบยอด**   | 3. สร้างองค์ความรู้<br>อย่างมีความหมาย**   | 4. สาธิตและ<br>ประยุกต์ใช้*                                |
| นักเรียน                                     | - นั่งเป็นกลุ่มเพื่อ<br>ทบทวนความรู้เดิม<br>เกี่ยวกับสมบัติของ<br>กรด-เบส ด้วย<br>สถานการณ์จำลอง | - ศึกษาวิดีโอ 2:<br>ความแรงสัมพัทธ์<br>และปัจจัยที่มีผลต่อ<br>ความแรงของกรด-<br>เบส | - สร้างแผนผังมโน<br>ทัศน์ เรื่อง ความแรง<br>สัมพัทธ์และปัจจัยที่มี<br>ผลต่อความแรงของ<br>กรด-เบส | - ทำใบงาน 4<br>เพื่อฝึกทักษะ<br>กระบวนการแก้<br>โจทย์ปัญหา |

ตาราง 4 (ต่อ)

| ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน |   |   |  |   |
|--|---|---|--|---|
| บทบาท  | 1. กำหนดยุทธวิธี<br>เพิ่มพูนประสบการณ์*   | 2. สืบค้นเพื่อให้เกิด<br>มโนทัศน์รวบยอด**   | 3. สร้างองค์ความรู้<br>อย่างมีความหมาย**         | 4. สาธิตและ<br>ประยุกต์ใช้*   |
| นักเรียน                                     |   | - ทำใบงาน 3   | - อภิปรายคำตอบ<br>ของใบงาน 3                     |   |
| ครู  | - จัดกลุ่มนักเรียน<br>ทั้งหมด 6 กลุ่ม<br>- เตรียมสถานการณ์<br>จำลองที่เกี่ยวข้องกับ<br>สมบัติของกรด-เบส | - สร้างวิดีโอ 2:<br>ความแรงสัมพัทธ์<br>และปัจจัยที่มีผลต่อ<br>ความแรงของกรด-<br>เบส | - อภิปรายคำตอบ<br>ของใบงาน 3 ร่วมกับ<br>นักเรียน | - สาธิตกระบวนการ<br>การแก้โจทย์<br>ปัญหาโดยใช้<br>กระบวนการของ<br>Polya |

หมายเหตุ: \* ในชั้นเรียน, \*\* นอกชั้นเรียน

### แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 การคำนวณร้อยละการแตกตัวของกรดอ่อนและเบสอ่อน

ตาราง 5 แสดงรายละเอียดการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส ผ่านระบบชั้นเรียนออนไลน์ Classstart.org เรื่อง การคำนวณร้อยละการแตกตัวของกรดอ่อนและเบสอ่อน

| ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน |  |   |  |  |
|--|--|---|--|--|
| บทบาท  | 1. กำหนดยุทธวิธี<br>เพิ่มพูนประสบการณ์*  | 2. สืบค้นเพื่อให้เกิด<br>มโนทัศน์รวบยอด**                                   | 3. สร้างองค์ความรู้<br>อย่างมีความหมาย**   | 4. สาธิตและ<br>ประยุกต์ใช้*                                |
| นักเรียน                                     | - นั่งเป็นกลุ่มเพื่อ<br>ทบทวนความรู้เดิม<br>เกี่ยวกับความแรง<br>สัมพัทธ์และปัจจัยที่มี<br>ผลต่อความแรงของ<br>กรด-เบสด้วย<br>สถานการณ์จำลอง | - ศึกษาวิดีโอ 3:<br>การคำนวณร้อยละ<br>การแตกตัวของ<br>กรดอ่อนและเบส<br>อ่อน | - สร้างแผนผังมโน<br>ทัศน์ เรื่อง การ<br>คำนวณร้อยละการ<br>แตกตัวของกรดอ่อน<br>และเบสอ่อน | - ทำใบงาน 6<br>เพื่อฝึกทักษะ<br>กระบวนการแก้<br>โจทย์ปัญหา |
|  |  | - ทำใบงาน 5   | - อภิปรายคำตอบ<br>ของใบงาน 5   |  |

## ตาราง 5 (ต่อ)

| ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|
| บทบาท  | 1. กำหนดยุทธวิธี<br>เพิ่มพูนประสบการณ์*  | 2. สืบค้นเพื่อให้เกิด<br>มโนทัศน์รวบยอด**                                | 3. สร้างองค์ความรู้<br>อย่างมีความหมาย**         | 4. สาธิตและ<br>ประยุกต์ใช้*  |
| ครู  | - จัดกลุ่มนักเรียน<br>ทั้งหมด 6 กลุ่ม<br>- เตรียมสถานการณ์<br>จำลอง: ความแรง<br>สัมพัทธ์และปัจจัยที่มี<br>ผลต่อความแรงของ<br>กรด-เบส | - สร้างวิดีโอ 4: การ<br>คำนวณร้อยละการ<br>แตกตัวของกรด<br>อ่อนและเบสอ่อน | - อภิปรายคำตอบ<br>ของใบงาน 5 ร่วมกับ<br>นักเรียน | - สาธิตกระบวนการ<br>การแก้โจทย์<br>ปัญหาโดยใช้<br>กระบวนการ<br>ของ Polya |

หมายเหตุ: \* ในชั้นเรียน, \*\* นอกชั้นเรียน

#### แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 การคำนวณ pH ของกรดแก่เบสแก่และกรดอ่อนเบสอ่อน

ตาราง 6 แสดงรายละเอียดการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส ผ่านระบบชั้นเรียนออนไลน์ Classstart.org เรื่อง การคำนวณ pH ของกรดแก่เบสแก่และกรดอ่อนเบสอ่อน

| ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน |  |  |   |   |
|--|--|--|---|---|
| บทบาท  | 1. กำหนดยุทธวิธี<br>เพิ่มพูนประสบการณ์*  | 2. สืบค้นเพื่อให้เกิด<br>มโนทัศน์รวบยอด**  | 3. สร้างองค์ความรู้<br>อย่างมีความหมาย**  | 4. สาธิตและ<br>ประยุกต์ใช้*   |
| นักเรียน                                     | - นั่งเป็นกลุ่มเพื่อ<br>ทบทวนความรู้เดิม<br>เกี่ยวกับการคำนวณ<br>ร้อยละการแตกตัวของ<br>กรดอ่อนและเบสอ่อน<br>ด้วยสถานการณ์<br>จำลอง | - ศึกษาวิดีโอ 4: การ<br>คำนวณ pH ของกรด<br>แก่เบสแก่และกรด<br>อ่อนเบสอ่อน<br>- ทำใบงาน 7 | - สร้างแผนผังมโน<br>ทัศน์ เรื่อง การ<br>คำนวณ pH ของกรด<br>แก่เบสแก่และกรด<br>อ่อนเบสอ่อน<br>- อภิปรายคำตอบ<br>ของใบงาน 7 | - ทำใบงาน<br>8 เพื่อฝึก<br>ทักษะ<br>กระบวนการ<br>การแก้โจทย์<br>ปัญหา |

ตาราง 6 (ต่อ)

| ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน |  |   |  |   |
|--|--|---|--|---|
| บทบาท  | 1. กำหนดยุทธวิธี<br>เพิ่มพูนประสบการณ์*  | 2. สืบค้นเพื่อให้เกิด<br>มโนทัศน์รวบยอด**                                 | 3. สร้างองค์ความรู้<br>อย่างมีความหมาย**         | 4. สาธิตและ<br>ประยุกต์ใช้*   |
| ครู  | - จัดกลุ่มนักเรียน<br>ทั้งหมด 6 กลุ่ม<br>- เตรียมสถานการณ์<br>จำลอง: การคำนวณ<br>ร้อยละการแตกตัวของ<br>กรดอ่อนและเบสอ่อน | - สร้างวิดีโอ 4: การ<br>คำนวณ pH ของ<br>กรดแก่เบสแก่และ<br>กรดอ่อนเบสอ่อน | - อภิปรายคำตอบของ<br>ใบงาน 7 ร่วมกับ<br>นักเรียน | - สาธิต<br>กระบวนการ<br>แก้โจทย์<br>ปัญหาโดยใช้<br>กระบวนการ<br>ของ Polya |

หมายเหตุ: \* ในชั้นเรียน, \*\* นอกชั้นเรียน

### แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 กรดหลายโปรตอน

ตาราง 7 แสดงรายละเอียดการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส ผ่านระบบชั้นเรียนออนไลน์ Classstart.org เรื่อง กรดหลายโปรตอน

| ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน |  |  |  |   |
|--|--|--|--|---|
| บทบาท  | 1. กำหนดยุทธวิธี<br>เพิ่มพูนประสบการณ์*  | 2. สืบค้นเพื่อให้เกิด<br>มโนทัศน์รวบยอด**        | 3. สร้างองค์ความรู้<br>อย่างมีความหมาย**   | 4. สาธิตและ<br>ประยุกต์ใช้*   |
| นักเรียน                                     | - นั่งเป็นกลุ่มเพื่อ<br>ทบทวนความรู้เดิม<br>เกี่ยวกับการคำนวณ<br>pH ของกรดแก่เบสแก่<br>และกรดอ่อนเบสอ่อน<br>ด้วยสถานการณ์<br>จำลอง | - ศึกษาวิดีโอ 5:<br>กรดหลายโปรตอน<br>- ทำใบงาน 9 | - สร้างแผนผังมโน<br>ทัศน์ เรื่อง กรดหลาย<br>โปรตอน<br>- อภิปรายคำตอบของ<br>ใบงาน 9 | - ทำใบงาน<br>10 เพื่อฝึก<br>ทักษะ<br>กระบวนการ<br>แก้โจทย์<br>ปัญหา |



ตาราง 7 (ต่อ)

| ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน |  |   |   |   |
|--|--|---|---|---|
| บทบาท  | 1. กำหนดยุทธวิธี<br>เพิ่มพูนประสบการณ์*  | 2. สืบค้นเพื่อให้เกิด<br>มโนทัศน์รวบยอด** | 3. สร้างองค์ความรู้<br>อย่างมีความหมาย**        | 4. สาธิตและ<br>ประยุกต์ใช้*   |
| ครู  | - จัดกลุ่มนักเรียน<br>ทั้งหมด 6 กลุ่ม<br>- เตรียมสถานการณ์<br>จำลอง: การคำนวณ<br>pH ของกรดแก่เบสแก่<br>และกรดอ่อนเบสอ่อน | - สร้างวิดีโอ 5:<br>กรดหลายโปรตอน         | - อภิปรายคำตอบ<br>ของใบงาน 9<br>ร่วมกับนักเรียน | - สาธิต<br>กระบวนการ<br>แก้โจทย์<br>ปัญหาโดยใช้<br>กระบวนการ<br>ของ Polya |

หมายเหตุ: \* ในชั้นเรียน, \*\* นอกชั้นเรียน

### แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 สารละลายบัฟเฟอร์

ตาราง 8 แสดงรายละเอียดการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส ผ่านระบบชั้นเรียนออนไลน์ Classstart.org เรื่อง สารละลายบัฟเฟอร์

| ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน |  |   |   |   |
|--|--|---|---|---|
| บทบาท  | 1. กำหนดยุทธวิธี<br>เพิ่มพูนประสบการณ์*  | 2. สืบค้นเพื่อให้เกิด<br>มโนทัศน์รวบยอด**   | 3. สร้างองค์ความรู้<br>อย่างมีความหมาย**  | 4. สาธิตและ<br>ประยุกต์ใช้*   |
| นักเรียน                                     | - นั่งเป็นกลุ่มเพื่อ<br>ทบทวนความรู้เดิม<br>เกี่ยวกับกรดหลาย<br>โปรตอนด้วย<br>สถานการณ์จำลอง | - ศึกษาวิดีโอ 6:<br>สารละลายบัฟเฟอร์<br>- ศึกษาใบความรู้<br>1: สารละลาย<br>บัฟเฟอร์<br>- ทำใบงาน 11 | - สร้างแผนผังมโน<br>ทัศน์ เรื่อง<br>สารละลายบัฟเฟอร์<br>- อภิปรายคำตอบ<br>ของใบงาน 11 | - ทำใบงาน<br>12 เพื่อฝึก<br>ทักษะ<br>กระบวนการ<br>แก้โจทย์<br>ปัญหา       |
| ครู  | - จัดกลุ่มนักเรียน<br>ทั้งหมด 6 กลุ่ม<br>- เตรียมสถานการณ์<br>จำลอง: กรดหลาย<br>โปรตอน       | - สร้างใบความรู้ 1:<br>สารละลายบัฟเฟอร์   | - อภิปรายคำตอบ<br>ของใบงาน 11<br>ร่วมกับนักเรียน                                      | - สาธิต<br>กระบวนการ<br>แก้โจทย์<br>ปัญหาโดยใช้<br>กระบวนการ<br>ของ Polya |

หมายเหตุ: \* ในชั้นเรียน, \*\* นอกชั้นเรียน

### แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 ปฏิบัติการระหว่างกรด-เบสและอินดิเคเตอร์ของกรด-เบส

ตาราง 9 แสดงรายละเอียดการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส ผ่านระบบชั้นเรียนออนไลน์ Classtart.org เรื่อง ปฏิบัติการระหว่างกรด-เบสและอินดิเคเตอร์ของกรด-เบส

| ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน |   |   |   |   |
|--|---|---|---|---|
| บทบาท  | 1. กำหนดยุทธวิธี<br>เพิ่มพูนประสบการณ์*   | 2. สืบค้นเพื่อให้เกิด<br>มโนทัศน์รวบยอด**   | 3. สร้างองค์ความรู้<br>อย่างมีความหมาย**  | 4. สานิตและ<br>ประยุกต์ใช้*   |
| นักเรียน                                     | - นั่งเป็นกลุ่มเพื่อ<br>ทบทวนความรู้เดิม<br>เกี่ยวกับสารละลาย<br>บัพเฟอร์ด้วย<br>สถานการณ์จำลอง | - ศึกษาวิดีโอ 7:<br>ปฏิบัติการระหว่าง<br>กรด-เบสและอินดิ<br>เคเตอร์ของกรด-<br>เบส<br>- ศึกษาใบความรู้ 2:<br>ปฏิบัติการระหว่าง<br>กรด-เบสและอินดิ<br>เคเตอร์ของกรด-<br>เบส<br>- ทำใบงาน 13 | - สร้างแผนผังมโน<br>ทัศน์ เรื่อง ปฏิบัติการ<br>ระหว่างกรด-เบสและ<br>อินดิเคเตอร์ของ<br>กรด-เบส<br>- อภิปรายคำตอบ<br>ของใบงาน 13 | - ทำใบงาน<br>14 เพื่อฝึก<br>ทักษะ<br>กระบวนการ<br>การแก้โจทย์<br>ปัญหา          |
| ครู  | - จัดกลุ่มนักเรียน<br>ทั้งหมด 6 กลุ่ม<br>- เตรียมสถานการณ์<br>จำลอง: สารละลาย<br>บัพเฟอร์       | - สร้างใบความรู้ 2:<br>ปฏิบัติการระหว่าง<br>กรด-เบสและอินดิ<br>เคเตอร์ของกรด-<br>เบส  | - อภิปรายคำตอบ<br>ของใบงาน 13<br>ร่วมกับนักเรียน  | - สานิต<br>กระบวนการ<br>การแก้โจทย์<br>ปัญหาโดย<br>ใช้กระบวนการ<br>ของ<br>Polya |

หมายเหตุ: \* ในชั้นเรียน, \*\* นอกชั้นเรียน

### แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 การไทเทรตกรด-เบส

ตาราง 10 แสดงรายละเอียดการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส ผ่านระบบชั้นเรียนออนไลน์ Classstart.org เรื่อง การไทเทรตกรด-เบส

| ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน |   |   |  |  |
|--|---|---|--|--|
| บทบาท  | 1. กำหนดยุทธวิธี<br>เพิ่มพูนประสบการณ์*   | 2. สืบค้นเพื่อให้เกิด<br>มโนทัศน์รวบยอด**   | 3. สร้างองค์ความรู้<br>อย่างมีความหมาย**   | 4. สาธิตและ<br>ประยุกต์ใช้*  |
| นักเรียน                                     | - นั่งเป็นกลุ่มเพื่อ<br>ทบทวนความรู้เดิม<br>เกี่ยวกับปฏิกิริยา<br>ระหว่างกรด-เบสและ<br>อินดิเคเตอร์ของกรด-<br>เบสด้วยสถานการณ์<br>จำลอง | - ศึกษาวิดีโอ 8:<br>การไทเทรต<br>- ศึกษาใบความรู้ 3:<br>ไทเทรตกรด-เบส<br>- ทำใบงาน 15 | - สร้างแผนผังมโน<br>ทัศน์ เรื่อง การ<br>ไทเทรตกรด-เบส<br>- อภิปรายคำตอบ<br>ของใบงาน 15 | - ทำใบงาน<br>16 เพื่อฝึก<br>ทักษะ<br>กระบวนการ<br>การแก้โจทย์<br>ปัญหา<br>- ปฏิบัติการ<br>ทดลอง: การ<br>ไทเทรต                       |
| ครู  | - จัดกลุ่มนักเรียน<br>ทั้งหมด 6 กลุ่ม<br>- เตรียมสถานการณ์<br>จำลอง: ปฏิกิริยา<br>ระหว่างกรด-เบสและ<br>อินดิเคเตอร์ของกรด-<br>เบส       | - สร้างใบความรู้ 3:<br>การไทเทรตกรด-<br>เบส   | - อภิปรายคำตอบ<br>ของใบงาน 15<br>ร่วมกับนักเรียน                                       | - สาธิต<br>กระบวนการ<br>การแก้โจทย์<br>ปัญหาโดย<br>ใช้<br>กระบวนการ<br>ของ Polya<br>- สาธิตการ<br>ปฏิบัติการ<br>ทดลอง: การ<br>ไทเทรต |

หมายเหตุ: \* ในชั้นเรียน, \*\* นอกชั้นเรียน

วิธีการหาคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน วิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส สำหรับนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์

1. ประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านตามขั้นตอนดังนี้

1.1 ด้านความเที่ยงตรงของแผนการจัดการเรียนรู้วิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส ประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาเคมี 1 ท่าน ด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา 1 ท่าน และผู้สอนวิชาเคมี 1 ท่าน เครื่องมือที่ใช้ในการประเมิน คือ แบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส มีลักษณะเป็นมาตราประมาณค่า 3 ระดับ คือ เที่ยงตรง ไม่แน่ใน และไม่เที่ยงตรง เพื่อการปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส และนำผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญมาแปลงเป็นคะแนน ดังนี้

|              |         |                                   |
|--------------|---------|-----------------------------------|
| ให้ +1 คะแนน | หมายถึง | มีความเห็นว่าเที่ยงตรง            |
| ให้ 0 คะแนน  | หมายถึง | มีความเห็นว่าไม่แน่ใจว่าเที่ยงตรง |
| ให้ -1 คะแนน | หมายถึง | มีความเห็นว่าไม่มีความเที่ยงตรง   |

โดยสามารถหาค่าความเที่ยงตรงของแผนการจัดการเรียนรู้ได้โดยคำนวณจากค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ซึ่งคำนวณจากสูตร (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2543: 117)

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

|       |            |     |                                   |
|-------|------------|-----|-----------------------------------|
| เมื่อ | IOC        | แทน | ดัชนีความสอดคล้อง                 |
|       | $\Sigma R$ | แทน | ผลรวมของการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ |
|       | $N$        | แทน | จำนวนผู้เชี่ยวชาญ                 |

ผู้วิจัยพบว่าผลการประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส สำหรับนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ ที่ประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) 0.73 – 0.93 (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ข)

1.2 ด้านความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส ประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาเคมี 1 ท่าน ด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา 1 ท่าน และผู้สอนวิชาเคมี 1 ท่าน ซึ่งในขั้นตอนนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาข้อบกพร่องของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยเครื่องมือที่ใช้ประเมินคือ แบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส ที่มีลักษณะเป็นมาตราประมาณค่า 5 ระดับ ระหว่างระดับที่ 1-5 ดังนี้

|              |         |            |
|--------------|---------|------------|
| ระดับคะแนน 5 | หมายถึง | มากที่สุด  |
| ระดับคะแนน 4 | หมายถึง | มาก        |
| ระดับคะแนน 3 | หมายถึง | ปานกลาง    |
| ระดับคะแนน 2 | หมายถึง | น้อย       |
| ระดับคะแนน 1 | หมายถึง | น้อยที่สุด |

การแปลความหมาย ใช้ค่าเฉลี่ยน้ำหนักคะแนน โดยแบ่งออกเป็น 5 ระดับ คือ

|                         |         |                         |
|-------------------------|---------|-------------------------|
| คะแนนเฉลี่ย 4.51 – 5.00 | หมายถึง | มีความเหมาะสมมากที่สุด  |
| คะแนนเฉลี่ย 3.51 – 4.50 | หมายถึง | มีความเหมาะสมมาก        |
| คะแนนเฉลี่ย 2.51 – 3.50 | หมายถึง | มีความเหมาะสมปานกลาง    |
| คะแนนเฉลี่ย 1.51 – 2.50 | หมายถึง | มีความเหมาะสมน้อย       |
| คะแนนเฉลี่ย 1.00 – 1.50 | หมายถึง | มีความเหมาะสมน้อยที่สุด |

จากการนำแผนการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ตรวจสอบพิจารณา ทั้งเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ พบว่า ความเหมาะสมแผนการจัดการเรียนรู้ มีค่าเฉลี่ย 4.40 – 4.54 แสดงว่า แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมอยู่ในระดับดีขึ้นไป (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ข)

1.3 นำแผนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส มาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

2. นำแผนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

2.1 ทดลองกลุ่มเล็กกับนักเรียน 3 คน ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) เพื่อดูความเหมาะสมของกิจกรรมที่ใช้และหาข้อบกพร่องของแผนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส โดยใช้การสัมภาษณ์ และสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน แล้วนำข้อมูลต่างๆ มาปรับปรุงแก้ไข โดยนักเรียนระบุว่ารูปแบบของสื่อที่ใช้ในวิดีโอและใบงานต่างๆ มีความเหมาะสม ช่วยดึงดูดความสนใจของนักเรียน แต่เนื้อหาบางเรื่องมีความซับซ้อนและยากเกินไป ดังนั้น ผู้วิจัยจึงปรับปรุงแก้ไขให้เนื้อหาที่มีความซับซ้อนและง่ายขึ้น

2.2 ทดลองกลุ่มเล็กกับนักเรียน 15 คน ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) เพื่อศึกษากระบวนการจัดการเรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข พบว่านักเรียนบางส่วนยังไม่เข้าใจการใช้งานระบบชั้นเรียนออนไลน์ Classstart.org ทำให้ไม่สามารถใช้งานได้เท่าที่ควร ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้จัดทำคู่มือการใช้งานระบบชั้นเรียนออนไลน์ Classstart.org สำหรับนักเรียนเพื่อไม่ให้เป็นการอุปสรรคต่อการเรียนรู้

2.3 ทดลองกลุ่มใหญ่กับนักเรียน 37 คน ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) เพื่อหาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส

เกณฑ์ที่ใช้ปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส พิจารณาจากการทำใบกิจกรรมแต่ละหัวข้อและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ตามเกณฑ์ประสิทธิภาพ E1/E2 ไม่น้อยกว่า 75/75 โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและใบกิจกรรมเป็นเครื่องมือวัด

E1 หมายถึง คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทั้งหมดที่ทำใบกิจกรรมแต่ละหัวข้อ ได้คะแนนไม่ต่ำกว่า 75%

E2 หมายถึง คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนที่ทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน ได้คะแนนไม่ต่ำกว่า 75%

จากการทดลองจัดการเรียนรู้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียน บดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) จำนวน 37 คน พบว่า ในการทำใบกิจกรรม เรื่อง กรด-เบส ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน นักเรียนได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 84.53 และจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 79.86 จึงสรุปได้ว่าการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส สำหรับนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ มีประสิทธิภาพร้อยละ E1/E2 เท่ากับ 84.53/79.86 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ประสิทธิภาพ E1/E2 ไม่น้อยกว่า 75/75 ที่กำหนดไว้

## 2.2 ขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบ

ในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส ดำเนินการสร้างตามขั้นตอน ดังนี้

1. ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการวัดและประเมินผล วิธีการสร้างแบบทดสอบและการเขียนข้อสอบสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

2. ศึกษาตัวชี้วัดของสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ จากหลักสูตร คู่มือครูและเอกสารต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เพื่อสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี โดยวัดพฤติกรรมกรการเรียนรู้ทั้ง 4 ด้าน ตามลำดับชั้นความคิดของบลูม คือ ด้านความเข้าใจ ด้านการประยุกต์ใช้ ด้านการวิเคราะห์ ด้านการคิดสร้างสรรค์

3. สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส จำนวน 60 ข้อ เป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก แต่ละข้อจะมีตัวเลือกที่เป็นคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนแต่ละข้อ คือ ถ้าตอบถูกให้ 1 คะแนน ถ้าตอบผิดหรือไม่ตอบให้ 0 คะแนน โดยสร้างแบบทดสอบให้ตรงตามผลการเรียนรู้และครอบคลุมสาระการเรียนรู้

### วิธีการหาคุณภาพแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส

การหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส ดำเนินการตามขั้นตอนต่อไปนี้

1. ประเมินความเที่ยงตรงของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส ประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาเคมี 1 ท่าน ด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา 1 ท่าน และผู้สอนวิชาเคมี 1 ท่าน เครื่องมือที่ใช้ในการประเมิน คือ แบบประเมินแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส ที่มีลักษณะเป็นมาตรฐานค่า 3 ระดับ คือ เที่ยงตรง ไม่แน่ใจ และไม่เที่ยงตรง เพื่อปรับปรุงแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส และนำผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญมาแปลงเป็นคะแนน ดังนี้

- ให้ +1 คะแนน หมายถึง มีความเห็นว่าข้อสอบมีความเที่ยงตรง  
 ให้ 0 คะแนน หมายถึง มีความเห็นว่าไม่แน่ใจว่าข้อสอบมีความเที่ยงตรง  
 ให้ -1 คะแนน หมายถึง มีความเห็นว่าข้อสอบไม่มีความเที่ยงตรง

ผู้วิจัยพบว่าผลการประเมินความเที่ยงตรงของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส ที่ประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) มีค่า 0.33 – 1.00 โดยปรับปรุงข้อสอบตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญในข้อที่ได้คะแนนไม่ถึง 0.50 (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ข)

2. นำแบบทดสอบที่คัดเลือกและปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนที่เรียน เนื้อหานี้มาแล้ว ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) จำนวน 30 คน

3. นำกระดาษคำตอบที่นักเรียนตอบมาแล้วตรวจให้คะแนน โดยข้อที่ถูกให้ 1 คะแนน ข้อที่ผิดให้ 0 คะแนน เมื่อตรวจสอบคะแนนเรียบร้อยแล้ว หาค่าความยากง่าย ( $p$ ) และค่าอำนาจจำแนก ( $r$ ) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส เป็นรายข้อ โดยใช้เทคนิค 50% คำนวณจากสูตร (พิชิต ฤทธิ์จรูญ. 2545: 141)

$$p = \frac{P_H + P_L}{2n}$$

$$r = \frac{P_H - P_L}{n}$$

|           |     |  |
|-----------|-----|--|
| เมื่อ $p$ | แทน | ค่าความยากง่าย                               |
| $r$       | แทน | ค่าอำนาจจำแนก                                |
| $P_H$     | แทน | จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มสูง             |
| $P_L$     | แทน | จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มต่ำ             |
| $n$       | แทน | จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มสูงหรือกลุ่มต่ำ |

จากนั้นคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.23 - 0.77 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.27 ขึ้นไปไว้จำนวน 30 ข้อ (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ข)

4. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส มาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่น ( $r_{tt}$ ) ของแบบทดสอบทั้งฉบับ โดยคำนวณจากสูตร KR-20 ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2543: 123)

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

|                |     |                             |
|----------------|-----|-----------------------------|
| เมื่อ $r_{tt}$ | แทน | ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ |
|----------------|-----|-----------------------------|

|         |     |   |
|---------|-----|---|
| $n$     | แทน | จำนวนข้อของแบบทดสอบ                           |
| $p$     | แทน | สัดส่วนของผู้ตอบถูกในแต่ละข้อ = $\frac{R}{N}$ |
| $q$     | แทน | สัดส่วนของผู้ตอบผิดในแต่ละข้อ = $1 - p$       |
| $S_t^2$ | แทน | ค่าความแปรปรวนของคะแนนทั้งฉบับ                |

จากการวิเคราะห์พบว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.82 (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ข)

### 2.3 ขั้นตอนในการสร้างแบบวัดทักษะกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาเคมี

ในการสร้างแบบวัดทักษะกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาเคมี เป็นข้อสอบอัตนัย จำนวน 5 ข้อ ดำเนินการสร้างดังนี้

1. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวัดกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา เพื่อใช้เป็นแนวทางในการสร้างแบบวัดทักษะกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา

2. สร้างแบบวัดทักษะกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาแบบอัตนัย ที่มีลักษณะให้นักเรียนนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆ จำนวน 8 ข้อ

#### วิธีการหาคุณภาพของแบบวัดทักษะกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาเคมี

การหาคุณภาพของแบบวัดทักษะกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส ดำเนินการตามขั้นตอนต่อไปนี้

1. ประเมินความเที่ยงตรงของแบบวัดทักษะกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาเคมี ประเมินโดย ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาเคมี 1 ท่าน ด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา 1 ท่าน และผู้สอนวิชาเคมี 1 ท่าน เครื่องมือที่ใช้ในการประเมิน คือ แบบประเมินแบบวัดทักษะกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาเคมี ที่มีลักษณะเป็นมาตรฐานค่า 3 ระดับ คือ เที่ยงตรง ไม่แน่ใจ และไม่เที่ยงตรงเพื่อปรับปรุงแบบวัดทักษะกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาเคมี และนำผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญมาแปลงเป็นคะแนนดังนี้

ให้ +1 คะแนน หมายถึง มีความเห็นว่าข้อสอบมีความเที่ยงตรง

ให้ 0 คะแนน หมายถึง มีความเห็นว่าไม่แน่ใจว่า

ให้ -1 คะแนน หมายถึง มีความเห็นว่าข้อสอบไม่มีความเที่ยงตรง

ผู้วิจัยพบว่าผลการประเมินเที่ยงตรงของแบบวัดทักษะกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาเคมี ที่ประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) มีค่า 1.00 (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ข)

2. นำแบบวัดทักษะกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาเคมีมาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

3. นำแบบวัดทักษะกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปทดลองใช้กับ



นักเรียนที่เรียนเนื้อหาเรื่องนี้มาแล้ว ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) จำนวน 30 คน

4. นำกระดาษคำตอบที่นักเรียนตอบแล้วมาตรวจให้คะแนน โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

**เกณฑ์การตรวจให้คะแนนทักษะกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาเคมี เรื่อง กรด-เบส**

ผู้วิจัยกำหนดวิธีการให้คะแนนโดยดัดแปลงมาจากเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของ (กรมวิชาการ. 2544; อ้างอิงจาก Polya. 1975) โดยมีวิธีให้คะแนนทักษะกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาเคมี ดังตาราง 11

ตาราง 11 เกณฑ์การให้คะแนนทักษะกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา

| เกณฑ์การให้คะแนน  | คะแนน    |
|---|----------|
| <b>1. ทำความเข้าใจปัญหา</b>   | <b>2</b> |
| - เขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ และสิ่งที่โจทย์ถามได้ถูกต้องครบถ้วน           | 2        |
| - เขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ถามได้ถูกต้องบางส่วน            | 1        |
| - เขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ถามไม่ถูกต้องหรือไม่เขียน       | 0        |
| <b>2. วางแผนแก้ปัญหา</b>  | <b>2</b> |
| - เขียนวิธีการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง  | 2        |
| - เขียนวิธีการแก้ปัญหา ซึ่งอาจจะนำไปสู่คำตอบที่ถูกต้อง แต่ยังมีบางส่วนผิด | 1        |
| - เขียนวิธีการแก้ปัญหาไม่ถูกต้องหรือไม่เขียน                              | 0        |
| <b>3. ดำเนินการตามแผน</b>   | <b>4</b> |
| - เขียนแสดงการคำนวณได้ถูกต้องชัดเจนและหาคำตอบได้ถูกต้องครบถ้วน            | 4        |
| - เขียนแสดงการคำนวณได้ถูกต้องชัดเจนและหาคำตอบได้ถูกต้องบางส่วน            | 3        |
| - เขียนแสดงการคำนวณได้ถูกต้องบางส่วนและหาคำตอบได้ถูกต้องครบถ้วน           | 2        |
| - เขียนแสดงการคำนวณได้ถูกต้องบางส่วนและหาคำตอบได้ถูกต้องบางส่วน           | 2        |
| - เขียนแสดงการคำนวณได้ถูกต้องบางส่วนและหาคำตอบไม่ถูกต้องหรือไม่เขียน      | 1        |
| - เขียนแสดงการคำนวณไม่ถูกต้องหรือไม่เขียนและหาคำตอบได้ถูกต้องบางส่วน      | 1        |
| - เขียนแสดงการคำนวณไม่ถูกต้องและหาคำตอบไม่ถูกต้องหรือไม่เขียน             | 0        |
| <b>4. ตรวจสอบผลลัพธ์</b>  | <b>2</b> |
| - เขียนแสดงการตรวจคำตอบของปัญหาได้ถูกต้อง                                 | 2        |
| - เขียนแสดงการตรวจคำตอบของปัญหาได้ถูกต้องบางส่วน                          | 1        |
| - เขียนแสดงการตรวจคำตอบของปัญหาไม่ถูกต้อง                                 | 0        |
| - ไม่เขียนแสดงการตรวจคำตอบของปัญหา  | 0        |

จากนั้นรวมคะแนนทักษะกระบวนการแก้โจทย์เคมี 80 คะแนน หากนักเรียนได้คะแนนทักษะกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาเคมี ร้อยละ 60 ขึ้นไป แสดงว่าผ่านเกณฑ์

5. นำแบบวัดทักษะกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาเคมี มาวิเคราะห์หาความยากง่าย ( $p$ ) และค่าอำนาจจำแนก ( $r$ ) เป็นรายข้อ โดยใช้เทคนิค 50% คำนวณจากสูตรของวิทนีย์และซาเบอร์

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

$$r = \frac{S_H - S_L}{N(X_{max} - X_{min})^2}$$

|       |           |     |                                     |
|-------|-----------|-----|-------------------------------------|
| เมื่อ | $S_H$     | แทน | ผลรวมของคะแนนในกลุ่มสูง             |
|       | $S_L$     | แทน | ผลรวมของคะแนนในกลุ่มต่ำ             |
|       | $N$       | แทน | จำนวนผู้สอบในกลุ่มเก่งหรือกลุ่มอ่อน |
|       | $X_{max}$ | แทน | คะแนนสูงสุดในข้อนั้น                |
|       | $X_{min}$ | แทน | คะแนนต่ำสุดในข้อนั้น                |

แล้วคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.48 – 0.73 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.31 ขึ้นไปไว้จำนวน 5 ข้อ

6. นำแบบวัดทักษะกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาเคมี มาวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่น ( $r_H$ ) ของแบบวัดทั้งฉบับ โดยคำนวณจากวิธีสัมประสิทธิ์แอลฟาของ Cronbach มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.75 (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ข) ซึ่งคำนวณจาก

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

|       |          |     |                                       |
|-------|----------|-----|---------------------------------------|
| เมื่อ | $\alpha$ | แทน | ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ           |
|       | $k$      | แทน | จำนวนข้อสอบ                           |
|       | $S_i^2$  | แทน | ค่าความแปรปรวนของแบบวัด               |
|       | $S_t^2$  | แทน | ค่าความแปรปรวนของคะแนนทั้งชุดแบบทดสอบ |

จากผลการวิเคราะห์ แสดงว่าแบบวัดทักษะกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาเคมี มีคุณภาพเหมาะสมที่จะนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ข)

### 3. แบบแผนการทดลอง

การศึกษาประสิทธิผลของการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน วิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส ครั้งนี้ เป็นการทดลองตามแบบแผนการทดลอง แบบ One Group Pretest-Posttest Design ซึ่งมีแบบแผนการทดลองดังนี้

ตาราง 12 แสดงแบบแผนการทดลอง

| สอบก่อน | การทดลอง | สอบหลัง |
|---------|----------|---------|
| $T_1$   | X        | $T_2$   |

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการทดลอง

|       |     |                             |
|-------|-----|-----------------------------|
| $T_1$ | แทน | การทดสอบก่อนการให้สิ่งทดลอง |
| $T_2$ | แทน | การทดสอบหลังการให้สิ่งทดลอง |
| X     | แทน | การให้สิ่งทดลอง             |

### 4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลข้อมูลตามลำดับ ดังนี้

4.1 การศึกษาคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน วิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส ประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาเคมี 1 ท่าน ด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา 1 ท่าน และผู้สอนวิชาเคมี 1 ท่าน

4.1.1 ประเมินความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้

4.1.2 ประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้

4.2 การศึกษาประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน วิชาเคมี เรื่องกรด-เบส

4.2.1 กลุ่มที่ใช้หาประสิทธิภาพการจัดการเรียนรู้ได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง (purposive sampling) เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จากจำนวน 1 ห้องเรียน รวมทั้งสิ้น 37 คน

4.2.2 ทดสอบก่อนเรียน โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส และแบบวัดทักษะกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาเคมี

4.2.3 ดำเนินการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน วิชาเคมี เรื่องกรด-เบส ระยะเวลาในการสอน จำนวน 15 คาบ คาบเรียนละ 50 นาที

4.2.4 เมื่อสิ้นสุดตามกำหนดแล้ว จึงทำการทดสอบหลังเรียนด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส และแบบวัดทักษะกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาวิชาเคมี

4.2.5 วิเคราะห์ประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน โดยพิจารณาจากการทำใบกิจกรรมเรื่องกรด-เบส และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส ตามเกณฑ์ประสิทธิภาพ E1/E2 เท่ากับ 75/75

4.3 การศึกษาประสิทธิผลของการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน วิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส

4.3.1 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง เพื่อหาประสิทธิผลของการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน วิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส ได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง (purposive sampling) เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จากโรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) จำนวน 1 ห้องเรียน รวมทั้งสิ้น 24 คน

4.3.2 ทดสอบก่อนเรียน โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส และแบบวัดทักษะกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาเคมี

4.3.3 ดำเนินการสอนตามขั้นตอนของแผนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน วิชาเคมี เรื่องกรด-เบส ระยะเวลาในการสอน จำนวน 15 คาบ คาบเรียนละ 50 นาที

4.3.4 เมื่อสิ้นสุดตามกำหนดแล้ว จึงทำการทดสอบหลังเรียนด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส และแบบวัดทักษะกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาวิชาเคมี

4.3.5 วิเคราะห์ประสิทธิผลของการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส โดยนำผลคะแนนจากการตรวจแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส และแบบวัดทักษะกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาเคมี มาวิเคราะห์โดยวิธีทางสถิติเพื่อทดสอบสมมติฐานต่อไป

## 5. การจัดการกระทำข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

การจัดการกระทำข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล ได้ดำเนินการดังนี้

5.1 การวิเคราะห์คุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน วิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส

5.1.1 หาค่าเฉลี่ย คำนวณจากสูตร (ชูศรี วงศ์รัตนะ และองอาจ นัยพัฒน์. 2553: 33)

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

|       |            |     |                              |
|-------|------------|-----|------------------------------|
| เมื่อ | $X$        | แทน | คะแนนเฉลี่ย                  |
|       | $\Sigma X$ | แทน | ผลรวมของคะแนนทั้งหมด         |
|       | $n$        | แทน | จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง |

5.1.2 หาค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน คำนวณจากสูตร (ชูศรี วงศ์รัตน์ และองอาจ นัยวัฒน์. 2553: 60)

$$S = \sqrt{\frac{n\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}{n(n-1)}}$$

|       |              |     |                                 |
|-------|--------------|-----|---------------------------------|
| เมื่อ | $S$          | แทน | ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน         |
|       | $n$          | แทน | จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง    |
|       | $\Sigma X$   | แทน | ผลรวมของคะแนนทั้งหมด            |
|       | $\Sigma X^2$ | แทน | ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง |

5.2 การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน วิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส โดยใช้สูตร E1/E2 (เสาวนีย์ สิกขาบัณฑิต. 2558: 294-295)

สูตรที่ 1

$$E1 = \frac{\Sigma x}{n} \times 100$$

|       |            |     |   |
|-------|------------|-----|---|
| เมื่อ | $E1$       | แทน | ประสิทธิภาพของกระบวนการ                       |
|       | $\Sigma X$ | แทน | ผลรวมของคะแนนที่ได้จากการทำใบกิจกรรมทุกหัวข้อ |
|       | $n$        | แทน | จำนวนนักเรียน                                 |
|       | $A$        | แทน | คะแนนเต็มจากการทำใบกิจกรรมทุกหัวข้อ           |

สูตรที่ 2

$$E2 = \frac{\Sigma x}{B} \times 100$$

|       |            |     |  |
|-------|------------|-----|--|
| เมื่อ | $E^2$      | แทน | ประสิทธิภาพของกระบวนการ                              |
|       | $\Sigma X$ | แทน | ผลรวมของคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบ<br>วัดผลสัมฤทธิ์ |
|       | $n$        | แทน | จำนวนนักเรียน  |
|       | $B$        | แทน | คะแนนเต็มจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์               |

5.3 การวิเคราะห์ประสิทธิผลของการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน วิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส โดยเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน คำนวณจากสูตร t-test Dependent Sample (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2543: 165-167)

$$t = \frac{\Sigma D}{\sqrt{\frac{n\Sigma D^2 - (\Sigma D)^2}{n-1}}}; df = n - 1$$

|       |              |     |  |
|-------|--------------|-----|--|
| เมื่อ | $t$          | แทน | ค่าที่ใช้พิจารณาการแจกแจงแบบที่ t-distribution   |
|       | $D$          | แทน | ความแตกต่างของคะแนนแต่ละคู่  |
|       | $\Sigma D$   | แทน | ผลรวมของความแตกต่างระหว่างคะแนนที่ได้จาก<br>การทดสอบก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบ<br>ห้องเรียนกลับด้านโดยใช้ระบบชั้นเรียนออนไลน์<br>ClassStart |
|       | $\Sigma D^2$ | แทน | ผลรวมของความแตกต่างระหว่างคะแนนที่ได้จาก<br>การทดสอบก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบ<br>ห้องเรียนกลับด้านแต่ละตัวยกกำลังสอง                       |
|       | $n$          | แทน | จำนวนคู่ของคะแนนจากการทดสอบก่อนเรียน<br>และหลังเรียน   |

## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลและแปรผลข้อมูล ผู้วิจัยเสนอสมมติฐานของการวิจัย ดังนี้

สมมติฐานข้อที่ 1 การจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน วิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส สำหรับนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ มีประสิทธิภาพ E1/E2 เป็นไปตามเกณฑ์ 75/75

สมมติฐานข้อที่ 2 นักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน วิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

สมมติฐานข้อที่ 3 นักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน วิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส มีทักษะกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาเคมี หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สมมติฐานข้อที่ 1 การจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน วิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส สำหรับนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ มีประสิทธิภาพ E1/E2 เป็นไปตามเกณฑ์ 75/75

ผู้วิจัยได้พัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส สำหรับนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ จากนั้นได้นำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 3 คน พบว่า รูปแบบของสื่อที่ใช้ในวิดีโอและใบงานต่างๆ มีความเหมาะสม ช่วยดึงดูดความสนใจของนักเรียน แต่เนื้อหาบางเรื่องมีความซับซ้อนและยากเกินไป ดังนั้น ผู้วิจัยจึงปรับปรุงแก้ไขให้เนื้อหาที่มีความซับซ้อนและง่ายขึ้นต่อมาทดลองใช้กับนักเรียนจำนวน 15 คน พบว่า นักเรียนบางส่วนยังไม่เข้าใจการใช้งานระบบชั้นเรียนออนไลน์ Classtart.org ทำให้ไม่สามารถใช้งานได้เท่าที่ควร ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้จัดทำคู่มือการใช้งานระบบชั้นเรียนออนไลน์ Classtart.org สำหรับนักเรียนเพื่อไม่ให้เป็นอุปสรรคต่อการเรียนรู้โดยจัดการเรียนรู้ จากนั้น นำไปหาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านโดยนำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 37 คน เป็นเวลา 15 คาบเรียน แล้ววัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพร้อยละ 70 จากการศึกษาและการวิเคราะห์ข้อมูล สามารถแปลผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามสมมติฐานได้ดังต่อไปนี้

ตาราง 13 แสดงค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยจากไปกิจกรรมระหว่างดำเนินการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน วิชาเคมี และร้อยละคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน วิชาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี)

| การทดสอบ     | N  | คะแนนเต็ม | $\bar{x}$ | SD   | ร้อยละ |
|--------------|----|-----------|-----------|------|--------|
| ระหว่างเรียน | 37 | 80        | 67.62     | 4.79 | 84.53  |
| หลังเรียน    | 37 | 30        | 23.96     | 2.38 | 79.86  |

จากตาราง 13 พบว่า ในการทำไปกิจกรรมแต่ละหัวข้อของการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน วิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ย 67.62 หรือร้อยละ 84.53 และจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังจากจบการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส ทุกแผน นักเรียนได้คะแนนเฉลี่ย 23.96 คิดเป็นร้อยละ 79.86 จึงสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส สำหรับนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ มีประสิทธิภาพ E1/E2 เท่ากับ 84.53/79.86 ซึ่งสูงกว่าและเป็นไปตามเกณฑ์ประสิทธิภาพ E1/E2 เท่ากับ 75/75 ที่กำหนดไว้ เนื่องจากนักเรียนมีความตั้งใจเรียนและให้ความร่วมมือเป็นอย่างดี ประกอบกับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนมีเวลามากพอที่จะฝึกฝนการคิด การวิเคราะห์ เพื่อสามารถแก้โจทย์คำนวณวิชาเคมีที่แตกต่างกันผ่านการฝึกปฏิบัติด้วยตนเองหรือพูดคุยแลกเปลี่ยนแนวคิดกับเพื่อนร่วมชั้นและครู จึงสามารถนำไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลต่อไป (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ข)

**สมมติฐานข้อที่ 2 นักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน วิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน**

ผู้วิจัยได้นำคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส ของนักเรียนห้องเรียนพิเศษที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส ก่อนเรียนและหลังเรียนมาศึกษาเปรียบเทียบผลค่าโดยใช้วิธีทางสถิติแบบ T-test dependent samples โดยใช้โปรแกรม SPSS ปรากฏผลดังแสดงในตาราง 14

ตาราง 14 แสดงผลการเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส



| การทดสอบ  | N  | $\bar{x}$ | SD   | Min | Max | df | t     | p    |
|-----------|----|-----------|------|-----|-----|----|-------|------|
| ก่อนเรียน | 24 | 19.95     | 2.37 | 15  | 25  | 23 | 12.26 | 0.00 |
| หลังเรียน | 24 | 26.29     | 1.12 | 24  | 28  |    |       |      |

#### ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 14 พบว่าคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนของนักเรียน จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน นักเรียนได้คะแนนเฉลี่ยและค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 19.95 และ 2.37 ตามลำดับ จากนั้นจัดการเรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนแบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส แล้ววัดคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน พบว่า มีคะแนนเฉลี่ยและค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 26.29 และ 1.12 ตามลำดับ สถิติทดสอบ T-test ได้ค่าเท่ากับ 12.26 ค่าองศาความเป็นอิสระเท่ากับ 23 มีเลขนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .00 ซึ่งน้อยกว่า .05 แสดงว่าคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2 (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ค)

ผู้วิจัยได้นำคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส ของนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ โดยแบ่งตามลำดับชั้นของบลูม ซึ่งประกอบไปด้วย ความเข้าใจ การประยุกต์ใช้ การวิเคราะห์ และการคิดสร้างสรรค์ มาศึกษาเปรียบเทียบผลต่างก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้วิธีทางสถิติแบบ T-test dependent samples โดยใช้โปรแกรม SPSS ปรากฏผลดังแสดงในตาราง 15

ตาราง 15 แสดงผลการเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยแบ่งตามลำดับชั้นของพฤติกรรมกรเรียนรู้ตามแนวคิดของบลูม ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส

| พฤติกรรม       | การทดสอบ  | N  | $\bar{x}$ | SD   | Min | Max | df | t    | p   |
|----------------|-----------|----|-----------|------|-----|-----|----|------|-----|
| ความเข้าใจ     | ก่อนเรียน | 24 | 5.00      | 1.35 | 2   | 7   | 23 | 7.25 | .00 |
|                | หลังเรียน | 24 | 7.00      | 0.00 | 7   | 7   |    |      |     |
| การประยุกต์ใช้ | ก่อนเรียน | 24 | 5.33      | 1.05 | 3   | 7   | 23 | 4.99 | .00 |
|                | หลังเรียน | 24 | 6.67      | 0.70 | 5   | 7   |    |      |     |

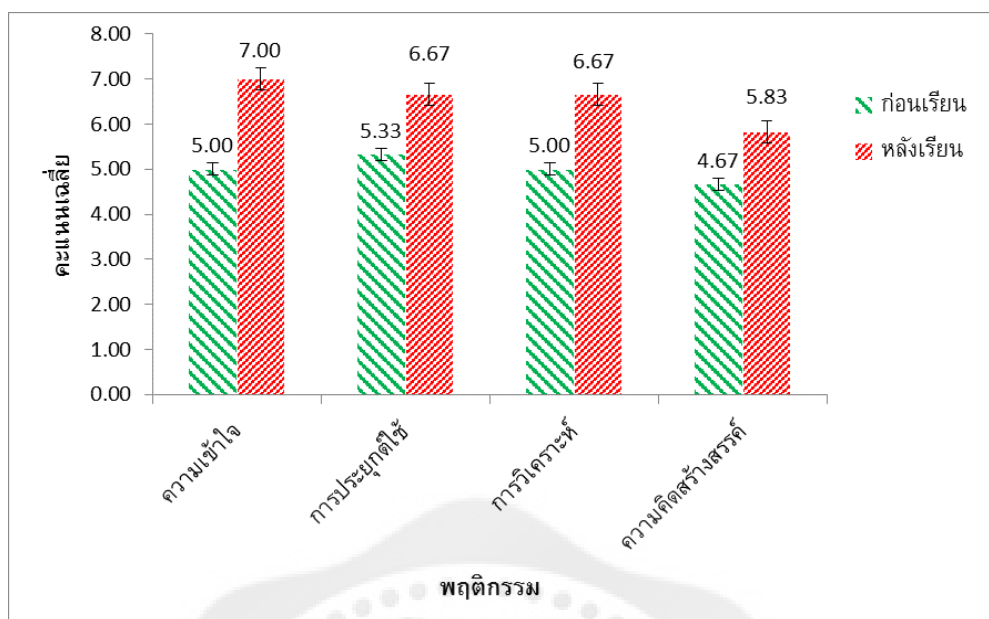
ตาราง 15 (ต่อ)

| พฤติกรรม         | การทดสอบ  | N  | $\bar{x}$ | SD   | Min | Max | df | t    | p   |
|------------------|-----------|----|-----------|------|-----|-----|----|------|-----|
| การวิเคราะห์     | ก่อนเรียน | 24 | 5.00      | 0.98 | 3   | 7   | 23 | 7.23 | .00 |
|                  | หลังเรียน | 24 | 6.67      | 0.64 | 5   | 7   |    |      |     |
| การคิดสร้างสรรค์ | ก่อนเรียน | 24 | 4.67      | 1.01 | 3   | 7   | 23 | 5.67 | .00 |
|                  | หลังเรียน | 24 | 5.83      | 0.48 | 4   | 6   |    |      |     |

ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 15 พบว่าคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบ่งตามลำดับชั้นการเรียนรู้ของบลูม ซึ่งประกอบด้วย ความเข้าใจ การประยุกต์ใช้ การวิเคราะห์ และการคิดสร้างสรรค์ ก่อนเรียนของนักเรียน มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 5.00, 5.33, 5.00 และ 4.67 ตามลำดับ จากนั้นจัดการเรียนรู้ห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส และวัดคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามลำดับชั้นการเรียนรู้ของบลูมหลังเรียน พบว่ามีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 7.00, 6.67, 6.67 และ 5.83 ตามลำดับ ค่าองศาความเป็นอิสระเท่ากับ 23 มีเลขนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .00 ซึ่งน้อยกว่า .05 แสดงว่าคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามลำดับชั้นการเรียนรู้ของบลูมหลังเรียน สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากนั้นนำข้อมูลจากตาราง 15 มาเขียนเป็นแผนภูมิแท่ง เพื่อเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามลำดับชั้นการเรียนรู้ของบลูมก่อนเรียนและหลังเรียน ดังภาพประกอบ 6

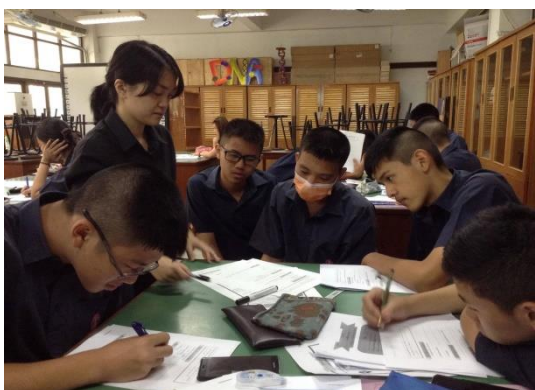


ภาพประกอบ 6 แผนภูมิแท่งแสดงการเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามลำดับชั้น การเรียนรู้ของบลูมก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชา เคมีเรื่อง กรด-เบส

จากภาพประกอบ 6 พบว่านักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในแต่ละด้าน ซึ่งประกอบด้วย ความเข้าใจ การประยุกต์ใช้ การวิเคราะห์ และการคิดสร้างสรรค์ หลังเรียน ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส มากกว่าก่อนเรียน โดยนักเรียนได้คะแนนเฉลี่ยมากที่สุดในด้านความเข้าใจ ตามด้วย การประยุกต์ใช้ การวิเคราะห์ และการคิดสร้างสรรค์ ตามลำดับ

**สมมติฐานข้อที่ 3 นักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน วิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส มีทักษะกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาเคมี หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน**

การจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส สำหรับนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยกิจกรรมที่ให้นักเรียนได้ฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาผ่านกระบวนการของ Polya ที่เป็นลำดับขั้นตอน อีกทั้งนักเรียนยังเกิดองค์ความรู้ด้วยตนเองจากการศึกษาด้วยตนเองผ่านระบบชั้นเรียนออนไลน์ ClassStart.org และมีเวลามากพอในการที่จะฝึกฝนการแก้โจทย์ปัญหาพร้อมกับได้รับคำแนะนำของผู้สอน แสดงตัวอย่างการฝึกทักษะกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาด้วยเทคนิคของ Polya ของนักเรียน ในภาพประกอบ 7 ส่งผลให้นักเรียนเกิดทักษะกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา




**ใบงานที่ 2**  
**สมบัติของสารละลาย**  
การใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา

**จุดประสงค์**

1. ได้วิเคราะห์และจำแนกชนิดของสารละลาย
2. อธิบายสมบัติของสารละลายได้
3. อธิบายสมบัติของสารละลายได้
4. อธิบายสมบัติของสารละลายได้
5. อธิบายสมบัติของสารละลายได้
6. อธิบายสมบัติของสารละลายได้

จำแนกประเภทของสารละลาย

ก่อนเรียน



1. เขียนสมการเคมีของปฏิกิริยาต่อไปนี้

1.1  $\text{HNO}_3(\text{aq}) \rightarrow \text{H}^+(\text{aq}) + \text{NO}_3^-(\text{aq})$  1.2  $\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{H}^+(\text{aq}) + \text{HSO}_4^-(\text{aq})$

1.3  $\text{KOH}(\text{aq}) \rightarrow \text{K}^+(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq})$  1.4  $\text{CH}_3\text{COOH}(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^-(\text{aq}) + \text{H}^+(\text{aq})$

**ข้อที่ 1 : อธิบายสมบัติของสารละลาย**

1. โพลยาแก้ปัญหาของโพลยา
2. โพลยาแก้ปัญหาของโพลยา
3. โพลยาแก้ปัญหาของโพลยา

**ข้อที่ 2 : อธิบายสมบัติของสารละลาย**

**ข้อที่ 3 : อธิบายสมบัติของสารละลาย**

**ข้อที่ 4 : อธิบายสมบัติของสารละลาย**

**ข้อที่ 5 : อธิบายสมบัติของสารละลาย**

**ข้อที่ 6 : อธิบายสมบัติของสารละลาย**

ภาพประกอบ 7 ตัวอย่างกิจกรรมการฝึกทักษะกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาด้วยเทคนิคของ Polya

ผู้วิจัยได้นำทักษะกระบวนการแก้โจทย์ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส ก่อนเรียนและหลังเรียนมาเปรียบเทียบผลต่างโดยใช้วิธีทางสถิติ T-test Dependent Samples จากโปรแกรม SPSS ปรากฏผลดังแสดงในตาราง 16

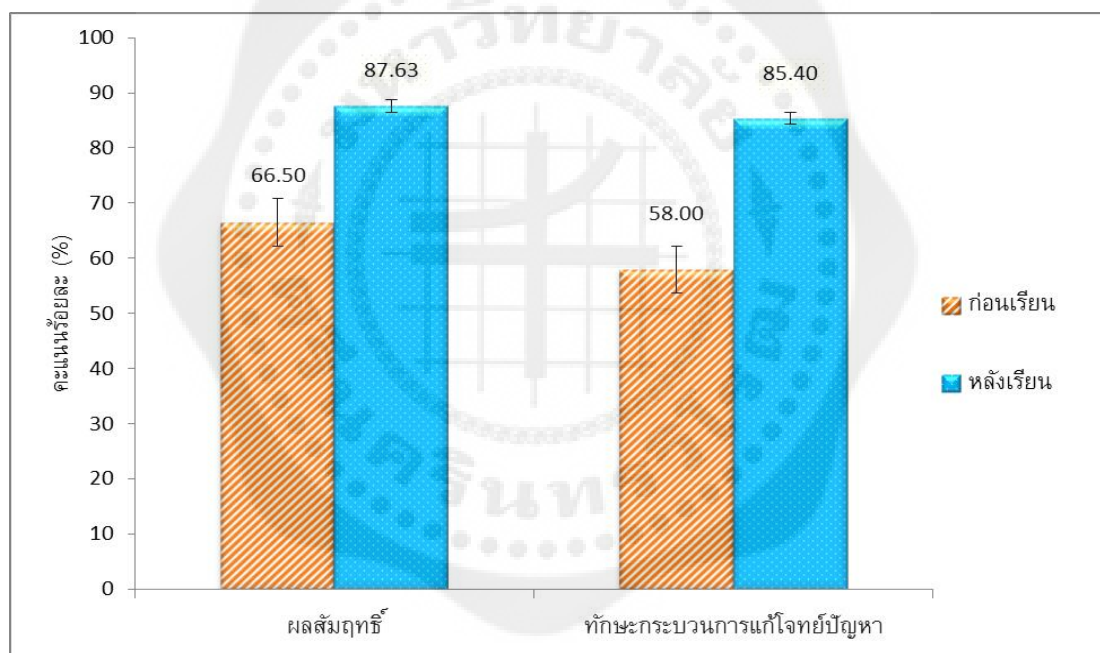
ตาราง 16 แสดงผลการเปรียบเทียบคะแนนทักษะกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส

| การทดสอบ  | N  | $\bar{x}$ | SD   | Min | Max | df | t     | p   |
|-----------|----|-----------|------|-----|-----|----|-------|-----|
| ก่อนเรียน | 24 | 24.46     | 3.48 | 17  | 29  | 23 | 17.47 | .00 |
| หลังเรียน | 24 | 42.71     | 4.20 | 32  | 49  |    |       |     |

ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 7 พบว่าคะแนนทักษะกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา มีคะแนนเต็ม 50 คะแนน นักเรียนได้คะแนนเฉลี่ยและค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 24.46 และ 3.48 ตามลำดับ จากนั้นจัดการเรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส แล้ววัดคะแนนทักษะกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาหลังเรียน พบว่ามีคะแนนเฉลี่ยและค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 42.71 และ 4.20 ตามลำดับ สถิติทดสอบ T-test ได้ค่าเท่ากับ 17.47 ค่าองศาความเป็นอิสระเท่ากับ 23 มีเลขนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .00 ซึ่งน้อยกว่า .05 แสดงว่า คะแนนทักษะกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 3 (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ค)

นำข้อมูลจากตาราง 14 และตาราง 16 มาเขียนเป็นแผนภูมิแท่ง เพื่อเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และคะแนนทักษะกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา ก่อนเรียนและหลังเรียน ดังภาพประกอบ 8



ภาพประกอบ 8 แสดงคะแนนร้อยละของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทักษะกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส

จากภาพประกอบ 8 พบว่านักเรียนมีคะแนนร้อยละของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างเห็นได้ชัด

จากการตรวจสอบความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส โดยการสัมภาษณ์ จากนักเรียนจำนวน 10 คน เป็นนักเรียนชาย 5 คน และนักเรียนหญิง

5 คน โดยได้จากการสุ่มอย่างง่าย เพื่อสอบถามความคิดเห็นต่อการจัดการเรียนแบบห้องเรียนกลับด้าน วิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส ทั้งหมด 4 คำถาม ดังนี้

1. ตรวจสอบความรู้สึกต่อกิจกรรมการเรียนรู้ของงานวิจัย โดยผู้วิจัยใช้คำถามว่า “นักเรียนรู้สึกอย่างไรต่อกิจกรรมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน” พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ชอบ ชอบและมีความท้าทายต่อกิจกรรมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน ดังตัวอย่างคำตอบ เช่น

ผู้วิจัย : นักเรียนรู้สึกอย่างไรต่อกิจกรรมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน

นักเรียน 1 : ผมเป็นคนชอบทำโจทย์เคมีครับ การเรียนแบบห้องเรียนกลับด้านทำให้ผมสามารถทำโจทย์เคมีได้เยอะครับ ได้ใช้เทคนิคการแก้ปัญหาแบบใหม่ที่สามารถจัดระบบความคิดได้ จึงทำโจทย์ได้ดีขึ้นครับ ผมชอบเรียนแบบนี้ครับ

นักเรียน 3 : ได้คิดตลอดเวลา ไม่น่าเบื่อ และยังได้ทำกิจกรรมต่างๆ ด้วยตัวเอง ทำทาย

นักเรียน 5 : ทำโจทย์บ่อยๆ จากเทคนิคที่ครูใช้ พอมาลองทำด้วยตัวเอง จะตื่นเต้นคะ เหมือนเป็นการสู้กับอะไรซักอย่าง ชอบคะ แต่หนูก็ทำโจทย์ได้เร็วขึ้นแล้วก็ถูกบ่อยด้วยคะ

2. เปรียบเทียบความรู้สึกระหว่างการจัดการเรียนแบบห้องเรียนกลับด้านกับการจัดการเรียนแบบบรรยาย โดยผู้วิจัยใช้คำถามว่า “นักเรียนมีความรู้สึกอย่างไรกับการเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้านกับการนั่งเรียนโดยการฟังบรรยาย มีความแตกต่างหรือไม่ อย่างไร” พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ชอบการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน เนื่องจากได้ตื่นเต้นกับโจทย์ปัญหาใหม่ๆ ที่ได้รับ ได้ฝึกแก้โจทย์ปัญหากับเพื่อน และสามารถเรียนตอนไหนก็ได้ที่นักเรียนสะดวก ดังตัวอย่างคำตอบ เช่น

ผู้วิจัย : นักเรียนมีความรู้สึกอย่างไรกับการเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้านกับการนั่งเรียนโดยการฟังบรรยาย มีความแตกต่างหรือไม่ อย่างไร

นักเรียน 2 : ห้องเรียนกลับด้านดีกว่าครับ เพราะได้ฝึกแก้โจทย์ปัญหากับเพื่อน ได้แสดงความคิดเห็นกับเพื่อน

นักเรียน 6 : แตกต่างมากคะ ตื่นเต้นเวลาได้ทำโจทย์ปัญหา ได้ทำแล้ไปด้วยตัวเองคะ

นักเรียน 9 : แตกต่างอย่างสิ้นเชิงคะ เหมือนห้องเรียนกลับด้าน เรียนตอนไหนก็ได้ ไม่ต้องกลัวว่าจะไม่ทันเพื่อนคะ สะดวกมากคะ ส่วนแบบนั่งเรียนบรรยายคือถ้าวันไหนหนูติดธุระนี่คือเรียนไม่ทันเพื่อนไปเลยคะ ชอบแบบห้องเรียนกลับด้านมากกว่าคะ

3. เปรียบเทียบการแก้โจทย์ปัญหาในวิชาเคมีหลังจากเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน โดยผู้วิจัยใช้คำถามว่า “การเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้าน มีส่วนช่วยให้นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาวิชาเคมีได้ดีขึ้นหรือไม่ นักเรียนคิดว่าอย่างไร” พบว่า นักเรียนส่วน

ใหญ่สามารถแก้โจทย์ปัญหาเคมีได้ดีขึ้น เนื่องจากสามารถนำความรู้ต่างๆ ที่ศึกษาด้วยตนเองมาใช้ในการแก้ปัญหอย่างเป็นระบบ ดังตัวอย่างคำตอบ เช่น

ผู้วิจัย : การเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้าน มีส่วนช่วยให้นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาวิชาเคมีได้ดีขึ้นหรือไม่ นักเรียนคิดอย่างไร

นักเรียน 1 : ดีขึ้นครับ เพราะเวลาเรามาเจอกันในชั้นเรียนจะเป็นการฝึกทำโจทย์อย่างเดียวครับ เนื่องจากเรียนมาแล้วล่วงหน้าแล้วครับ ฝึกบ่อยๆ ทำบ่อยๆ ผมว่าผมพัฒนาขึ้นครับ

นักเรียน 3 : มีเวลาในการทำโจทย์ที่โรงเรียนมากขึ้นค่ะ เวลาไม่เข้าใจก็ถามครูได้เลย ได้ฝึกแก้โจทย์ปัญหาด้วยเทคนิคใหม่ค่ะ โจทย์ปัญหาหลายหลาย ทำให้แก้โจทย์ปัญหาเคมีได้ดีขึ้นค่ะ

นักเรียน 8 : คิดว่าดีขึ้นครับ เพราะสามารถจัดระบบความคิดได้ดีขึ้น ไม่ค่อยงง แต่ต้องใช้ความรู้ที่ศึกษาด้วยตนเองมาประยุกต์ใช้ครับ

4. ตรวจสอบความคิดเห็นของนักเรียนต่อเนื้อหาที่นำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน โดยผู้วิจัยใช้คำถามว่า “เนื้อหาแต่ละเรื่องนั้นมีความยากต่อนักเรียนหรือไม่ นักเรียนคิดอย่างไร” พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่คิดว่าเป็นเนื้อหาที่ค่อนข้างยาก เนื่องจากมีความซับซ้อนโดยเฉพาะเรื่องสารละลายบัฟเฟอร์และการไทเทรตกรด-เบส ดังตัวอย่างคำตอบ เช่น

ผู้วิจัย : เนื้อหาแต่ละเรื่องนั้นมีความยากต่อนักเรียนหรือไม่ นักเรียนคิดอย่างไร

นักเรียน 4 : ไม่ยากจนเกินไปและไม่ง่ายจนเกินไป พอทำได้ครับ

นักเรียน 7 : ยากพอสมควรครับ โดยเฉพาะสารละลายบัฟเฟอร์ และการไทเทรตกรด-เบสเพราะว่ามันซับซ้อนครับ

นักเรียน 10 : ยากบ้างครับ ผมทำไม่ค่อยได้ในบางเรื่องครับ

## บทที่ 5

### สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง เพื่อพัฒนาและศึกษาประสิทธิผลของการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส สำหรับนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์

#### ความมุ่งหมายของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งความมุ่งหมายไว้ดังนี้

1. เพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน วิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส สำหรับนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ ให้มีประสิทธิภาพ
2. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง กรด-เบส ของนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์หลังจากเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส สำหรับนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์
3. เพื่อศึกษาทักษะกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์หลังจากเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส สำหรับนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์

#### สมมติฐานในการวิจัย

1. การจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน วิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส สำหรับนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ มีประสิทธิภาพ E1/E2 เป็นไปตามเกณฑ์ 75/75
2. นักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน วิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
3. นักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน วิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส มีคะแนนทักษะกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาเคมี หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน



## วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการค้นคว้าแต่ละขั้นตอนดังนี้

**การพัฒนาคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส สำหรับนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์**

1. ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง เพื่อใช้กำหนดจุดประสงค์ เนื้อหา การวัดและประเมินผล ในการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส สำหรับนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์

2. นำผลการศึกษาและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องมาพัฒนาเป็นแผนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส สำหรับนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ โดยแผนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส นี้ผ่านการประเมินคุณภาพด้านความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้จากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน พบว่ามีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ 0.73 -0.93 และความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.40 – 4.54 แสดงว่าแผนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านมีความเหมาะสมอยู่ในระดับดีขึ้นไป และ (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ข)

3. ทดลองจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส สำหรับนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ เพื่อหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์ไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ที่กำหนดไว้ โดยทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง 3 ครั้ง คือ ครั้งที่ 1 ทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบดินทรเดชา(สิงห์ สิงหเสนี) จำนวน 3 คน ครั้งที่ 2 ทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบดินทรเดชา(สิงห์ สิงหเสนี) จำนวน 15 คน และครั้งที่ 3 ทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบดินทรเดชา(สิงห์ สิงหเสนี) จำนวน 37 คน

4. วิเคราะห์ประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส สำหรับนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ จากคะแนนการทำใบกิจกรรมแต่ละหัวข้อของการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน วิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส และคะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังจบการจัดการเรียนรู้ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) จำนวน 37 คน (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ข) พบว่ามีประสิทธิภาพ E1/E2 เท่ากับ 84.53/79.86 ซึ่งสูงกว่าและเป็นไปตามเกณฑ์ประสิทธิภาพ E1/E2 เท่ากับ 75/75 ที่กำหนดไว้

## การศึกษาประสิทธิผลของการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส สำหรับนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยนำแผนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส สำหรับนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ ที่มีประสิทธิภาพเท่ากับร้อยละ 79.86 ซึ่งไม่น้อยกว่าเกณฑ์ประสิทธิภาพร้อยละ 70 ที่กำหนดไว้ ไปใช้จัดการเรียนรู้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งเป็นนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ของโรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) จำนวน 24 คน เพื่อศึกษาประสิทธิผลของการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านทั้ง 2 ด้าน ประกอบด้วย ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส และทักษะกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

### 1. ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส ผู้วิจัยได้ดำเนินการดังนี้

1.1 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส จำนวน 60 ข้อ โดยเป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ

1.2 ประเมินความเที่ยงตรงของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน พบว่า ผลการประเมินความเที่ยงตรงของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีเรื่อง กรด-เบส มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ 0.33 – 1.00 โดยปรับปรุงข้อสอบที่ได้ค่าดัชนีความสอดคล้องไม่ถึง 0.50 ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ข)

1.3 นำแบบทดสอบที่ผู้วิจัยได้คัดเลือกและปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปทดลองใช้กับนักเรียนที่เรียนเนื้อหานี้มาแล้ว และไม่ใช้กลุ่มตัวอย่าง ซึ่งนักเรียนกลุ่มนี้เป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) จำนวน 30 คน (ดูตัวอย่างแบบทดสอบในภาคผนวก ง) จากนั้นนำกระดาษคำตอบที่นักเรียนทำแล้วมาตรวจให้คะแนนเพื่อที่จะหาค่าความง่าย ( $p$ ) และค่าอำนาจจำแนก ( $r$ ) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส เป็นรายข้อ แล้วคัดเลือกข้อสอบที่ค่าความง่ายอยู่ระหว่าง 0.23 – 0.77 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.27 ขึ้นไปไว้จำนวน 30 ข้อ (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ข)

1.4 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส มาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่น ( $r_{tt}$ ) ของแบบทดสอบทั้งฉบับ โดยใช้สูตร KR-20 ของคูเตอร์-ริชาร์ดสัน พบว่าแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.82 (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ข)

1.5 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง โดยเป็นนักเรียนเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เป็นห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ของโรงเรียน บดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) จำนวน 24 คน (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ค)

2. ด้านทักษะกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา ผู้วิจัยได้ดำเนินการดังนี้

2.1 สร้างแบบวัดทักษะกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาจำนวน 8 สถานการณ์ สถานการณ์ละ 4 ข้อ รวมทั้งสิ้น 32 ข้อ เป็นแบบทดสอบอัตนัย ซึ่งให้คะแนนตามเกณฑ์ของ Polya (1975)

2.2 ประเมินความเที่ยงตรงของแบบวัดทักษะกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา โดยประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน พบว่าผลการประเมินความเที่ยงตรงของแบบวัดทักษะกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา พบว่ามีค่าดัชนีความสอดคล้อง 1.00 (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ข)

2.3 นำแบบวัดกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาที่คัดเลือกและปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปทดลองใช้กับนักเรียนที่เรียนเนื้อหาเรื่องนี้มาแล้ว และไม่ใช้กลุ่มตัวอย่าง ซึ่งนักเรียนกลุ่มนี้เป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) จำนวน 30 คน (ดูตัวอย่างแบบวัดในภาคผนวก ง) จากนั้นนำกระดาษคำตอบที่นักเรียนทำแล้วมาตรวจให้คะแนน เพื่อวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย ( $p$ ) และค่าอำนาจจำแนก ( $r$ ) เป็นรายข้อ แล้วคัดเลือกข้อข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.48 – 0.73 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.31 ขึ้นไปไว้จำนวน 5 สถานการณ์ (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ข)

2.4 นำแบบวัดทักษะกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา มาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่น ( $r_{tt}$ ) ของแบบทดสอบทั้งฉบับ โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา ( $\alpha$  – coefficient) ของครอนบัค (Cronbach) พบว่าแบบวัดทักษะกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.75

2.5 นำแบบวัดทักษะกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง โดยเป็นนักเรียนเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เป็นห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ของโรงเรียน บดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) จำนวน 24 คน (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ค)

3. นำการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส สำหรับนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ที่มีประสิทธิภาพ ไปใช้ทดสอบสมมติฐานดังนี้

3.1 ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง กรด-เบส ของนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์หลังจากเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส สำหรับนักเรียนห้องเรียนวิทยาศาสตร์ ใช้คะแนนจากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนมาวิเคราะห์ ด้วยวิธีทางสถิติแบบ T-test Dependent Samples

3.2 ศึกษาทักษะกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ หลังจากเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส สำหรับนักเรียนห้องเรียนวิทยาศาสตร์ ใช้คะแนนจากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนมาวิเคราะห์ ด้วยวิธีทางสถิติแบบ T-test Dependent Samples

### สรุปผลการวิจัย

การพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส สำหรับนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ สามารถสรุปผลได้ดังนี้

1. การจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส สำหรับนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ มีประสิทธิภาพ E1/E2 เท่ากับ 84.53/79.86 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ประสิทธิภาพ E1/E2 เท่ากับ 75/75 ที่กำหนดไว้

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง กรด-เบส ของนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส สำหรับนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. ทักษะกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส สำหรับนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ มีคะแนนทักษะกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาลงเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

### อภิปรายผลการวิจัย

จากการพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส สำหรับนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ จากผลการศึกษามารถอภิปรายได้ดังนี้

1. การอภิปรายผลด้านการพัฒนาคุณภาพของการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส สำหรับนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์

การจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส สำหรับนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ มีประสิทธิภาพ E1/E2 เท่ากับ 84.53/79.86 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ประสิทธิภาพ E1/E2 เท่ากับ 75/75 ที่กำหนดไว้ เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากเหตุผลดังต่อไปนี้

**ประการแรก** การจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส สำหรับนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด เนื่องจากว่าในการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้เพื่อจัดกิจกรรมการเรียนรู้นั้น ผู้วิจัยได้ศึกษาข้อมูลพื้นฐานเบื้องต้น วิเคราะห์เนื้อหา และกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้รวมถึงการออกแบบแผนการสอนที่เหมาะสม มีลำดับขั้นตอนที่ชัดเจน มีการกำหนดกิจกรรมที่ให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเองรวมถึงกิจกรรมที่ต้องดำเนินการให้ห้องเรียนโดยครูเป็นผู้ปฏิบัติ ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยยึดแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านตามกรอบแนวคิดของ Bergmann and Sams (2012) เพื่อที่จะสร้างให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้แบบรอบด้าน หรือที่เรียกว่า Mastery Learning ซึ่งประกอบไปด้วย 4 องค์ประกอบ ได้แก่ การกำหนดยุทธวิธีเพิ่มพูนประสบการณ์ การสืบค้นเพื่อให้เกิดมโนทัศน์รวบยอด การสร้างองค์ความรู้ที่มีความหมาย และการสาธิตและประยุกต์ใช้ ซึ่งสอดคล้องกับความหมาย แนวคิด และลักษณะของห้องเรียนกลับด้านของผู้รู้และนักการศึกษาหลายท่าน เช่น Gerstien (2013), Bidwell (2014) และ Trogden (2015) และสอดคล้องกับการจัดกิจกรรมตามแนวห้องเรียนกลับด้านของ พัทธญา บุตรยะถาวร (2558) ที่ได้ออกแบบให้กิจกรรมให้นักเรียนได้ศึกษาด้วยตนเองด้วยการเรียนออนไลน์ก่อน หลังจากนั้นจึงให้นักเรียนใช้ความรู้ที่ได้เรียนมาก่อนแล้วมาฝึกทำบทปฏิบัติการชีวิตวิทยาด้วยตนเอง ซึ่งการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ตามขั้นตอนดังกล่าวทำให้การจัดการเรียนรู้มีคุณภาพ สามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ สอดคล้องกับงานวิจัยของ ฟลินน์ (Flynn, 2015) ที่ได้พัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน โดยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง วิเคราะห์หลักสูตร เพื่อใช้กำหนดเนื้อหาและจุดประสงค์ แล้วจึงนำผลการศึกษาที่ได้มาใช้พัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านในวิชาเคมีที่เกี่ยวกับสารอินทรีย์และสเปคโตรสโคปีที่มีประสิทธิภาพ

**ประการที่สอง** การจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส สำหรับนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ ได้ผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาเคมี 1 ท่าน ด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา 1 ท่าน และผู้สอนเคมี 1 ท่าน เพื่อพิจารณาข้อบกพร่องและให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน เมื่อแก้ไขปรับปรุงแล้วจึงนำแผนการจัดการเรียนรู้ดังกล่าว ไปทดลองใช้กับนักเรียนกลุ่มเล็ก จำนวน 3 คน เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของกิจกรรมที่ใช้และหาข้อบกพร่องของแผนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน ต่อมนำไปทดลองใช้กับนักเรียนกลุ่มกลาง จำนวน 15 คน เพื่อศึกษากระบวนการจัดการเรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน จากนั้นนำไปทดลองใช้กับนักเรียนกลุ่มใหญ่ จำนวน 37 คน เพื่อหาประสิทธิภาพของแผนการ

จัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน ซึ่งเป็นการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้อย่างเป็นระบบ สอดคล้องกับงานวิจัยของเพชรศิรินทร์ ตุ่นคำ (2559) ที่ได้พัฒนาชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย และนำชุดกิจกรรมที่พัฒนาให้ ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่านประเมินคุณภาพ และความสอดคล้องของชุดกิจกรรม ซึ่งพบว่าผลการ ประเมินอยู่ในระดับดี และจากการนำชุดกิจกรรมไปทดลองใช้กับนักเรียนจำนวน 9 คนและ 30 คน พบว่านักเรียนสามารถเรียนรู้ได้เป็นอย่างดี และชุดกิจกรรมมีประสิทธิภาพเป็นไปตามเกณฑ์ที่ กำหนดไว้

จากข้อมูลที่ได้กล่าวมาข้างต้น เป็นเหตุผลที่สอดคล้องกับผลการวิจัยครั้งนี้ คือ การจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส สำหรับนักเรียนห้องเรียนพิเศษ วิทยาศาสตร์ มีประสิทธิภาพ E1/E2 เท่ากับ 84.53/79.86 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ประสิทธิภาพ E1/E2 เท่ากับ 75/75 ที่กำหนดไว้ และมีคุณภาพเหมาะสมที่จะนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนได้

**2. การอภิปรายผลการศึกษาด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง กรด-เบส**  
หลังจากที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส สำหรับ นักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง กรด-เบส ของนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส สำหรับนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ มีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากเหตุผลดังต่อไปนี้

**ประการแรก** การจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส สำหรับนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ มีการดำเนินการสร้างเป็นลำดับขั้นตอนที่เหมาะสม โดยมีผู้เชี่ยวชาญประเมินความเหมาะสม ความสอดคล้องขององค์ประกอบของแผนการจัดการ เรียนรู้และตรวจทาน และผู้วิจัยได้ปรับแก้ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งแผนการจัดการเรียนรู้ที่ สร้างขึ้นครอบคลุมขอบเขตของเนื้อหาที่กำหนด และมีการลำดับเนื้อหาที่เหมาะสม จึงส่งผลให้ นักเรียนห้องเรียนพิเศษที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส มี ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ พัชฎา บุตรยะ-ถาวร (2558) นวพัฒน์ เก็มกาแมน (2558) และนิชาภา บุรีกาญจน์ (2556) ที่ได้พัฒนาการจัดการ เรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน และพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมี นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

**ประการที่สอง** การจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส สำหรับนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ ที่ผลการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส สำหรับนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นเป็นการจัดการเรียนรู้ที่มีลักษณะเป็นการเรียนรู้จากแหล่งเรียนรู้นอกชั้นเรียนที่เป็นการเรียนผ่านคอมพิวเตอร์และอินเทอร์เน็ต ซึ่งทำให้ผู้เรียนสามารถที่จะเรียนรู้ได้ทุกที่และทุกเวลาก่อนเข้าชั้นเรียน ซึ่งการเรียนแบบห้องเรียนกลับด้านนั้นจะเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตัวนักเรียนเองและเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ อีกทั้งนักเรียนยังได้มีเวลาในการลงมือปฏิบัติทำการทดลองหรือทำแบบฝึกหัดและงานที่ได้รับมอบหมายต่าง ๆ ที่ครูมอบหมายให้นักเรียนทำในชั่วโมง โดยมีครูเป็นผู้คอยชี้แนะแนวทางในการหาคำตอบจากการทำกิจกรรมอย่างใกล้ชิด ส่งผลให้นักเรียนมีเวลาว่างเพิ่มมากขึ้น และสามารถที่จะเตรียมความพร้อมก่อนเข้าชั้นเรียนได้อีก ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ศิริพร ยูชัย (2556) ที่ได้ทำการศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านด้วยพอดสคาสต์โดยใช้กลวิธีกำกับตนเองที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โครงสร้างการโปรแกรมและการกำกับตนเองของนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ นิชาภา บุรีกาญจน์ (2557) ที่ได้ทำการศึกษาผลการจัดการเรียนรู้วิชาสุขศึกษาโดยใช้แนวคิดแบบห้องเรียนกลับด้านที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากข้อมูลที่ผู้วิจัยได้กล่าวมาข้างต้น จึงเป็นเหตุผลให้สอดคล้องกับงานวิจัยในครั้ง นี้ คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส ของนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส สำหรับนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ มีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

**3. การอภิปรายผลการศึกษาทักษะกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาหลังจากที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส สำหรับนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์**

ทักษะกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส สำหรับนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ มีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 3 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากเหตุผลดังต่อไปนี้

**ประการแรก** การจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส สำหรับนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่นักเรียนจะใช้เวลาเรียนนอกห้องเรียนโดยศึกษาค้นคว้าเนื้อหาด้วยการเรียนผ่านระบบชั้นเรียนออนไลน์ โดยใช้คอมพิวเตอร์และอินเทอร์เน็ตเป็นเครื่องมือในการค้นคว้าก่อนเข้าเรียน จึงทำให้สามารถใช้เวลาในชั้นเรียนทั้งหมดลงมือฝึกการทำแบบฝึกหัดหรือฝึกปฏิบัติการทดลองและทำงานที่ได้รับมอบหมายต่างๆ โดยมีครูคอยดูแลอย่างใกล้ชิด ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ เพ็ญจันทร์ สินธุเขต (2547) ที่ได้ศึกษาการพัฒนาทักษะกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาโดยใช้กิจกรรมโครงการงานวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านสี่สุข อำเภอแก่งสนามนาง จังหวัดนครราชสีมา โดยแบบวัดทักษะกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา พบว่า นักเรียนมีทักษะกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Wright (2015) ที่ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาชีววิทยาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนเกรด 9 ด้วยแบบทดสอบ พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านมีผลสัมฤทธิ์และทักษะกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

**ประการที่สอง** การจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส สำหรับนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ นอกจากจะมีเวลาเพียงให้นักเรียนได้ฝึกปฏิบัติด้วยตนเองแล้ว ยังได้นำกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของ Polya มาใช้ขณะที่ดำเนินการจัดการเรียนรู้ในการทำแบบฝึกหัดแก้โจทย์ปัญหาวิชาเคมีซึ่งมีทั้งหมด 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา ในขั้นนี้ผู้วิจัยได้มุ่งเน้นนักเรียนให้ทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ฝึกคิด ฝึกวิเคราะห์ว่าสิ่งที่โจทย์กำหนดมาและสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบนั้นคืออะไร มีข้อมูลเพียงพอต่อการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนหรือไม่ โดยให้นักเรียนเขียนลงในใบงานที่ผู้วิจัยจัดเตรียมไว้ให้ เพื่อความชัดเจนและเข้าใจมากขึ้น ขั้นที่ 2 วางแผนการโจทย์ปัญหา ในขั้นนี้ ผู้วิจัยพยายามส่งเสริมให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงข้อมูลกับสิ่งที่ไม่รู้ พยายามให้นักเรียนสังเกตว่าเคยพบกับปัญหาเหล่านี้มาก่อนหรือไม่ ขั้นที่ 3 ปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ โดยนักเรียนจะต้องดำเนินการตามแผนที่วางไว้ในขั้นที่ 2 และขั้นสุดท้าย ขั้นที่ 4 ตรวจสอบผลลัพธ์ ในขั้นนี้นักเรียนจะได้ร่วมกันคิดและมองย้อนกลับไปขั้นที่ขั้นตอนต่างๆ ที่ผ่านมาเพื่อพิจารณาถึงความถูกต้องของคำตอบและวิธีการแก้โจทย์ปัญหารวมถึงปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้โจทย์ปัญหาให้เหมาะสมกว่าเดิมด้วย ซึ่งจากที่ได้กล่าวมากระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของ Polya ช่วยให้นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาได้อย่างเป็นลำดับขั้นตอน มีการปรับขยายแนวคิดในการแก้ปัญหา และมีการตรวจสอบผลที่ได้ทำให้นักเรียนสามารถมองเห็น



ความสัมพันธ์ระหว่างปัญหาและคำตอบที่ได้รับ และสามารถพัฒนาความคิดของนักเรียนอย่างเป็นกระบวนการ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของปานจิต วัชรรังษี (2547) ได้ศึกษาการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่จัดการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหของ Polya ด้วยแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ พบว่า ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังจากที่ได้รับจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และสอดคล้องกับงานวิจัยของ จักรพันธ์ พิรักษา (2553) ที่ได้เปรียบเทียบกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้นร่วมกับเทคนิคการแก้ปัญหของ Polya กับกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5 ชั้น ด้วยแบบวัดกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา พบว่ากระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้นร่วมกับเทคนิคการแก้ปัญหของ Polya สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5 ชั้น สอดคล้องกับ Wright (2016) ที่ได้ศึกษาผลของห้องเรียนกลับด้านต่อความสามารถในการแก้ปัญหา วิชาชีววิทยา พบว่า นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากต่อรูปแบบการเรียนแบบห้องเรียนกลับด้าน

จากข้อมูลที่ผู้วิจัยได้กล่าวมาข้างต้น จึงเป็นเหตุผลให้สอดคล้องกับงานวิจัยในครั้งนี้ คือ ทักษะกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส สำหรับนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ มีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

## ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาค้นคว้าและดำเนินการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะซึ่งอาจจะเป็นประโยชน์ต่อการจัดการเรียนรู้และศึกษาวิจัยต่อไป ดังนี้

### 1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1.1 ครูควรมีการศึกษาระบบชั้นเรียนออนไลน์ Classstart.org ที่ใช้สอน เพื่อไม่ให้เป็นอุปสรรคต่อการเรียนรู้ของนักเรียน

1.2 การจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านผ่านระบบชั้นเรียนออนไลน์นั้นเหมาะสำหรับนักเรียนที่มีความพร้อมด้านเทคโนโลยี เช่น มีคอมพิวเตอร์ที่สามารถใช้งานอินเทอร์เน็ตได้ เพื่อการใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

## 2. ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน มีข้อดี คือ 1. ช่วยให้นักเรียนมีเวลามากพอในการทำแบบฝึกหัดหรือกิจกรรมต่าง ๆ และมีครูคอยให้คำแนะนำช่วยอย่างใกล้ชิด 2. นักเรียนสามารถเรียนได้ทุกที่ทุกเวลารวมถึงสามารถเรียนซ้ำในเนื้อหาที่ได้ตลอด 3. ช่วยให้ครูและนักเรียนมีปฏิสัมพันธ์มากขึ้นระหว่างการทำกิจกรรม และ 4. มุ่งเน้นให้นักเรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ดังนั้นจึงควรนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านไปใช้ในหัวข้ออื่น วิชาอื่น หรือระดับชั้นอื่น ตามความเหมาะสม

2.2 กิจกรรมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านควรเป็นกิจกรรมที่มีความแปลกใหม่ และเข้ากับวิถีชีวิตของผู้เรียนในปัจจุบันและอนาคต เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนมีความสนใจ

2.3 ควรมีการวิจัยเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะอื่นๆ ที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 ระหว่างรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านกับรูปแบบการสอนอื่นๆ



บรรณานุกรม

## บรรณานุกรม

- กรมวิชาการ, กระทรวงศึกษาธิการ. (2545). คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544. กรุงเทพฯ: องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์ (ร.ส.พ.).
- (2551). หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- (2546). หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พุทธศักราช 2546. กรุงเทพฯ : องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์ (ร.ส.พ.).
- กรมวิชาการ. (2544). การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: กรมวิชาการ
- กวินธร รัชฎาจ. (2558). การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้านด้วยคลังรายวิชาออนไลน์แบบเปิด. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. มหาสารคาม: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. ถ่ายเอกสาร
- ขุนทอง คล้ายทอง. (2554). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาเคมี 1 และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่มและแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น. ปริญญาโท กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- จิตตมาศ สุขแสง. (2549). การศึกษาแนวคิดของนักเรียนและพฤติกรรมการสอนของครู เรื่อง กระด-เบส ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ของโรงเรียนแห่งหนึ่งในเขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. (การสอนวิทยาศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.
- จักรพันธ์ พิรัชชา. (2553). การเปรียบเทียบกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องแรงและกฎการเคลื่อนที่ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น ร่วมกับเทคนิคการแก้ปัญหาของ POLYA กับกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5 ชั้น. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). ขอนแก่น: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ถ่ายเอกสาร.
- จันทิมา ปัทมธรรมกุล. (2555). *Getting to know Flipped Classroom*. สืบค้นเมื่อ 2 ตุลาคม 2559, จาก <http://www2.li.kmutt.ac.th/thai/article/gettingtoknow.html>.
- ชูศรี วงศ์รัตนะ; และองอาจ นัยพัฒน์. (2553). แบบแผนการวิจัยเชิงทดลองและสถิติวิเคราะห์แนวคิดพื้นฐานและวิธีการ. กรุงเทพฯ : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

- ธวัชชัย ปิยะวัฒน์; และจันทวรรณ ปิยะวัฒน์. (2557). *ClassStart.org* ชั้นเรียนออนไลน์เพื่อสนับสนุนการศึกษาแห่งศตวรรษที่ 21. สืบค้นเมื่อ 12 พฤศจิกายน 2559, จาก <https://www.gotoknow.org/posts/494584>
- ปราณี กองจินดา. (2549). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และทักษะการคิดเลขในใจของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามรูปแบบชิปปาโดยใช้แบบฝึกหัดที่เน้นทักษะการคิดเลขในใจกับนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้คู่มือครู. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (หลักสูตรและการสอน). พระนครศรีอยุธยา : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา. ถ่ายเอกสาร.
- ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ. (2543). *คิดเก่ง สมองไว*. กรุงเทพฯ: โพรดักทีฟบูค.
- นิพัทธา ชัยกิจ. (2551). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และแรงจูงใจในการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายมัธยม) ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสรรค์สร้างความรู้และการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- เนตรนภา เกียรติสมกิจ. (2552). การเปรียบเทียบผลการจัดการเรียนรู้วิชาเคมี เรื่อง พันธะเคมี และความสามารถทางทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนแบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค STAD และเรียนด้วยวิธีปกติ. วิทยานิพนธ์ ค.ม. ลพบุรี: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี. ถ่ายเอกสาร.
- พัชฎา บุตรยะถาวร. (2558). ผลการสอนของวิธีการสอนแบบห้องเรียนกลับด้านด้วยการเรียนออนไลน์กับวิธีการสอนแบบสืบเสาะ เรื่อง ระบบไหลเวียนโลหิต. วิทยานิพนธ์ วท.ม. (ชีววิทยาศึกษา). มหาสารคาม: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. ถ่ายเอกสาร.
- พิชิต ฤทธิ์จรูญ. (2547). การวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ ปฏิบัติการวิจัยในชั้นเรียน. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ: คณะครุศาสตร์ สถาบันราชภัฏพระนคร.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2529). การสร้างและพัฒนาแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์. กรุงเทพฯ: สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
- เพ็ญจันทร์ สินธุเขต. (2547). การพัฒนาทักษะกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาโดยกิจกรรมโครงการวิชาคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านสี่สุข อำเภอแก่งสนามนาง จังหวัดนครราชสีมา. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (การศึกษามหาบัณฑิต). มหาสารคาม: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. ถ่ายเอกสาร.

- เพชรศรีรินทร์ ตุ่นคำ. (2559). การพัฒนาชุดกิจกรรมส่งเสริมศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิด เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย. ปรินญา นิพนธ์ กศ.ม. (เคมี). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่าย เอกสาร.
- รัตนา รัตนเมธานันท์. (2557). การพัฒนาชุดฝึกเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด-เบสสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์ วท.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). อุบลราชธานี: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี. ถ่ายเอกสาร.
- รุจินันท์ ปัญญาจิต. (2557). ระบบการจัดการชั้นเรียนออนไลน์ ClassStart.org. สืบค้นเมื่อ 12 พฤศจิกายน 2559, จาก <http://rujinannn.blogspot.com/2014/03/1.html>
- ลัทพล ด่านสกุล. (2558). ผลของการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านด้วยพอดคาสต์โดยใช้ กลวิธีการกำกับตนเองที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โครงสร้างการโปรแกรม และ การกำกับตนเอง ของนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์. วิทยานิพนธ์ วท.ม. (คอมพิวเตอร์ศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. ถ่ายเอกสาร
- ลัลณ์ลลิต เอี่ยมอำนาจสุข. (2556). การสร้างสื่อบนอุปกรณ์คอมพิวเตอร์พกพา เรื่องการเคลื่อนไหว ในระบบดิจิทัลเบื้องต้นที่ใช้วิธีการสอนแบบห้องเรียนกลับด้าน. วิทยานิพนธ์ วท.ม. (คอมพิวเตอร์เพื่อการสื่อสาร). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. ถ่ายเอกสาร.
- ล้วน สายยศ. (2539). เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์สุริยาสาสน์
- วรลักษณ์ อินตะวงค์. (2539). ผลการเรียนรู้การแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้น ประถมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนตามวิธีของนุซุม. วิทยานิพนธ์ ศษ.บ. (ประถมศึกษา). เชียงใหม่: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. ถ่ายเอกสาร.
- วัฒนาพร ระงับทุกข์. (2542). แผนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: แอล ที เพรส.
- วิจารณ์ พานิช. (2556). ครูเพื่อศิษย์สร้างห้องเรียนกลับทาง. กรุงเทพฯ: เอส.อาร์.พริ้นติ้ง แมสโปรดักส์.
- สนิท ศิริ. (2536). ผลการใช้ชุดการสอนคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหาหระคน ของนักเรียนชั้น ประถมศึกษาปีที่ 2 ที่มีความสามารถทางการเรียนแตกต่างกัน. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. (ประถมศึกษา). เชียงใหม่: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. ถ่ายเอกสาร.
- สุศักดิ์ ปาเฮ. (2556). ห้องเรียนกลับทาง : ห้องเรียนมิติใหม่ในศตวรรษที่ 21. เอกสารประกอบการประชุมผู้บริหารโรงเรียน. แพร่: สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาแพร่เขต 2.
- สุพัตรา อุตมั่ง. (2558). แนวคิดห้องเรียนกลับด้าน: ภาพฝันที่เป็นจริงในวิชาภาษาไทย. วารสารวิชาการศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 51-58.

- สุภิญญา พิทักษ์ศักดิ์ดากร. (2541). การสอนวิชาคณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการแก้ปัญหาของโพลยาในโรงเรียนปรีณสร้อยแยลส์วิทยาลัย. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. (การศึกษาและการสอน). เชียงใหม่: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. ถ่ายเอกสาร.
- สมพร เชื้อพันธ์. (2547). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้วิธีการจัดการเรียนการสอนแบบสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองกับการจัดการเรียนการสอนตามปกติ. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (หลักสูตรและการสอน). พระนครศรีอยุธยา: บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันราชภัฏพระนครศรีอยุธยา. ถ่ายเอกสาร.
- สิริพร ทิพย์คง. (2545). หลักสูตรและการสอนคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: พัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.).
- เสาวนีย์ สิกขาบัณฑิต. (2528). การผลิตวัสดุเทคโนโลยีทางการศึกษา. กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. ถ่ายเอกสาร.
- ศิรินทร บุญสุ. (2546). ผลของการใช้ชุดฝึกการแก้ปัญหาโจทย์คำนวณที่เน้นเทคนิคแผนผังทางปัญญาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ วท.ม. (การศึกษาวิทยาศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. ถ่ายเอกสาร.
- อภิศักดิ์ บุญพิศ. (2555). การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง กรด-เบส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์ วท.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). นครศรีธรรมราช: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์. ถ่ายเอกสาร.
- อุษณีย์ โพธิ์สุข; และคณะ. (2547). สร้างสรรค์นักคิด: คู่มือการจัดการศึกษาสำหรับผู้ที่มีความสามารถ พิเศษด้านทักษะความคิดระดับสูง. กรุงเทพฯ: รัตนพรชัย.
- Artdej, R. (2010). Thai Grade 11 students' alternative conceptions for acid-base chemistry. *Research in Science & Technological Education*. 28(2): 167-183
- Bidwel, A. (2014). *Flipped classroom may help weaker STEM students*. *U.S. News and World Report*. Retrieved January 29, 2016, from <http://www.usnews.com/news/stem-solutions/articles/2014/08/05/taking-a-page-from-humanities-college-engineering-gets-flipped>.
- Flynn, A.B. (2015). Structure and evaluation of flipped chemistry courses: organic & spectroscopy, large and small, first to third year, English and French, *Chem. Educ. Res. Pract.* 16(2): 198-211
- Gabel, D. (1999). Improving teaching and learning through chemistry education research: A look to the future. *J. Chem. Educ.* 76(4): 548-554.

- Gerstein, J. (2011) *The Flipped Classroom Model: A Full Picture*. Retrieved September 12, 2016, from <https://usergeneratededucation.wordpress.com/2011/06/13/the-flipped-classroom-model-a-full-picture/>.
- Gilbert, J. K. (2006). On the nature of “context” in chemical education. *International Journal of Science Education*. 28: 957–976.
- Jonathan, B.; & Aaron, S. (2012). *Flip Your Classroom Reach Every Student in Every Class Every Day*. Intl Society for Technology in educ.
- Jonathan, B. & Aaron, S. (2013). Flip your student’s learning. *Educational Leadership*. 70(6): 16-20.
- Johnson, G.B. (2013). *Student perceptions of the flipped classroom*. M.A. Thesis, The University of British Columbia.
- Moeller, P. (2014). *Using a flipped learning approach to strengthen pottery skills & comprehension*. Master of Science in Education – Fine Arts. USA: University of Wisconsin-River Falls. p. 225-234.
- Osborne, J.F. & Collins, S. (2000). *Pupils’ and parents’ view of the school science curriculum*. London: King’s College London.
- Polya, G. (1975). *How to solve it? A new Aspect of Mathematical Method*. Princeton: University Press.
- Trogden, B.G. (2015). The view from a flipped classroom: Improved student success and subject mastery in organic chemistry, in Scheg A.G. (ed.). *Implementation and critical assessment of the flipped classroom experience*. Hershey. PA: Information Science Reference.
- Wright, L.A. (2016). *The impact of the flipped classroom on learning and problem solving of ninth grade biology students*. (unpublished master’s thesis), Montana State University, Montana.





ภาคผนวก



**ภาคผนวก ก**

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือในการวิจัย

## รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือในการวิจัย

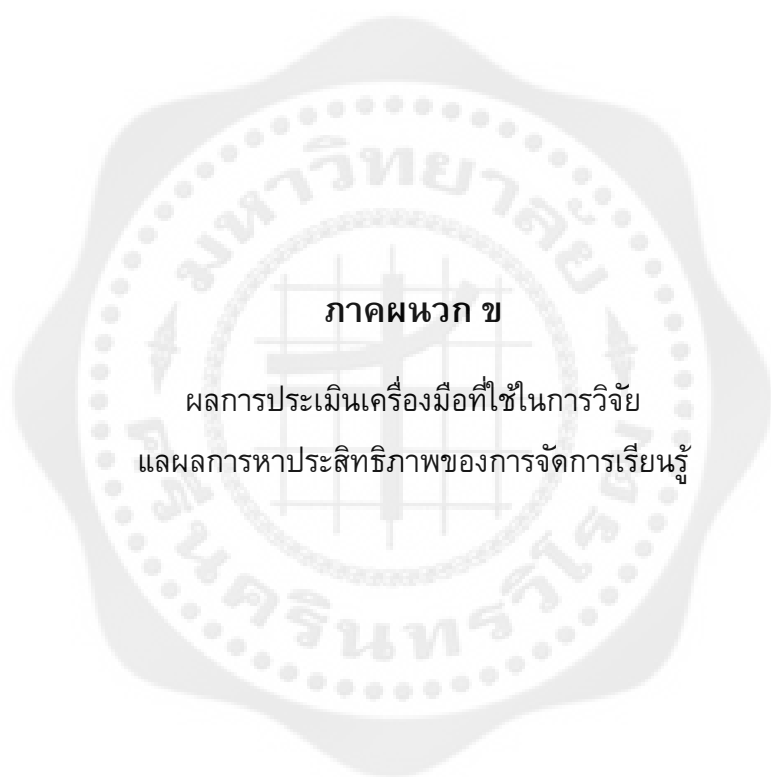
### ด้านเนื้อหา

|                               |  |
|-------------------------------|--|
| ผศ.ดร.สมเกียรติ พรพิสุทธิมาศ  | อาจารย์ ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์<br>มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ |
| ผศ.ดร.ปิยะดา จิตรตั้งประเสริฐ | อาจารย์ ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์<br>มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ     |

### ด้านการสอนวิชาเคมีระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

|                        |  |
|------------------------|--|
| อาจารย์สุภาพร ขาวพิมพ์ | ครู คศ.2 โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) |
|------------------------|--|





**ภาคผนวก ข**

ผลการประเมินเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย  
และผลการหาประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้

ตาราง 17 แสดงค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน วิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส สำหรับนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ ในหัวข้อ สมบัติของกรด-เบส

| รายการประเมิน   | ผู้เชี่ยวชาญ |    |    | รวม | IOC  | การพิจารณา |
|---|--------------|----|----|-----|------|------------|
|   | 1            | 2  | 3  |     |      |            |
| <b>1. ด้านจุดประสงค์</b>  |              |    |    |     |      |            |
| 1.1 จุดประสงค์สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้                              | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้     |
| 1.2 จุดประสงค์สอดคล้องกับตัวชี้วัด                                    | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้     |
| 1.3 จุดประสงค์สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้                           | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้     |
| 1.4 จุดประสงค์สอดคล้องกับเนื้อหา                                      | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้     |
| <b>2. ด้านเนื้อหา</b>   |              |    |    |     |      |            |
| 2.1 เนื้อหาถูกต้องและครอบคลุม   | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้     |
| 2.2 มีการจัดลำดับเนื้อหาที่เหมาะสม                                    | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้     |
| 2.3 เนื้อหาเหมาะสมกับเวลาที่กำหนด                                     | +1           | 0  | +1 | 2   | 0.67 | ใช้ได้     |
| 2.4 เนื้อหาเหมาะสมกับระดับชั้นของผู้เรียน                             | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้     |
| <b>3. ด้านการใช้ภาษา</b>  |              |    |    |     |      |            |
| 3.1 ใช้ภาษาเข้าใจง่าย   | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้     |
| 3.2 ความถูกต้องของการใช้ภาษา  | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้     |
| 3.3 ใช้ภาษาน่าสนใจ กระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้                          | 0            | 0  | +1 | 1   | 0.33 | ปรับปรุง   |
| 3.4 ภาษาที่ใช้เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน                                | 0            | +1 | +1 | 2   | 0.67 | ใช้ได้     |
| 3.5 ภาษาที่ใช้ส่งเสริมให้ผู้เรียนใช้ภาษาที่ถูกต้อง                    | 0            | +1 | +1 | 2   | 0.67 | ใช้ได้     |
| <b>4. ด้านกิจกรรมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน</b>                  |              |    |    |     |      |            |
| 4.1 กิจกรรมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน สอดคล้องกับจุดประสงค์      | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้     |
| 4.2 กิจกรรมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน สอดคล้องกับเนื้อหา         | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้     |
| 4.3 กิจกรรมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน สอดคล้องกับการประเมินผล    | 0            | 0  | +1 | 1   | 0.33 | ปรับปรุง   |
| 4.4 การจัดลำดับของกิจกรรมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านมีความเหมาะสม | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้     |

ตาราง 17 (ต่อ)

| รายการประเมิน                                      | ผู้เชี่ยวชาญ |    |    | รวม | IOC  | การพิจารณา |
|--|--------------|----|----|-----|------|------------|
|  | 1            | 2  | 3  |     |      |            |
| <b>5. ด้านการประเมินผล</b>                         |              |    |    |     |      |            |
| 5.1 การประเมินผลสอดคล้องกับจุดประสงค์              | +1           | 0  | +1 | 2   | 0.67 | ใช้ได้     |
| 5.2 การประเมินผลมีความสอดคล้องและเหมาะสมกับเนื้อหา | +1           | +1 | +1 | 2   | 0.67 | ใช้ได้     |
| 5.3 การประเมินผลเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน           | 0            | +1 | +1 | 2   | 0.67 | ใช้ได้     |
| 5.4 จำนวนข้อคำถามเหมาะสม                           | +1           | 0  | +1 | 2   | 0.67 | ใช้ได้     |
| 5.5 คำถามเข้าใจง่าย ไม่กำกวม                       | +1           | 1  | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้     |
| ค่าดัชนีความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้        |              |    |    |     | 0.83 | ใช้ได้     |

ตาราง 18 แสดงค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน วิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส สำหรับนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ในหัวข้อ ความแรงสัมพัทธ์ และปัจจัยที่มีผลต่อความแรงของกรด-เบส

| รายการประเมิน                               | ผู้เชี่ยวชาญ |    |    | รวม | IOC  | การพิจารณา |
|---|--------------|----|----|-----|------|------------|
|   | 1            | 2  | 3  |     |      |            |
| <b>1. ด้านจุดประสงค์</b>                    |              |    |    |     |      |            |
| 1.1 จุดประสงค์สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้    | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้     |
| 1.2 จุดประสงค์สอดคล้องกับตัวชี้วัด          | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้     |
| 1.3 จุดประสงค์สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้ | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้     |
| 1.4 จุดประสงค์สอดคล้องกับเนื้อหา            | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้     |
| <b>2. ด้านเนื้อหา</b>                       |              |    |    |     |      |            |
| 2.1 เนื้อหาถูกต้องและครอบคลุม               | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้     |
| 2.2 มีการจัดลำดับเนื้อหาที่เหมาะสม          | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้     |
| 2.3 เนื้อหาเหมาะสมกับเวลาที่กำหนด           | +1           | 0  | +1 | 2   | 0.67 | ใช้ได้     |
| 2.4 เนื้อหาเหมาะสมกับระดับชั้นของผู้เรียน   | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้     |
| <b>3. ด้านการใช้ภาษา</b>                    |              |    |    |     |      |            |

ตาราง 18 (ต่อ)

| รายการประเมิน   | ผู้เชี่ยวชาญ |    |    | รวม | IOC  | การพิจารณา |
|---|--------------|----|----|-----|------|------------|
|   | 1            | 2  | 3  |     |      |            |
| 3.1 ใช้ภาษาเข้าใจง่าย   | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้     |
| 3.2 ความถูกต้องของการใช้ภาษา  | +1           | 0  | +1 | 2   | 0.67 | ใช้ได้     |
| 3.3 ใช้ภาษาน่าสนใจ กระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้                          | 0            | 0  | +1 | 1   | 0.33 | ปรับปรุง   |
| 3.4 ภาษาที่ใช้เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน                                | 0            | +1 | +1 | 2   | 0.67 | ใช้ได้     |
| 3.5 ภาษาที่ใช้ส่งเสริมให้ผู้เรียนใช้ภาษาที่ถูกต้อง                    | 0            | +1 | +1 | 2   | 0.67 | ใช้ได้     |
| <b>4. ด้านกิจกรรมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน</b>                  |              |    |    |     |      |            |
| 4.1 กิจกรรมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน สอดคล้องกับจุดประสงค์      | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้     |
| 4.2 กิจกรรมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน สอดคล้องกับเนื้อหา         | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้     |
| 4.3 กิจกรรมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน สอดคล้องกับการประเมินผล    | 0            | 0  | +1 | 1   | 0.33 | ปรับปรุง   |
| 4.4 การจัดลำดับของกิจกรรมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านมีความเหมาะสม | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้     |
| <b>5. ด้านการประเมินผล</b>  |              |    |    |     |      |            |
| 5.1 การประเมินผลสอดคล้องกับจุดประสงค์                                 | +1           | 0  | +1 | 2   | 0.67 | ใช้ได้     |
| 5.2 การประเมินผลมีความสอดคล้องและเหมาะสมกับเนื้อหา                    | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้     |
| 5.3 การประเมินผลเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน                              | 0            | +1 | +1 | 2   | 0.67 | ใช้ได้     |
| 5.4 จำนวนข้อคำถามเหมาะสม  | +1           | 0  | +1 | 2   | 0.67 | ใช้ได้     |
| 5.5 คำถามเข้าใจง่าย ไม่กำกวม  | +1           | 1  | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้     |
| ค่าดัชนีความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้                           |              |    |    |     | 0.83 | ใช้ได้     |

ตาราง 19 แสดงค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน  
วิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส สำหรับนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ในหัวข้อ การคำนวณ  
ร้อยละการแตกตัวของกรดอ่อนและเบสอ่อน

| รายการประเมิน   | ผู้เชี่ยวชาญ |    |    | รวม | IOC  | การ<br>พิจารณา |
|---|--------------|----|----|-----|------|----------------|
|   | 1            | 2  | 3  |     |      |                |
| <b>1. ด้านจุดประสงค์</b>  |              |    |    |     |      |                |
| 1.1 จุดประสงค์สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้                              | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้         |
| 1.2 จุดประสงค์สอดคล้องกับตัวชี้วัด                                    | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้         |
| 1.3 จุดประสงค์สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้                           | +1           | 0  | +1 | 2   | 0.67 | ใช้ได้         |
| 1.4 จุดประสงค์สอดคล้องกับเนื้อหา                                      | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้         |
| <b>2. ด้านเนื้อหา</b>   |              |    |    |     |      |                |
| 2.1 เนื้อหาถูกต้องและครอบคลุม   | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้         |
| 2.2 มีการจัดลำดับเนื้อหาที่เหมาะสม                                    | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้         |
| 2.3 เนื้อหาเหมาะสมกับเวลาที่กำหนด                                     | +1           | 0  | +1 | 2   | 0.67 | ใช้ได้         |
| 2.4 เนื้อหาเหมาะสมกับระดับชั้นของผู้เรียน                             | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้         |
| <b>3. ด้านการใช้ภาษา</b>  |              |    |    |     |      |                |
| 3.1 ใช้ภาษาเข้าใจง่าย   | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้         |
| 3.2 ความถูกต้องของการใช้ภาษา  | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้         |
| 3.3 ใช้ภาษาน่าสนใจ กระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้                          | 0            | +1 | +1 | 2   | 0.67 | ใช้ได้         |
| 3.4 ภาษาที่ใช้เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน                                | 0            | +1 | +1 | 2   | 0.67 | ใช้ได้         |
| 3.5 ภาษาที่ใช้ส่งเสริมให้ผู้เรียนใช้ภาษาที่ถูกต้อง                    | 0            | +1 | +1 | 2   | 0.67 | ใช้ได้         |
| <b>4. ด้านกิจกรรมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน</b>                  |              |    |    |     |      |                |
| 4.1 กิจกรรมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน<br>สอดคล้องกับจุดประสงค์   | +1           | 0  | +1 | 2   | 0.67 | ใช้ได้         |
| 4.2 กิจกรรมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน<br>สอดคล้องกับเนื้อหา      | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้         |
| 4.3 กิจกรรมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน<br>สอดคล้องกับการประเมินผล | 0            | 0  | +1 | 1   | 0.33 | ปรับปรุง       |



ตาราง 19 (ต่อ)

| รายการประเมิน   | ผู้เชี่ยวชาญ |    |    | รวม | IOC  | การพิจารณา |
|---|--------------|----|----|-----|------|------------|
|   | 1            | 2  | 3  |     |      |            |
| 4.4 การจัดลำดับของกิจกรรมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านมีความเหมาะสม | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้     |
| <b>5. ด้านการประเมินผล</b>  |              |    |    |     |      |            |
| 5.1 การประเมินผลสอดคล้องกับจุดประสงค์                                 | +1           | 0  | +1 | 2   | 0.67 | ใช้ได้     |
| 5.2 การประเมินผลมีความสอดคล้องและเหมาะสมกับเนื้อหา                    | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้     |
| 5.3 การประเมินผลเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน                              | 0            | +1 | +1 | 2   | 0.67 | ใช้ได้     |
| 5.4 จำนวนข้อคำถามเหมาะสม  | +1           | 0  | +1 | 2   | 0.67 | ใช้ได้     |
| 5.5 คำถามเข้าใจง่าย ไม่กำกวม  | +1           | 1  | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้     |
| ค่าดัชนีความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้                           |              |    |    |     | 0.83 | ใช้ได้     |

ตาราง 20 แสดงค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส สำหรับนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ในหัวข้อ การคำนวณ pH ของกรดแก่เบสแก่และกรดอ่อนเบสอ่อน

| รายการประเมิน                               | ผู้เชี่ยวชาญ |    |    | รวม | IOC  | การพิจารณา |
|---|--------------|----|----|-----|------|------------|
|   | 1            | 2  | 3  |     |      |            |
| <b>1. ด้านจุดประสงค์</b>                    |              |    |    |     |      |            |
| 1.1 จุดประสงค์สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้    | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้     |
| 1.2 จุดประสงค์สอดคล้องกับตัวชี้วัด          | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้     |
| 1.3 จุดประสงค์สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้ | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้     |
| 1.4 จุดประสงค์สอดคล้องกับเนื้อหา            | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้     |
| <b>2. ด้านเนื้อหา</b>                       |              |    |    |     |      |            |
| 2.1 เนื้อหาถูกต้องและครอบคลุม               | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้     |
| 2.2 มีการจัดลำดับเนื้อหาที่เหมาะสม          | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้     |
| 2.3 เนื้อหาเหมาะสมกับเวลาที่กำหนด           | +1           | 0  | +1 | 2   | 0.67 | ใช้ได้     |

## ตาราง 20 (ต่อ)

| รายการประเมิน   | ผู้เชี่ยวชาญ |    |    | รวม | IOC  | การพิจารณา |
|---|--------------|----|----|-----|------|------------|
|   | 1            | 2  | 3  |     |      |            |
| 2.4 เนื้อหาเหมาะสมกับระดับชั้นของผู้เรียน                             | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้     |
| <b>3. ด้านการใช้ภาษา</b>  |              |    |    |     |      |            |
| 3.1 ใช้ภาษาเข้าใจง่าย   | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้     |
| 3.2 ความถูกต้องของการใช้ภาษา  | +1           | 0  | +1 | 2   | 0.67 | ใช้ได้     |
| 3.3 ใช้ภาษาน่าสนใจ กระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้                          | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้     |
| 3.4 ภาษาที่ใช้เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน                                | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้     |
| 3.5 ภาษาที่ใช้ส่งเสริมให้ผู้เรียนใช้ภาษาที่ถูกต้อง                    | 0            | +1 | +1 | 2   | 0.67 | ใช้ได้     |
| <b>4. ด้านกิจกรรมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน</b>                  |              |    |    |     |      |            |
| 4.1 กิจกรรมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน สอดคล้องกับจุดประสงค์      | +1           | 0  | +1 | 2   | 0.67 | ใช้ได้     |
| 4.2 กิจกรรมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน สอดคล้องกับเนื้อหา         | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้     |
| 4.3 กิจกรรมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน สอดคล้องกับการประเมินผล    | +1           | -1 | +1 | 1   | 0.33 | ปรับปรุง   |
| 4.4 การจัดลำดับของกิจกรรมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านมีความเหมาะสม | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้     |
| <b>5. ด้านการประเมินผล</b>  |              |    |    |     |      |            |
| 5.1 การประเมินผลสอดคล้องกับจุดประสงค์                                 | +1           | 0  | +1 | 2   | 0.67 | ใช้ได้     |
| 5.2 การประเมินผลมีความสอดคล้องและเหมาะสมกับเนื้อหา                    | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้     |
| 5.3 การประเมินผลเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน                              | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้     |
| 5.4 จำนวนข้อคำถามเหมาะสม  | +1           | 0  | +1 | 2   | 0.67 | ใช้ได้     |
| 5.5 คำถามเข้าใจง่าย ไม่กำกวม  | 0            | 1  | +1 | 2   | 0.67 | ใช้ได้     |
| ค่าดัชนีความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้                           |              |    |    |     | 0.86 | ใช้ได้     |

ตาราง 21 แสดงค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน  
วิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส สำหรับนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ในหัวข้อ กรดหลาย  
โปรตอน

| รายการประเมิน   | ผู้เชี่ยวชาญ |    |    | รวม | IOC  | การ<br>พิจารณา |
|---|--------------|----|----|-----|------|----------------|
|   | 1            | 2  | 3  |     |      |                |
| <b>1. ด้านจุดประสงค์</b>  |              |    |    |     |      |                |
| 1.1 จุดประสงค์สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้                                  | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้         |
| 1.2 จุดประสงค์สอดคล้องกับตัวชี้วัด  | +1           | 0  | +1 | 2   | 0.67 | ใช้ได้         |
| 1.3 จุดประสงค์สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้                               | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้         |
| 1.4 จุดประสงค์สอดคล้องกับเนื้อหา  | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้         |
| <b>2. ด้านเนื้อหา</b>   |              |    |    |     |      |                |
| 2.1 เนื้อหาถูกต้องและครอบคลุม   | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้         |
| 2.2 มีการจัดลำดับเนื้อหาที่เหมาะสม  | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้         |
| 2.3 เนื้อหาเหมาะสมกับเวลาที่กำหนด   | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้         |
| 2.4 เนื้อหาเหมาะสมกับระดับชั้นของผู้เรียน                                 | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้         |
| <b>3. ด้านการใช้ภาษา</b>  |              |    |    |     |      |                |
| 3.1 ใช้ภาษาเข้าใจง่าย   | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้         |
| 3.2 ความถูกต้องของการใช้ภาษา  | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้         |
| 3.3 ใช้ภาษาน่าสนใจ กระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้                              | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้         |
| 3.4 ภาษาที่ใช้เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน                                    | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้         |
| 3.5 ภาษาที่ใช้ส่งเสริมให้ผู้เรียนใช้ภาษาที่ถูกต้อง                        | 0            | +1 | +1 | 2   | 0.67 | ใช้ได้         |
| <b>4. ด้านกิจกรรมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน</b>                      |              |    |    |     |      |                |
| 4.1 กิจกรรมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน<br>สอดคล้องกับจุดประสงค์       | +1           | 0  | +1 | 2   | 0.67 | ใช้ได้         |
| 4.2 กิจกรรมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน<br>สอดคล้องกับเนื้อหา          | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้         |
| 4.3 กิจกรรมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน<br>สอดคล้องกับการประเมินผล     | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้         |
| 4.4 การจัดลำดับของกิจกรรมการเรียนรู้<br>แบบห้องเรียนกลับด้านมีความเหมาะสม | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้         |

ตาราง 21 (ต่อ)

| รายการประเมิน                                      | ผู้เชี่ยวชาญ |    |    | รวม | IOC  | การพิจารณา |
|--|--------------|----|----|-----|------|------------|
|  | 1            | 2  | 3  |     |      |            |
| <b>5. ด้านการประเมินผล</b>                         |              |    |    |     |      |            |
| 5.1 การประเมินผลสอดคล้องกับจุดประสงค์              | +1           | 0  | +1 | 2   | 0.67 | ใช้ได้     |
| 5.2 การประเมินผลมีความสอดคล้องและเหมาะสมกับเนื้อหา | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้     |
| 5.3 การประเมินผลเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน           | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้     |
| 5.4 จำนวนข้อคำถามเหมาะสม                           | +1           | 0  | +1 | 2   | 0.67 | ใช้ได้     |
| 5.5 คำถามเข้าใจง่าย ไม่กำกวม                       | 0            | 1  | +1 | 2   | 0.67 | ใช้ได้     |
| ค่าดัชนีความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้        |              |    |    |     | 0.91 | ใช้ได้     |

ตาราง 22 แสดงค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน วิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส สำหรับนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ในหัวข้อ สารละลาย บัฟเฟอร์

| รายการประเมิน                               | ผู้เชี่ยวชาญ |    |    | รวม | IOC  | การพิจารณา |
|---|--------------|----|----|-----|------|------------|
|   | 1            | 2  | 3  |     |      |            |
| <b>1. ด้านจุดประสงค์</b>                    |              |    |    |     |      |            |
| 1.1 จุดประสงค์สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้    | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้     |
| 1.2 จุดประสงค์สอดคล้องกับตัวชี้วัด          | +1           | 0  | +1 | 2   | 0.67 | ใช้ได้     |
| 1.3 จุดประสงค์สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้ | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้     |
| 1.4 จุดประสงค์สอดคล้องกับเนื้อหา            | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้     |
| <b>2. ด้านเนื้อหา</b>                       |              |    |    |     |      |            |
| 2.1 เนื้อหาถูกต้องและครอบคลุม               | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้     |
| 2.2 มีการจัดลำดับเนื้อหาที่เหมาะสม          | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้     |
| 2.3 เนื้อหาเหมาะสมกับเวลาที่กำหนด           | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้     |
| 2.4 เนื้อหาเหมาะสมกับระดับชั้นของผู้เรียน   | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้     |
| <b>3. ด้านการใช้ภาษา</b>                    |              |    |    |     |      |            |
| 3.1 ใช้ภาษาเข้าใจง่าย                       | +1           | 0  | +1 | 2   | 0.67 | ใช้ได้     |

ตาราง 22 (ต่อ)

| รายการประเมิน   | ผู้เชี่ยวชาญ |    |    | รวม | IOC  | การพิจารณา |
|---|--------------|----|----|-----|------|------------|
|   | 1            | 2  | 3  |     |      |            |
| 3.2 ความถูกต้องของการใช้ภาษา  | +1           | 0  | +1 | 2   | 0.67 | ใช้ได้     |
| 3.3 ใช้ภาษาน่าสนใจ กระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้                          | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้     |
| 3.4 ภาษาที่ใช้เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน                                | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้     |
| 3.5 ภาษาที่ใช้ส่งเสริมให้ผู้เรียนใช้ภาษาที่ถูกต้อง                    | 0            | +1 | +1 | 2   | 0.67 | ใช้ได้     |
| <b>4. ด้านกิจกรรมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน</b>                  |              |    |    |     |      |            |
| 4.1 กิจกรรมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน สอดคล้องกับจุดประสงค์      | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้     |
| 4.2 กิจกรรมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน สอดคล้องกับเนื้อหา         | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้     |
| 4.3 กิจกรรมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน สอดคล้องกับการประเมินผล    | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้     |
| 4.4 การจัดลำดับของกิจกรรมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านมีความเหมาะสม | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้     |
| <b>5. ด้านการประเมินผล</b>  |              |    |    |     |      |            |
| 5.1 การประเมินผลสอดคล้องกับจุดประสงค์                                 | +1           | 0  | +1 | 2   | 0.67 | ใช้ได้     |
| 5.2 การประเมินผลมีความสอดคล้องและเหมาะสมกับเนื้อหา                    | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้     |
| 5.3 การประเมินผลเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน                              | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้     |
| 5.4 จำนวนข้อคำถามเหมาะสม  | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้     |
| 5.5 คำถามเข้าใจง่าย ไม่กำกวม  | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้     |
| ค่าดัชนีความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้                           |              |    |    |     | 0.93 | ใช้ได้     |

ตาราง 23 แสดงค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน  
วิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส สำหรับนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ในหัวข้อ ปฏิกิริยาระหว่าง  
กรด-เบสและอินดิเคเตอร์ของกรด-เบส

| รายการประเมิน   | ผู้เชี่ยวชาญ |    |    | รวม | IOC  | การ<br>พิจารณา |
|---|--------------|----|----|-----|------|----------------|
|   | 1            | 2  | 3  |     |      |                |
| <b>1. ด้านจุดประสงค์</b>  |              |    |    |     |      |                |
| 1.1 จุดประสงค์สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้                                  | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้         |
| 1.2 จุดประสงค์สอดคล้องกับตัวชี้วัด  | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้         |
| 1.3 จุดประสงค์สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้                               | +1           | -1 | +1 | 1   | 0.33 | ปรับปรุง       |
| 1.4 จุดประสงค์สอดคล้องกับเนื้อหา  | +1           | -1 | +1 | 1   | 0.33 | ปรับปรุง       |
| <b>2. ด้านเนื้อหา</b>   |              |    |    |     |      |                |
| 2.1 เนื้อหาถูกต้องและครอบคลุม   | +1           | 0  | +1 | 2   | 0.67 | ใช้ได้         |
| 2.2 มีการจัดลำดับเนื้อหาที่เหมาะสม  | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้         |
| 2.3 เนื้อหาเหมาะสมกับเวลาที่กำหนด   | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้         |
| 2.4 เนื้อหาเหมาะสมกับระดับชั้นของผู้เรียน                                 | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้         |
| <b>3. ด้านการใช้ภาษา</b>  |              |    |    |     |      |                |
| 3.1 ใช้ภาษาเข้าใจง่าย   | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้         |
| 3.2 ความถูกต้องของการใช้ภาษา  | +1           | 0  | +1 | 2   | 0.67 | ใช้ได้         |
| 3.3 ใช้ภาษาน่าสนใจ กระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้                              | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้         |
| 3.4 ภาษาที่ใช้เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน                                    | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้         |
| 3.5 ภาษาที่ใช้ส่งเสริมให้ผู้เรียนใช้ภาษาที่ถูกต้อง                        | 0            | 0  | +1 | 1   | 0.33 | ปรับปรุง       |
| <b>4. ด้านกิจกรรมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน</b>                      |              |    |    |     |      |                |
| 4.1 กิจกรรมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน<br>สอดคล้องกับจุดประสงค์       | +1           | -1 | +1 | 1   | 0.33 | ปรับปรุง       |
| 4.2 กิจกรรมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน<br>สอดคล้องกับเนื้อหา          | +1           | -1 | +1 | 1   | 0.33 | ปรับปรุง       |
| 4.3 กิจกรรมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน<br>สอดคล้องกับการประเมินผล     | +1           | 0  | +1 | 2   | 0.67 | ใช้ได้         |
| 4.4 การจัดลำดับของกิจกรรมการเรียนรู้<br>แบบห้องเรียนกลับด้านมีความเหมาะสม | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้         |

ตาราง 23 (ต่อ)

| รายการประเมิน                                      | ผู้เชี่ยวชาญ |    |    | รวม | IOC  | การพิจารณา |
|--|--------------|----|----|-----|------|------------|
|  | 1            | 2  | 3  |     |      |            |
| <b>5. ด้านการประเมินผล</b>                         |              |    |    |     |      |            |
| 5.1 การประเมินผลสอดคล้องกับจุดประสงค์              | +1           | -1 | +1 | 1   | 0.33 | ปรับปรุง   |
| 5.2 การประเมินผลมีความสอดคล้องและเหมาะสมกับเนื้อหา | +1           | -1 | +1 | 1   | 0.33 | ปรับปรุง   |
| 5.3 การประเมินผลเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน           | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้     |
| 5.4 จำนวนข้อคำถามเหมาะสม                           | +1           | 0  | +1 | 2   | 0.67 | ใช้ได้     |
| 5.5 คำถามเข้าใจง่าย ไม่กำกวม                       | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้     |
| ค่าดัชนีความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้        |              |    |    |     | 0.73 | ใช้ได้     |

ตาราง 24 แสดงค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน วิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส สำหรับนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ในหัวข้อ การไทเทรตกรด-เบส

| รายการประเมิน                               | ผู้เชี่ยวชาญ |    |    | รวม | IOC  | การพิจารณา |
|---|--------------|----|----|-----|------|------------|
|   | 1            | 2  | 3  |     |      |            |
| <b>1. ด้านจุดประสงค์</b>                    |              |    |    |     |      |            |
| 1.1 จุดประสงค์สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้    | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้     |
| 1.2 จุดประสงค์สอดคล้องกับตัวชี้วัด          | +1           | 0  | +1 | 2   | 0.67 | ใช้ได้     |
| 1.3 จุดประสงค์สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้ | +1           | 0  | +1 | 2   | 0.67 | ใช้ได้     |
| 1.4 จุดประสงค์สอดคล้องกับเนื้อหา            | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้     |
| <b>2. ด้านเนื้อหา</b>                       |              |    |    |     |      |            |
| 2.1 เนื้อหาถูกต้องและครอบคลุม               | +1           | 0  | +1 | 2   | 0.67 | ใช้ได้     |
| 2.2 มีการจัดลำดับเนื้อหาที่เหมาะสม          | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้     |
| 2.3 เนื้อหาเหมาะสมกับเวลาที่กำหนด           | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้     |
| 2.4 เนื้อหาเหมาะสมกับระดับชั้นของผู้เรียน   | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้     |
| <b>3. ด้านการใช้ภาษา</b>                    |              |    |    |     |      |            |
| 3.1 ใช้ภาษาเข้าใจง่าย                       | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้     |

ตาราง 24 (ต่อ)

| รายการประเมิน   | ผู้เชี่ยวชาญ |    |    | รวม | IOC  | การพิจารณา |
|---|--------------|----|----|-----|------|------------|
|   | 1            | 2  | 3  |     |      |            |
| 3.2 ความถูกต้องของการใช้ภาษา  | +1           | -1 | +1 | 1   | 0.33 | ปรับปรุง   |
| 3.3 ใช้ภาษาน่าสนใจ กระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้                          | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้     |
| 3.4 ภาษาที่ใช้เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน                                | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้     |
| 3.5 ภาษาที่ใช้ส่งเสริมให้ผู้เรียนใช้ภาษาที่ถูกต้อง                    | 0            | +1 | +1 | 2   | 0.67 | ใช้ได้     |
| <b>4. ด้านกิจกรรมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน</b>                  |              |    |    |     |      |            |
| 4.1 กิจกรรมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน สอดคล้องกับจุดประสงค์      | +1           | 0  | +1 | 2   | 0.67 | ใช้ได้     |
| 4.2 กิจกรรมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน สอดคล้องกับเนื้อหา         | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้     |
| 4.3 กิจกรรมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน สอดคล้องกับการประเมินผล    | +1           | 0  | +1 | 2   | 0.67 | ใช้ได้     |
| 4.4 การจัดลำดับของกิจกรรมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านมีความเหมาะสม | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้     |
| <b>5. ด้านการประเมินผล</b>  |              |    |    |     |      |            |
| 5.1 การประเมินผลสอดคล้องกับจุดประสงค์                                 | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้     |
| 5.2 การประเมินผลมีความสอดคล้องและเหมาะสมกับเนื้อหา                    | +1           | 0  | +1 | 2   | 0.67 | ใช้ได้     |
| 5.3 การประเมินผลเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน                              | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้     |
| 5.4 จำนวนข้อคำถามเหมาะสม  | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้     |
| 5.5 คำถามเข้าใจง่าย ไม่กำกวม  | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้     |
| ค่าดัชนีความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้                           |              |    |    |     | 0.86 | ใช้ได้     |



ตาราง 25 แสดงค่าความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส สำหรับนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ในหัวข้อ สมบัติของกรด-เบส

| รายการประเมิน                                   | ผู้เชี่ยวชาญ |   |   | รวม | $\bar{x}$ | SD   | ระดับ<br>ความเหมาะสม |
|---|--------------|---|---|-----|-----------|------|----------------------|
|   | 1            | 2 | 3 |     |           |      |                      |
| <b>1. ความเหมาะสมของเนื้อหา</b>                 |              |   |   |     |           |      |                      |
| 1.1 ความถูกต้องของเนื้อหา                       | 4            | 3 | 5 | 12  | 4.00      | 1.00 | มาก                  |
| 1.2 ความครอบคลุมของเนื้อหา                      | 4            | 5 | 5 | 14  | 4.67      | 0.58 | มากที่สุด            |
| 1.3 ความถูกต้องของภาษา                          | 4            | 4 | 5 | 13  | 4.33      | 0.58 | มาก                  |
| 1.4 ความชัดเจนของภาพประกอบ                      | 4            | 4 | 5 | 13  | 4.33      | 0.58 | มาก                  |
| 1.5 ความชัดเจนของตัวอักษร                       | 4            | 5 | 5 | 14  | 4.67      | 0.58 | มากที่สุด            |
| 1.6 ความเหมาะสมของตัวอักษร                      | 4            | 5 | 5 | 14  | 4.67      | 0.58 | มากที่สุด            |
| 1.7 ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษา                    | 4            | 5 | 5 | 14  | 4.67      | 0.58 | มากที่สุด            |
| <b>2. ความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้</b>      |              |   |   |     |           |      |                      |
| 2.1 ความครอบคลุมของเนื้อหา                      | 4            | 5 | 5 | 14  | 4.67      | 0.58 | มากที่สุด            |
| 2.2 ความครอบคลุมของ<br>จุดประสงค์การเรียนรู้    | 4            | 4 | 5 | 13  | 4.33      | 0.58 | มาก                  |
| 2.3 การฝึกปฏิบัติจริง                           | 4            | 5 | 5 | 14  | 4.67      | 0.58 | มากที่สุด            |
| 2.4 ระยะเวลาที่ใช้ในกิจกรรม                     | 4            | 4 | 5 | 13  | 4.33      | 0.58 | มาก                  |
| 2.5 ความชัดเจนของคำสั่ง                         | 4            | 4 | 5 | 13  | 4.33      | 0.58 | มาก                  |
| 2.6 ความชัดเจนของคำถาม                          | 4            | 4 | 5 | 13  | 4.33      | 0.58 | มาก                  |
| <b>3. ความเหมาะสมของการวัดประเมินผล</b>         |              |   |   |     |           |      |                      |
| 3.1 ความครอบคลุมของเนื้อหา                      | 4            | 5 | 5 | 14  | 4.67      | 0.58 | มากที่สุด            |
| 3.2 ความครอบคลุมของ<br>จุดประสงค์การเรียนรู้    | 4            | 4 | 5 | 13  | 4.33      | 0.58 | มาก                  |
| 3.3 เกณฑ์การวัดผลเชื่อถือได้                    | 3            | 4 | 5 | 12  | 4.00      | 1.00 | มาก                  |
| ความเหมาะสมขององค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ |              |   |   |     | 4.44      | 0.23 | มาก                  |

ตาราง 26 แสดงค่าความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส สำหรับนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ในหัวข้อ ความแรงสัมพัทธ์และปัจจัยที่มีผลต่อความแรงของกรด-เบส

| รายการประเมิน                                   | ผู้เชี่ยวชาญ |   |   | รวม | $\bar{x}$ | SD   | ระดับ<br>ความเหมาะสม |
|---|--------------|---|---|-----|-----------|------|----------------------|
|   | 1            | 2 | 3 |     |           |      |                      |
| <b>1. ความเหมาะสมของเนื้อหา</b>                 |              |   |   |     |           |      |                      |
| 1.1 ความถูกต้องของเนื้อหา                       | 4            | 4 | 5 | 13  | 4.33      | 0.58 | มาก                  |
| 1.2 ความครอบคลุมของเนื้อหา                      | 4            | 5 | 5 | 14  | 4.67      | 0.58 | มากที่สุด            |
| 1.3 ความถูกต้องของภาษา                          | 4            | 3 | 5 | 12  | 4.00      | 1.00 | มาก                  |
| 1.4 ความชัดเจนของภาพประกอบ                      | 4            | 5 | 5 | 14  | 4.67      | 0.58 | มากที่สุด            |
| 1.5 ความชัดเจนของตัวอักษร                       | 4            | 5 | 5 | 14  | 4.67      | 0.58 | มากที่สุด            |
| 1.6 ความเหมาะสมของตัวอักษร                      | 4            | 5 | 5 | 14  | 4.67      | 0.58 | มากที่สุด            |
| 1.7 ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษา                    | 4            | 4 | 5 | 13  | 4.33      | 0.58 | มาก                  |
| <b>2. ความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้</b>      |              |   |   |     |           |      |                      |
| 2.1 ความครอบคลุมของเนื้อหา                      | 4            | 4 | 5 | 13  | 4.33      | 0.58 | มาก                  |
| 2.2 ความครอบคลุมของ<br>จุดประสงค์การเรียนรู้    | 4            | 4 | 5 | 13  | 4.33      | 0.58 | มาก                  |
| 2.3 การฝึกปฏิบัติจริง                           |              |   |   |     |           |      |                      |
| 2.4 ระยะเวลาที่ใช้ในกิจกรรม                     | 4            | 5 | 5 | 14  | 4.67      | 0.58 | มากที่สุด            |
| 2.5 ความชัดเจนของคำสั่ง                         | 4            | 3 | 5 | 12  | 4.00      | 1.00 | มาก                  |
| 2.6 ความชัดเจนของคำถาม                          | 4            | 4 | 5 | 13  | 4.33      | 0.58 | มาก                  |
| <b>3. ความเหมาะสมของการวัดประเมินผล</b>         |              |   |   |     |           |      |                      |
| 3.1 ความครอบคลุมของเนื้อหา                      | 4            | 5 | 5 | 14  | 4.67      | 0.58 | มากที่สุด            |
| 3.2 ความครอบคลุมของ<br>จุดประสงค์การเรียนรู้    | 4            | 4 | 5 | 13  | 4.33      | 0.58 | มาก                  |
| 3.3 เกณฑ์การวัดผลเชื่อถือได้                    | 3            | 4 | 5 | 12  | 4.00      | 1.00 | มาก                  |
| ความเหมาะสมขององค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ |              |   |   |     | 4.40      | 0.25 | มาก                  |

ตาราง 27 แสดงค่าความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส สำหรับนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ในหัวข้อ การคำนวณร้อยละการแตกตัวของกรดอ่อนและเบสอ่อน

| รายการประเมิน                                   | ผู้เชี่ยวชาญ |   |   | รวม | $\bar{x}$ | SD   | ระดับ<br>ความเหมาะสม |
|---|--------------|---|---|-----|-----------|------|----------------------|
|   | 1            | 2 | 3 |     |           |      |                      |
| <b>1. ความเหมาะสมของเนื้อหา</b>                 |              |   |   |     |           |      |                      |
| 1.1 ความถูกต้องของเนื้อหา                       | 4            | 5 | 5 | 14  | 4.67      | 0.58 | มากที่สุด            |
| 1.2 ความครอบคลุมของเนื้อหา                      | 4            | 5 | 5 | 14  | 4.67      | 0.58 | มากที่สุด            |
| 1.3 ความถูกต้องของภาษา                          | 4            | 4 | 5 | 13  | 4.33      | 0.58 | มาก                  |
| 1.4 ความชัดเจนของภาพประกอบ                      | 4            | 5 | 5 | 14  | 4.67      | 0.58 | มากที่สุด            |
| 1.5 ความชัดเจนของตัวอักษร                       | 4            | 5 | 5 | 14  | 4.67      | 0.58 | มากที่สุด            |
| 1.6 ความเหมาะสมของตัวอักษร                      | 4            | 5 | 5 | 14  | 4.67      | 0.58 | มากที่สุด            |
| 1.7 ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษา                    | 4            | 3 | 5 | 12  | 4.00      | 1.00 | มาก                  |
| <b>2. ความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้</b>      |              |   |   |     |           |      |                      |
| 2.1 ความครอบคลุมของเนื้อหา                      | 4            | 5 | 5 | 14  | 4.67      | 0.58 | มากที่สุด            |
| 2.2 ความครอบคลุมของ<br>จุดประสงค์การเรียนรู้    | 4            | 4 | 5 | 13  | 4.33      | 0.58 | มาก                  |
| 2.3 การฝึกปฏิบัติจริง                           | 4            | 5 | 5 | 14  | 4.67      | 0.58 | มากที่สุด            |
| 2.4 ระยะเวลาที่ใช้ในกิจกรรม                     | 4            | 4 | 5 | 13  | 4.33      | 0.58 | มาก                  |
| 2.5 ความชัดเจนของคำสั่ง                         | 4            | 5 | 5 | 14  | 4.67      | 0.58 | มากที่สุด            |
| 2.6 ความชัดเจนของคำถาม                          | 4            | 5 | 5 | 14  | 4.67      | 0.58 | มากที่สุด            |
| <b>3. ความเหมาะสมของการวัดประเมินผล</b>         |              |   |   |     |           |      |                      |
| 3.1 ความครอบคลุมของเนื้อหา                      | 4            | 5 | 5 | 14  | 4.67      | 0.58 | มากที่สุด            |
| 3.2 ความครอบคลุมของ<br>จุดประสงค์การเรียนรู้    | 4            | 4 | 5 | 13  | 4.33      | 0.58 | มาก                  |
| 3.3 เกณฑ์การวัดผลเชื่อถือได้                    | 3            | 4 | 5 | 12  | 4.00      | 1.00 | มาก                  |
| ความเหมาะสมขององค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ |              |   |   |     | 4.50      | 0.25 | มาก                  |

ตาราง 28 แสดงค่าความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส สำหรับนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ในหัวข้อ การคำนวณ pH ของกรดแก่เบส แก่และกรดอ่อนเบสอ่อน

| รายการประเมิน                                   | ผู้เชี่ยวชาญ |   |   | รวม | $\bar{x}$ | SD   | ระดับ<br>ความเหมาะสม |
|---|--------------|---|---|-----|-----------|------|----------------------|
|   | 1            | 2 | 3 |     |           |      |                      |
| <b>1. ความเหมาะสมของเนื้อหา</b>                 |              |   |   |     |           |      |                      |
| 1.1 ความถูกต้องของเนื้อหา                       | 4            | 5 | 5 | 14  | 4.67      | 0.58 | มากที่สุด            |
| 1.2 ความครอบคลุมของเนื้อหา                      | 4            | 5 | 5 | 14  | 4.67      | 0.58 | มากที่สุด            |
| 1.3 ความถูกต้องของภาษา                          | 4            | 4 | 5 | 13  | 4.33      | 0.58 | มาก                  |
| 1.4 ความชัดเจนของภาพประกอบ                      | 4            | 5 | 5 | 14  | 4.67      | 0.58 | มากที่สุด            |
| 1.5 ความชัดเจนของตัวอักษร                       | 4            | 5 | 5 | 14  | 4.67      | 0.58 | มากที่สุด            |
| 1.6 ความเหมาะสมของตัวอักษร                      | 4            | 5 | 5 | 14  | 4.67      | 0.58 | มากที่สุด            |
| 1.7 ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษา                    | 4            | 4 | 5 | 13  | 4.33      | 0.58 | มาก                  |
| <b>2. ความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้</b>      |              |   |   |     |           |      |                      |
| 2.1 ความครอบคลุมของเนื้อหา                      | 4            | 5 | 5 | 14  | 4.67      | 0.58 | มากที่สุด            |
| 2.2 ความครอบคลุมของ<br>จุดประสงค์การเรียนรู้    | 4            | 5 | 5 | 14  | 4.67      | 0.58 | มากที่สุด            |
| 2.3 การฝึกปฏิบัติจริง                           | 4            | 5 | 5 | 14  | 4.67      | 0.58 | มากที่สุด            |
| 2.4 ระยะเวลาที่ใช้ในกิจกรรม                     | 4            | 3 | 5 | 12  | 4.00      | 1.00 | มาก                  |
| 2.5 ความชัดเจนของคำสั่ง                         | 4            | 5 | 5 | 14  | 4.67      | 0.58 | มากที่สุด            |
| 2.6 ความชัดเจนของคำถาม                          | 4            | 3 | 5 | 12  | 4.00      | 1.00 | มาก                  |
| <b>3. ความเหมาะสมของการวัดประเมินผล</b>         |              |   |   |     |           |      |                      |
| 3.1 ความครอบคลุมของเนื้อหา                      | 4            | 4 | 5 | 13  | 4.33      | 0.06 | มาก                  |
| 3.2 ความครอบคลุมของ<br>จุดประสงค์การเรียนรู้    | 4            | 4 | 5 | 13  | 4.33      | 0.58 | มาก                  |
| 3.3 เกณฑ์การวัดผลเชื่อถือได้                    | 4            | 4 | 5 | 13  | 4.33      | 0.58 | มาก                  |
| ความเหมาะสมขององค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ |              |   |   |     | 4.48      | 0.24 | มาก                  |

ตาราง 29 แสดงค่าความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส สำหรับนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ในหัวข้อ กรดหลายโปรตอน

| รายการประเมิน                                   | ผู้เชี่ยวชาญ |   |   | รวม | $\bar{x}$ | SD   | ระดับ<br>ความเหมาะสม |
|---|--------------|---|---|-----|-----------|------|----------------------|
|   | 1            | 2 | 3 |     |           |      |                      |
| <b>1. ความเหมาะสมของเนื้อหา</b>                 |              |   |   |     |           |      |                      |
| 1.1 ความถูกต้องของเนื้อหา                       | 4            | 4 | 5 | 13  | 4.33      | 0.58 | มาก                  |
| 1.2 ความครอบคลุมของเนื้อหา                      | 4            | 5 | 5 | 14  | 4.67      | 0.58 | มากที่สุด            |
| 1.3 ความถูกต้องของภาษา                          | 4            | 4 | 5 | 13  | 4.33      | 0.58 | มาก                  |
| 1.4 ความชัดเจนของภาพประกอบ                      | 4            | 4 | 5 | 13  | 4.33      | 0.58 | มาก                  |
| 1.5 ความชัดเจนของตัวอักษร                       | 4            | 5 | 5 | 14  | 4.67      | 0.58 | มากที่สุด            |
| 1.6 ความเหมาะสมของตัวอักษร                      | 4            | 5 | 5 | 14  | 4.67      | 0.58 | มากที่สุด            |
| 1.7 ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษา                    | 4            | 4 | 5 | 13  | 4.33      | 0.58 | มาก                  |
| <b>2. ความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้</b>      |              |   |   |     |           |      |                      |
| 2.1 ความครอบคลุมของเนื้อหา                      | 4            | 5 | 5 | 14  | 4.67      | 0.58 | มากที่สุด            |
| 2.2 ความครอบคลุมของ<br>จุดประสงค์การเรียนรู้    | 4            | 3 | 5 | 12  | 4.00      | 1.00 | มาก                  |
| 2.3 การฝึกปฏิบัติจริง                           | 4            | 5 | 5 | 14  | 4.67      | 0.58 | มากที่สุด            |
| 2.4 ระยะเวลาที่ใช้ในกิจกรรม                     | 4            | 4 | 5 | 13  | 4.33      | 0.58 | มาก                  |
| 2.5 ความชัดเจนของคำสั่ง                         | 4            | 4 | 5 | 13  | 4.33      | 0.58 | มาก                  |
| 2.6 ความชัดเจนของคำถาม                          | 4            | 5 | 5 | 14  | 4.67      | 0.58 | มากที่สุด            |
| <b>3. ความเหมาะสมของการวัดประเมินผล</b>         |              |   |   |     |           |      |                      |
| 3.1 ความครอบคลุมของเนื้อหา                      | 5            | 5 | 5 | 15  | 5.00      | 0.00 | มากที่สุด            |
| 3.2 ความครอบคลุมของ<br>จุดประสงค์การเรียนรู้    | 4            | 4 | 5 | 13  | 4.33      | 0.58 | มาก                  |
| 3.3 เกณฑ์การวัดผลเชื่อถือได้                    | 4            | 3 | 5 | 12  | 4.00      | 1.00 | มาก                  |
| ความเหมาะสมขององค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ |              |   |   |     | 4.46      | 0.27 | มาก                  |

ตาราง 30 แสดงค่าความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส สำหรับนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ในหัวข้อ สารละลายบัฟเฟอร์

| รายการประเมิน                                   | ผู้เชี่ยวชาญ |   |   | รวม | $\bar{x}$ | SD   | ระดับ<br>ความเหมาะสม |
|---|--------------|---|---|-----|-----------|------|----------------------|
|   | 1            | 2 | 3 |     |           |      |                      |
| <b>1. ความเหมาะสมของเนื้อหา</b>                 |              |   |   |     |           |      |                      |
| 1.1 ความถูกต้องของเนื้อหา                       | 4            | 5 | 5 | 14  | 4.67      | 0.58 | มากที่สุด            |
| 1.2 ความครอบคลุมของเนื้อหา                      | 4            | 5 | 5 | 14  | 4.67      | 0.58 | มากที่สุด            |
| 1.3 ความถูกต้องของภาษา                          | 4            | 3 | 5 | 12  | 4.00      | 1.00 | มาก                  |
| 1.4 ความชัดเจนของภาพประกอบ                      | 4            | 5 | 5 | 14  | 4.67      | 0.58 | มากที่สุด            |
| 1.5 ความชัดเจนของตัวอักษร                       | 4            | 5 | 5 | 14  | 4.67      | 0.58 | มากที่สุด            |
| 1.6 ความเหมาะสมของตัวอักษร                      | 4            | 5 | 5 | 14  | 4.67      | 0.58 | มากที่สุด            |
| 1.7 ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษา                    | 4            | 5 | 5 | 14  | 4.67      | 0.58 | มากที่สุด            |
| <b>2. ความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้</b>      |              |   |   |     |           |      |                      |
| 2.1 ความครอบคลุมของเนื้อหา                      | 4            | 3 | 5 | 12  | 4.00      | 1.00 | มาก                  |
| 2.2 ความครอบคลุมของ<br>จุดประสงค์การเรียนรู้    | 4            | 3 | 5 | 12  | 4.00      | 1.00 | มาก                  |
| 2.3 การฝึกปฏิบัติจริง                           | 4            | 5 | 5 | 14  | 4.67      | 0.58 | มากที่สุด            |
| 2.4 ระยะเวลาที่ใช้ในกิจกรรม                     | 4            | 5 | 5 | 14  | 4.67      | 0.58 | มากที่สุด            |
| 2.5 ความชัดเจนของคำสั่ง                         | 4            | 5 | 5 | 14  | 4.67      | 0.58 | มากที่สุด            |
| 2.6 ความชัดเจนของคำถาม                          | 4            | 5 | 5 | 14  | 4.67      | 0.58 | มากที่สุด            |
| <b>3. ความเหมาะสมของการวัดประเมินผล</b>         |              |   |   |     |           |      |                      |
| 3.1 ความครอบคลุมของเนื้อหา                      | 5            | 5 | 5 | 15  | 5.00      | 0.00 | มากที่สุด            |
| 3.2 ความครอบคลุมของ<br>จุดประสงค์การเรียนรู้    | 4            | 4 | 5 | 14  | 4.67      | 0.58 | มากที่สุด            |
| 3.3 เกณฑ์การวัดผลเชื่อถือได้                    | 4            | 4 | 5 | 13  | 4.33      | 0.58 | มาก                  |
| ความเหมาะสมขององค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ |              |   |   |     | 4.54      | 0.30 | มากที่สุด            |

ตาราง 31 แสดงค่าความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส สำหรับนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ในหัวข้อ ปฏิบัติการระหว่างกรด-เบสและ อินดิเคเตอร์ของกรด-เบส

| รายการประเมิน                                   | ผู้เชี่ยวชาญ |   |   | รวม | $\bar{x}$ | SD   | ระดับ<br>ความเหมาะสม |
|---|--------------|---|---|-----|-----------|------|----------------------|
|   | 1            | 2 | 3 |     |           |      |                      |
| <b>1. ความเหมาะสมของเนื้อหา</b>                 |              |   |   |     |           |      |                      |
| 1.1 ความถูกต้องของเนื้อหา                       | 4            | 3 | 5 | 12  | 4.00      | 1.00 | มาก                  |
| 1.2 ความครอบคลุมของเนื้อหา                      | 4            | 5 | 5 | 14  | 4.67      | 0.58 | มากที่สุด            |
| 1.3 ความถูกต้องของภาษา                          | 4            | 3 | 5 | 12  | 4.00      | 1.00 | มาก                  |
| 1.4 ความชัดเจนของภาพประกอบ                      | 4            | 5 | 5 | 14  | 4.67      | 0.58 | มากที่สุด            |
| 1.5 ความชัดเจนของตัวอักษร                       | 4            | 5 | 5 | 14  | 4.67      | 0.58 | มากที่สุด            |
| 1.6 ความเหมาะสมของตัวอักษร                      | 4            | 5 | 5 | 14  | 4.67      | 0.58 | มากที่สุด            |
| 1.7 ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษา                    | 4            | 5 | 5 | 14  | 4.67      | 0.58 | มากที่สุด            |
| <b>2. ความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้</b>      |              |   |   |     |           |      |                      |
| 2.1 ความครอบคลุมของเนื้อหา                      | 4            | 3 | 5 | 12  | 4.00      | 1.00 | มาก                  |
| 2.2 ความครอบคลุมของ<br>จุดประสงค์การเรียนรู้    | 4            | 3 | 5 | 12  | 4.00      | 1.00 | มาก                  |
| 2.3 การฝึกปฏิบัติจริง                           | 4            | 5 | 5 | 14  | 4.67      | 0.58 | มากที่สุด            |
| 2.4 ระยะเวลาที่ใช้ในกิจกรรม                     | 4            | 5 | 5 | 14  | 4.67      | 0.58 | มากที่สุด            |
| 2.5 ความชัดเจนของคำสั่ง                         | 4            | 5 | 5 | 14  | 4.67      | 0.58 | มากที่สุด            |
| 2.6 ความชัดเจนของคำถาม                          | 4            | 5 | 5 | 14  | 4.67      | 0.58 | มากที่สุด            |
| <b>3. ความเหมาะสมของการวัดประเมินผล</b>         |              |   |   |     |           |      |                      |
| 3.1 ความครอบคลุมของเนื้อหา                      | 5            | 3 | 5 | 13  | 4.33      | 0.58 | มาก                  |
| 3.2 ความครอบคลุมของ<br>จุดประสงค์การเรียนรู้    | 4            | 3 | 5 | 12  | 4.00      | 1.00 | มาก                  |
| 3.3 เกณฑ์การวัดผลเชื่อถือได้                    | 4            | 2 | 5 | 11  | 3.67      | 1.53 | มาก                  |
| ความเหมาะสมขององค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ |              |   |   |     | 4.38      | 0.36 | มาก                  |

ตาราง 32 แสดงค่าความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส สำหรับนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ในหัวข้อ การไทเทรตกรด-เบส

| รายการประเมิน                                   | ผู้เชี่ยวชาญ |   |   | รวม | $\bar{x}$ | SD   | ระดับ<br>ความเหมาะสม |
|---|--------------|---|---|-----|-----------|------|----------------------|
|   | 1            | 2 | 3 |     |           |      |                      |
| <b>1. ความเหมาะสมของเนื้อหา</b>                 |              |   |   |     |           |      |                      |
| 1.1 ความถูกต้องของเนื้อหา                       | 4            | 3 | 5 | 12  | 4.00      | 1.00 | มาก                  |
| 1.2 ความครอบคลุมของเนื้อหา                      | 4            | 5 | 5 | 14  | 4.67      | 0.58 | มากที่สุด            |
| 1.3 ความถูกต้องของภาษา                          | 4            | 3 | 5 | 12  | 4.00      | 1.00 | มาก                  |
| 1.4 ความชัดเจนของภาพประกอบ                      | 4            | 3 | 5 | 12  | 4.00      | 1.00 | มาก                  |
| 1.5 ความชัดเจนของตัวอักษร                       | 4            | 5 | 5 | 14  | 4.67      | 0.58 | มากที่สุด            |
| 1.6 ความเหมาะสมของตัวอักษร                      | 4            | 5 | 5 | 14  | 4.67      | 0.58 | มากที่สุด            |
| 1.7 ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษา                    | 4            | 5 | 5 | 14  | 4.67      | 0.58 | มากที่สุด            |
| <b>2. ความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้</b>      |              |   |   |     |           |      |                      |
| 2.1 ความครอบคลุมของเนื้อหา                      | 4            | 5 | 5 | 14  | 4.67      | 0.58 | มากที่สุด            |
| 2.2 ความครอบคลุมของ<br>จุดประสงค์การเรียนรู้    | 4            | 3 | 5 | 12  | 4.00      | 1.00 | มาก                  |
| 2.3 การฝึกปฏิบัติจริง                           | 4            | 5 | 5 | 14  | 4.67      | 0.58 | มากที่สุด            |
| 2.4 ระยะเวลาที่ใช้ในกิจกรรม                     | 4            | 5 | 5 | 14  | 4.67      | 0.58 | มากที่สุด            |
| 2.5 ความชัดเจนของคำสั่ง                         | 4            | 4 | 5 | 13  | 4.33      | 0.58 | มาก                  |
| 2.6 ความชัดเจนของคำถาม                          | 4            | 3 | 5 | 12  | 4.67      | 0.58 | มากที่สุด            |
| <b>3. ความเหมาะสมของการวัดประเมินผล</b>         |              |   |   |     |           |      |                      |
| 3.1 ความครอบคลุมของเนื้อหา                      | 5            | 3 | 5 | 13  | 4.33      | 0.58 | มาก                  |
| 3.2 ความครอบคลุมของ<br>จุดประสงค์การเรียนรู้    | 4            | 3 | 5 | 12  | 4.00      | 1.00 | มาก                  |
| 3.3 เกณฑ์การวัดผลเชื่อถือได้                    | 4            | 4 | 5 | 14  | 4.67      | 0.58 | มากที่สุด            |
| ความเหมาะสมขององค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ |              |   |   |     | 4.42      | 0.31 | มาก                  |



ตาราง 33 แสดงค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี  
เรื่อง กรด-เบส

| ข้อที่ | ผู้เชี่ยวชาญ |    |    | รวม | IOC  | การพิจารณา |
|--------|--------------|----|----|-----|------|------------|
|        | 1            | 2  | 3  |     |      |            |
| 1      | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้     |
| 2      | 0            | 0  | +1 | 1   | 0.33 | ปรับปรุง   |
| 3      | 0            | 0  | +1 | 1   | 0.33 | ปรับปรุง   |
| 4      | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้     |
| 5      | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้     |
| 6      | 0            | 0  | +1 | 1   | 0.33 | ปรับปรุง   |
| 7      | +1           | +1 | +1 | 2   | 0.67 | ใช้ได้     |
| 8      | +1           | +1 | +1 | 2   | 0.67 | ใช้ได้     |
| 9      | 0            | 0  | +1 | 1   | 0.33 | ปรับปรุง   |
| 10     | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้     |
| 11     | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้     |
| 12     | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้     |
| 13     | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้     |
| 14     | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้     |
| 15     | -1           | -1 | +1 | -1  | 0.33 | ปรับปรุง   |
| 16     | 0            | 0  | +1 | 1   | 0.33 | ปรับปรุง   |
| 17     | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้     |
| 18     | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้     |
| 19     | 0            | 0  | +1 | 2   | 0.67 | ใช้ได้     |
| 20     | 0            | 0  | +1 | 2   | 0.67 | ใช้ได้     |
| 21     | 0            | 0  | +1 | 2   | 0.67 | ใช้ได้     |
| 22     | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้     |
| 23     | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้     |
| 24     | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้     |
| 25     | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้     |
| 26     | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้     |
| 27     | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้     |
| 28     | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้     |

ตาราง 33 (ต่อ)

| ข้อที่ | ผู้เชี่ยวชาญ |    |    | รวม | IOC  | การพิจารณา |
|--------|--------------|----|----|-----|------|------------|
|        | 1            | 2  | 3  |     |      |            |
| 29     | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้     |
| 30     | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้     |
| 31     | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้     |
| 32     | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้     |
| 33     | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้     |
| 34     | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้     |
| 35     | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้     |
| 36     | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้     |
| 37     | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้     |
| 38     | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้     |
| 39     | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้     |
| 40     | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้     |
| 41     | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้     |
| 42     | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้     |
| 43     | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้     |
| 44     | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้     |
| 45     | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้     |
| 46     | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้     |
| 47     | -1           | 0  | +1 | 0   | 0.00 | ปรับปรุง   |
| 48     | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้     |
| 49     | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้     |
| 50     | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้     |
| 51     | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้     |
| 52     | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้     |
| 53     | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้     |
| 54     | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้     |
| 55     | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้     |
| 56     | 0            | 0  | +1 | 1   | 0.33 | ปรับปรุง   |
| 57     | 0            | 0  | +1 | 1   | 0.33 | ปรับปรุง   |

ตาราง 33 (ต่อ)

| ข้อที่ | ผู้เชี่ยวชาญ |    |    | รวม | IOC  | การพิจารณา |
|--------|--------------|----|----|-----|------|------------|
|        | 1            | 2  | 3  |     |      |            |
| 58     | 0            | 0  | +1 | 1   | 0.33 | ปรับปรุง   |
| 59     | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้     |
| 60     | 0            | 0  | +1 | 1   | 0.33 | ปรับปรุง   |

ตาราง 34 แสดงค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบวัดทักษะกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา

| สถานการณ์ | ข้อ | ผู้เชี่ยวชาญ |    |    | รวม | IOC  | การพิจารณา |
|-----------|-----|--------------|----|----|-----|------|------------|
|           |     | 1            | 2  | 3  |     |      |            |
| 1         | 1   | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้     |
|           | 2   | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้     |
|           | 3   | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้     |
|           | 4   | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้     |
| 2         | 1   | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้     |
|           | 2   | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้     |
|           | 3   | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้     |
|           | 4   | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้     |
| 3         | 1   | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้     |
|           | 2   | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้     |
|           | 3   | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้     |
|           | 4   | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้     |
| 4         | 1   | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้     |
|           | 2   | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้     |
|           | 3   | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้     |
|           | 4   | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้     |
| 5         | 1   | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้     |
|           | 2   | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้     |
|           | 3   | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้     |
|           | 4   | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้     |

ตาราง 34 (ต่อ)

| สถานการณ | ข้อ | ผู้เชี่ยวชาญ |    |    | รวม | IOC  | การพิจารณา |
|----------|-----|--------------|----|----|-----|------|------------|
|          |     | 1            | 2  | 3  |     |      |            |
| 6        | 1   | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้     |
|          | 2   | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้     |
|          | 3   | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้     |
|          | 4   | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้     |
| 7        | 1   | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้     |
|          | 2   | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้     |
|          | 3   | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้     |
|          | 4   | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้     |
| 8        | 1   | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้     |
|          | 2   | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้     |
|          | 3   | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้     |
|          | 4   | +1           | +1 | +1 | 3   | 1.00 | ใช้ได้     |

ตาราง 35 แสดงผลการวิเคราะห์ความยากง่าย ( $p$ ) ค่าอำนาจจำแนก ( $r$ ) และค่าความเชื่อมั่น ( $r_H$ ) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส

| ข้อที่ | $p$  | $r$  | การพิจารณา | ข้อที่เลือก |
|--------|------|------|------------|-------------|
| 1      | 0.70 | 0.33 | ใช้ได้     | ✓           |
| 2      | 0.03 | 0.07 | ปรับปรุง   |             |
| 3      | 0.93 | 0.00 | ปรับปรุง   |             |
| 4      | 0.77 | 0.20 | ปรับปรุง   |             |
| 5      | 0.67 | 0.27 | ปรับปรุง   |             |
| 6      | 0.87 | 0.00 | ปรับปรุง   |             |
| 7      | 0.77 | 0.47 | ใช้ได้     | ✓           |
| 8      | 0.57 | 0.33 | ใช้ได้     |             |
| 9      | 0.90 | 0.20 | ปรับปรุง   |             |
| 10     | 0.67 | 0.53 | ใช้ได้     |             |
| 11     | 0.70 | 0.33 | ใช้ได้     | ✓           |

ตาราง 35 (ต่อ)

| ข้อที่ | $p$  | $r$  | การพิจารณา | ข้อที่เลือก |
|--------|------|------|------------|-------------|
| 12     | 0.60 | 0.27 | ใช้ได้     |             |
| 13     | 0.67 | 0.40 | ใช้ได้     | ✓           |
| 14     | 0.60 | 0.53 | ใช้ได้     | ✓           |
| 15     | 1.00 | 0.00 | ใช้ได้     |             |
| 16     | 0.67 | 0.13 | ปรับปรุง   |             |
| 17     | 0.70 | 0.60 | ใช้ได้     | ✓           |
| 18     | 0.50 | 0.60 | ใช้ได้     | ✓           |
| 19     | 0.57 | 0.60 | ใช้ได้     | ✓           |
| 20     | 0.50 | 1.00 | ใช้ได้     |             |
| 21     | 0.73 | 0.27 | ใช้ได้     |             |
| 22     | 0.63 | 0.60 | ใช้ได้     |             |
| 23     | 0.77 | 0.33 | ใช้ได้     | ✓           |
| 24     | 0.47 | 0.53 | ใช้ได้     | ✓           |
| 25     | 0.70 | 0.47 | ใช้ได้     | ✓           |
| 26     | 0.63 | 0.33 | ใช้ได้     | ✓           |
| 27     | 0.57 | 0.87 | ใช้ได้     |             |
| 28     | 0.63 | 0.47 | ใช้ได้     | ✓           |
| 29     | 0.73 | 0.53 | ใช้ได้     | ✓           |
| 30     | 0.57 | 0.33 | ใช้ได้     | ✓           |
| 31     | 0.90 | 0.20 | ปรับปรุง   |             |
| 32     | 0.00 | 0.00 | ปรับปรุง   |             |
| 33     | 0.57 | 0.87 | ใช้ได้     |             |
| 34     | 0.73 | 0.53 | ใช้ได้     | ✓           |
| 35     | 0.73 | 0.40 | ใช้ได้     | ✓           |
| 36     | 1.00 | 0.00 | ปรับปรุง   |             |
| 37     | 0.43 | 0.07 | ปรับปรุง   |             |
| 38     | 0.23 | 0.47 | ใช้ได้     | ✓           |
| 39     | 0.60 | 0.80 | ใช้ได้     | ✓           |
| 40     | 0.77 | 0.33 | ใช้ได้     | ✓           |
| 41     | 0.73 | 0.27 | ใช้ได้     |             |

ตาราง 35 (ต่อ)

| ข้อที่ | $p$  | $r$  | การพิจารณา | ข้อที่เลือก |
|--------|------|------|------------|-------------|
| 42     | 0.67 | 0.40 | ใช้ได้     | ✓           |
| 43     | 0.80 | 0.27 | ใช้ได้     |             |
| 44     | 0.60 | 0.27 | ใช้ได้     |             |
| 45     | 0.87 | 0.27 | ใช้ได้     |             |
| 46     | 0.70 | 0.33 | ใช้ได้     | ✓           |
| 47     | 0.43 | 0.60 | ใช้ได้     | ✓           |
| 48     | 0.33 | 0.40 | ใช้ได้     | ✓           |
| 49     | 0.73 | 0.13 | ปรับปรุง   |             |
| 50     | 0.40 | 0.13 | ปรับปรุง   |             |
| 51     | 0.77 | 0.47 | ใช้ได้     | ✓           |
| 52     | 0.67 | 0.27 | ใช้ได้     |             |
| 53     | 0.57 | 0.33 | ใช้ได้     | ✓           |
| 54     | 0.70 | 0.20 | ปรับปรุง   |             |
| 55     | 0.60 | 0.40 | ใช้ได้     | ✓           |
| 56     | 0.60 | 0.00 | ปรับปรุง   | ✓           |
| 57     | 0.73 | 0.27 | ใช้ได้     |             |
| 58     | 0.83 | 0.33 | ใช้ได้     |             |
| 59     | 0.60 | 0.53 | ใช้ได้     | ✓           |
| 60     | 0.73 | 0.27 | ใช้ได้     | ✓           |

#### หมายเหตุ

ข้อสอบที่ผ่านการคัดเลือกมีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.23 – 0.77 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.27 ขึ้นไป โดยข้อสอบที่คัดเลือกไว้มี 30 ข้อ และนำไปหาค่าความเชื่อมั่นได้เท่ากับ 0.82 ซึ่งในการคัดเลือกข้อสอบนั้นผู้วิจัยได้คำนึงถึงจุดประสงค์การเรียนรู้ด้วย

ตาราง 36 แสดงผลการวิเคราะห์ความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่น ( $r_{tt}$ ) ของแบบวัดทักษะกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา

| สถานการณ์ | p    | r    | การพิจารณา | สถานการณ์ที่เลือก |
|-----------|------|------|------------|-------------------|
| 1         | 0.48 | 0.31 | ใช้ได้     | ✓                 |
| 2         | 0.71 | 0.33 | ใช้ได้     |                   |
| 3         | 0.73 | 0.33 | ใช้ได้     | ✓                 |
| 4         | 0.18 | 0.01 | ปรับปรุง   |                   |
| 5         | 0.73 | 0.25 | ใช้ได้     |                   |
| 6         | 0.56 | 0.44 | ใช้ได้     | ✓                 |
| 7         | 0.66 | 0.55 | ใช้ได้     | ✓                 |
| 8         | 0.58 | 0.53 | ใช้ได้     | ✓                 |

#### หมายเหตุ

ข้อสอบที่ผ่านการคัดเลือกมีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.48 – 0.73 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.31 ขึ้นไป โดยข้อสอบที่คัดเลือกไว้มี 5 สถานการณ์ และนำไปหาค่าความเชื่อมั่นได้เท่ากับ 0.75 ซึ่งในการคัดเลือกข้อสอบนั้นผู้วิจัยได้คำนึงถึงจุดประสงค์การเรียนรู้ด้วย

ตาราง 37 แสดงค่าประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส สำหรับนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์

| เลขที่ | คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (หลังเรียน) |  |
|--------|--|--|
|        | (30 คะแนน)                             |  |
| 1      | 20                                     |  |
| 2      | 20                                     |  |
| 3      | 23                                     |  |
| 4      | 25                                     |  |
| 5      | 23                                     |  |
| 6      | 24                                     |  |
| 7      | 24                                     |  |
| 8      | 25                                     |  |
| 9      | 26                                     |  |
| 10     | 19                                     |  |
| 11     | 23                                     |  |
| 12     | 25                                     |  |
| 13     | 26                                     |  |
| 14     | 22                                     |  |
| 15     | 26                                     |  |
| 16     | 25                                     |  |
| 17     | 26                                     |  |
| 18     | 24                                     |  |
| 19     | 26                                     |  |
| 20     | 26                                     |  |
| 21     | 23                                     |  |
| 22     | 26                                     |  |
| 23     | 20                                     |  |
| 24     | 22                                     |  |



ตาราง 37 (ต่อ)

| เลขที่    | คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (หลังเรียน) |
|-----------|--|
|           | (30 คะแนน)                             |
| 25        | 24                                     |
| 26        | 26                                     |
| 27        | 26                                     |
| 28        | 26                                     |
| 29        | 24                                     |
| 30        | 20                                     |
| 31        | 25                                     |
| 32        | 27                                     |
| 33        | 22                                     |
| 34        | 26                                     |
| 35        | 26                                     |
| 36        | 21                                     |
| 37        | 24                                     |
| รวม       | 886                                    |
| $\bar{x}$ | 23.95                                  |
| SD        | 2.21                                   |
| ร้อยละ    | 79.86                                  |



## ภาคผนวก ค

ผลคะแนนสอบของนักเรียนที่ได้จากการสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

ตาราง 38 แสดงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส ของนักเรียนห้องเรียนพิเศษ  
วิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่อง  
กรด-เบส สำหรับนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์

| เลขที่ | คะแนนก่อนเรียน | คะแนนหลังเรียน |
|--------|----------------|----------------|
|        | 30 คะแนน       | 30 คะแนน       |
| 1      | 18             | 25             |
| 2      | 19             | 27             |
| 3      | 15             | 27             |
| 4      | 19             | 24             |
| 5      | 20             | 26             |
| 6      | 22             | 24             |
| 7      | 21             | 27             |
| 8      | 20             | 25             |
| 9      | 20             | 26             |
| 10     | 20             | 28             |
| 11     | 22             | 27             |
| 12     | 22             | 26             |
| 13     | 24             | 28             |
| 14     | 22             | 28             |
| 15     | 19             | 27             |
| 16     | 21             | 27             |
| 17     | 19             | 26             |
| 18     | 19             | 26             |
| 19     | 20             | 27             |
| 20     | 21             | 27             |
| 21     | 25             | 25             |
| 22     | 15             | 26             |
| 23     | 17             | 26             |
| 24     | 19             | 26             |

ตาราง 38 (ต่อ)

| เลขที่    | คะแนนก่อนเรียน | คะแนนหลังเรียน |
|-----------|----------------|----------------|
|           | 30 คะแนน       | 30 คะแนน       |
| รวม       | 479            | 631            |
| $\bar{x}$ | 19.95          | 26.29          |
| SD        | 2.37           | 1.12           |
| ร้อยละ    | 66.53          | 87.63          |

ตาราง 39 แสดงคะแนนทักษะกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา ของนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์  
ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส  
สำหรับนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์

| เลขที่ | คะแนนก่อนเรียน | คะแนนหลังเรียน |
|--------|----------------|----------------|
|        | 50 คะแนน       | 50 คะแนน       |
| 1      | 24             | 39             |
| 2      | 28             | 42             |
| 3      | 24             | 48             |
| 4      | 26             | 46             |
| 5      | 27             | 40             |
| 6      | 28             | 37             |
| 7      | 25             | 47             |
| 8      | 23             | 45             |
| 9      | 22             | 32             |
| 10     | 17             | 37             |
| 11     | 27             | 42             |
| 12     | 28             | 45             |
| 13     | 24             | 40             |

ตาราง 39 (ต่อ)

| เลขที่    | คะแนนก่อนเรียน | คะแนนหลังเรียน |
|-----------|----------------|----------------|
|           | 50 คะแนน       | 50 คะแนน       |
| 14        | 22             | 46             |
| 15        | 28             | 43             |
| 16        | 24             | 48             |
| 17        | 26             | 44             |
| 18        | 28             | 38             |
| 19        | 29             | 49             |
| 20        | 25             | 44             |
| 21        | 20             | 45             |
| 22        | 18             | 40             |
| 23        | 26             | 42             |
| 24        | 18             | 46             |
| รวม       | 587.00         | 1025.00        |
| $\bar{x}$ | 24.46          | 42.71          |
| SD        | 3.48           | 4.20           |
| ร้อยละ    | 48.92          | 85.42          |



ภาคผนวก ก

ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

## แผนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน 2

วิชาเคมี 3 (เพิ่มเติม) รหัส 30223

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

หน่วยการเรียนรู้ที่ 8 กรด-เบส

เรื่อง ความแรงสัมพัทธ์ของกรด-เบส

จำนวน 2 คาบเรียน (คาบเรียนละ 50 นาที)

ผู้สอน นางสาววรัทยา มณีรัตน์

1. ชื่อหน่วยการเรียนรู้ กรด-เบส

2. มาตรฐานการเรียนรู้

สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

3. สาระสำคัญ

เมื่อกรดหรือเบสละลายน้ำ โมเลกุลอาจแตกตัวเป็นไอออนได้ทั้งหมดหรือเพียงบางส่วน ทั้งนี้แล้วแต่สมบัติของกรดและเบสแต่ละชนิด ความสามารถในการแตกตัวเป็นไอออนของกรดและเบสแต่ละชนิดจะบอกถึงความแรง (strength) ของกรดและเบสนั้นได้

4. ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง/จุดประสงค์การเรียนรู้

4.1 ด้านความรู้ (K)

- อธิบายความสามารถในการแตกตัวของกรดแก่ เบสแก่ กรดอ่อน เบสอ่อน ได้
- เขียนสมการการแตกตัวเป็นไอออนของกรดอ่อนและเบสอ่อนได้

4.2 ด้านทักษะกระบวนการ (P)

- กำหนดค่าคงที่สมดุลการแตกตัวเป็นไอออนของกรดอ่อนและเบสอ่อนได้
- เปรียบเทียบความแรงของกรดหรือเบสจากค่าคงที่สมดุลการแตกตัวของกรดและเบสได้
- กำหนดหาความเข้มข้นของ  $\text{H}_3\text{O}^+$  และ  $\text{OH}^-$  โดยใช้ค่าคงที่สมดุลการแตกตัวของกรดและเบสได้

- กระบวนการแก้โจทย์ปัญหา

1) ทำความเข้าใจโจทย์ปัญหาโดยการบอกได้ว่าโจทย์บอกอะไรและโจทย์หาอะไร

2) วางแผนแก้ปัญหาโดยบอกได้ว่าใช้วิธีการใดในการหาคำตอบ

3) ปฏิบัติตามแผนที่วางไว้จนได้คำตอบที่ถูกต้องครบถ้วน

4) ตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้โดยตรวจสอบขั้นตอนต่างๆ ที่ผ่านมา

#### 4.3 ด้านคุณลักษณะ เจตคติ ค่านิยม (A)

- ความตั้งใจ

- กล้าแสดงออก

- ตรงต่อเวลา

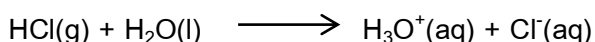
- ความรับผิดชอบ

- มีส่วนร่วมต่อกิจกรรมการเรียนรู้

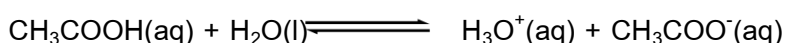
### 5. สารการเรียนรู้

กรดไฮโดรคลอริก (HCl) และกรดแอสติก (CH<sub>3</sub>COOH) ต่างก็เป็นกรดเบรินสเตด เนื่องจากกรดทั้งสองสามารถเป็นตัวให้โปรตอน ถ้านำสารละลายกรดทั้งสองที่มีความเข้มข้นเท่ากัน มาวัดสภาพการนำไฟฟ้า จะพบว่าสารละลายไฮโดรคลอริกนำไฟฟ้าได้ดี ส่วนสารละลายกรดแอสติกนำไฟฟ้าได้น้อย นั่นแสดงว่าในสารละลายกรด ไฮโดรคลอริกมีไอออนบวกและไอออนลบมากกว่าในสารละลายกรดแอสติก การที่กรดทั้งสองชนิดนำไฟฟ้าได้ต่างกันนี้เป็นผลมาจากการที่กรดให้โปรตอนแก่น้ำแล้วเกิดไฮโดรเนียมไอออนและไอออนลบในปริมาณที่ต่างกัน ดังนั้น จึงแบ่งกรดตามความสามารถในการให้โปรตอน หรือ ความแรงของกรดได้ 2 ชนิด คือ กรดแก่และกรดอ่อน

กรดแก่ (strong acid) คือ กรดที่แตกตัวให้โปรตอนแก่น้ำได้ดี โดยทั่วไปจึงถือว่ากรดแก่แตกตัวได้ 100% ในสารละลายที่มีน้ำเป็นตัวทำละลาย และใช้ลูกศร  $\longrightarrow$  เพื่อแสดงว่ากรดแก่แตกตัวได้สมบูรณ์ เช่น



ส่วนกรดอ่อน (weak acid) เป็นกรดที่ตัวแตกให้โปรตอนแก่น้ำได้น้อย เช่น





ซึ่งความแตกต่างของความสามารถในการแตกตัวของกรดแก่และกรดอ่อนนี้ พิจารณาได้จากค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยาระหว่างกรดและน้ำ ดังนี้

เมื่อกรด HA ทำปฏิกิริยากับน้ำ จะเกิดการแตกตัวดังสมการ

$$\text{HA(aq)} + \text{H}_2\text{O(l)} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+(\text{aq}) + \text{A}^-(\text{aq})$$
 โดยค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยาระหว่างกรด HA และน้ำเขียนได้ดังนี้

$$K_C = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{A}^-]}{[\text{HA}][\text{H}_2\text{O}]}$$

เนื่องจากน้ำบริสุทธิ์มีความเข้มข้นสูง จึงถือได้ว่าความเข้มข้นของน้ำที่ภาวะสมดุลมีค่าคงที่ ดังนั้น จะได้ว่า

$$K_C \times [\text{H}_2\text{O}] = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{A}^-]}{[\text{HA}]}$$

ค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยาระหว่างกรดและน้ำนี้ เรียกว่า ค่าคงที่สมดุลการแตกตัวของกรด (acid dissociation equilibrium constant,  $K_a$ )

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

เมื่อกรดแก่ HA ละลายน้ำ จะทำปฏิกิริยากับน้ำแตกตัวให้  $\text{H}_3\text{O}^+$  และ  $\text{A}^-$  ได้ดี เหลือโมเลกุล HA อยู่ในสารละลายน้อยมาก ผลคูณความเข้มข้นของ  $\text{H}_3\text{O}^+$  และ  $\text{A}^-$  จึงมีค่ามากกว่าความเข้มข้นของ HA มาก ดังนั้น กรดแก่จึงมีค่า  $K_a$  มากกว่า 1 เช่น กรดไฮโดรคลอริก (HCl) มีค่า  $K_a$  ประมาณ  $1 \times 10^6$

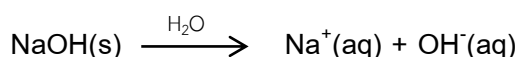
$$K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{Cl}^-]}{[\text{HCl}]} = 1 \times 10^6$$

สำหรับกรดอ่อนทำปฏิกิริยาได้น้อย ผลคูณของความเข้มข้นของ  $\text{H}_3\text{O}^+$  และ  $\text{A}^-$  จึงมีค่าน้อยกว่าความเข้มข้นของ HA ดังนั้น  $K_a$  ของกรดอ่อนจึงมีค่าน้อยกว่า 1 เช่น กรดแอสिटิก ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) มีค่า  $K_a$  เพียง  $1.8 \times 10^{-5}$

$$K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{CH}_3\text{COO}^-]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} = 1.8 \times 10^{-5}$$

ค่า  $K_a$  จึงใช้แสดงความแตกต่างระหว่างกรดแก่และกรดอ่อน และใช้บอกความแรงสัมพัทธ์ของกรดชนิดต่าง ๆ กรดที่มีค่า  $K_a$  สูงกว่าจะมีความแรงมากกว่ากรดที่มีค่า  $K_a$  ต่ำกว่า

เบสแก่ (strong base) คือ เบสที่ละลายน้ำแล้วแตกตัวให้  $\text{OH}^-$  ได้อย่างสมบูรณ์ เบสแก่จะมีค่า  $K_b$  มากกว่า 1 เช่น



เบสอ่อน (weak base) คือ เบสที่แตกตัวได้น้อยในน้ำ การแตกตัวของเบสอ่อนในน้ำอธิบายได้ในทำนองเดียวกับการแตกตัวของกรดอ่อน เมื่อเบส B ละลายน้ำ จะทำปฏิกิริยากับน้ำ ดังสมการ



ค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยาระหว่างเบส B และน้ำ เขียนได้ดังนี้

$$K_C = \frac{[BH^+][OH^-]}{[B][H_2O]}$$

เนื่องจากน้ำบริสุทธิ์มีความเข้มข้นสูง จึงถือได้ว่าความเข้มข้นของน้ำที่ภาวะสมดุลมีค่าคงที่ ดังนั้น

$$K_b = K_C \times [H_2O] = \frac{[BH^+][OH^-]}{[B]}$$

ค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยานี้เรียกว่า ค่าคงที่สมดุลการแตกตัวของเบส (base dissociation equilibrium constant,  $K_b$ ) ใช้บอกความแรงสัมพัทธ์ของเบส และกรดที่มีความแรงมาก คู่เบสจะยิ่งอ่อนมาก ส่วนเบสที่มีความแรงมาก คู่กรดก็จะยิ่งอ่อนมากตามความสัมพันธ์  $K_a K_b = K_w$

## 6. กิจกรรมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน

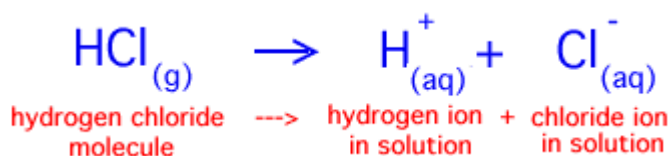
### 6.1 ชั้นกำหนดยุทธวิธีเพิ่มพูนประสบการณ์ (Experiential Engagement)

1. ครูทบทวนความรู้เดิมเกี่ยวกับสมบัติของกรด-เบส โดยยกตัวอย่างสถานการณ์ต่อไปนี้

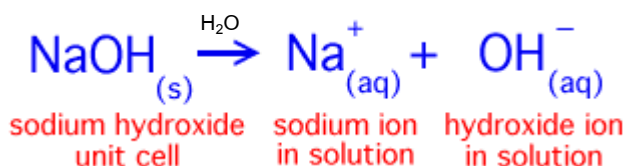
กรดไฮโดรคลอริก(HCl) เมื่อละลายน้ำแล้วแตกตัวให้ไฮโดรเจนไอออน ( $H^+$ ) ดัง

สมการ

$H_2O$



ในขณะที่เบส เช่น โซเดียมไฮดรอกไซด์(NaOH) เมื่อละลายน้ำแล้วแตกให้ไฮดรอกไซด์ไอออน ( $OH^-$ ) ดังสมการ



จากการแตกตัวของกรดและเบสที่ได้กล่าวมา

- นักเรียนคิดว่า กรดจะต้องมี  $H^+$  เป็นองค์ประกอบและเบสจะต้องมี  $OH^-$  เสมอไปหรือไม่ เพราะเหตุใด

- ค่า pH ของ HCl และ NaOH นั้นอยู่ในช่วง pH เท่าใด
- สภาพการนำไฟฟ้าของ HCl และ NaOH เป็นอย่างไร

## 6.2 ขั้นสืบค้นเพื่อให้เกิดมโนทัศน์รวบยอด (Concept Exploration)

(ศึกษานอกเวลาเรียน)

1. ครูให้นักเรียนสืบค้นเพื่อตอบคำถามในใบงานที่ 3 ต่อไปนี้

1.1 การแตกตัวของกรดอ่อนและเบสอ่อน แตกต่างจากการแตกตัวของกรดแก่และเบสแก่หรือไม่ อย่างไร จงอธิบาย

1.2 การนำไฟฟ้าของกรดอ่อนและเบสอ่อน แตกต่างจากการนำไฟฟ้าของกรดแก่และเบสแก่หรือไม่ อย่างไร จงอธิบาย

1.3 ค่า  $K_a$  ของกรดแก่และกรดอ่อนมีความแตกต่างกันอย่างไร

1.4 ไดเมทิลเอมีน  $(CH_3)_2NH$  มีค่า  $K_b = 5.4 \times 10^{-4}$  และแอมโมเนีย  $(NH_3)$  มีค่า  $K_b = 1.8 \times 10^{-5}$  ซึ่งสารทั้ง 2 ชนิดนี้มีคุณสมบัติเป็นเบส ถ้าพิจารณาจากค่า  $K_b$  สารใดมีความแรงของเบสมากกว่ากัน

1.5 จากปฏิกิริยาที่กำหนดให้



จงพิจารณาความแรงของแอมโมเนียมไอออน  $(NH_4^+)$  และคู่เบสแอมโมเนีย  $(NH_3)$

โดยให้นักเรียนสืบค้นจากแหล่งสืบค้นที่ครูได้จัดเตรียมไว้ให้ ดังต่อไปนี้

- ระบบ ClassStart : <https://www.classstart.org/classes/22310>
- Google Drive : ความแรงสัมพัทธ์ของกรด-เบส
- <https://sites.google.com/site/chemistrylandy/4th>
- <http://biochem4-2010-02.exteen.com/20101221/entry>
- <https://www.youtube.com/watch?v=-5rEp0nP-Ek>

2. นักเรียนสร้างแผนผังมโนทัศน์จากเรื่องที่นักเรียนได้ศึกษามาจากขั้นที่ 2 ลงใน

กระดาษ A4

### 6.3 ชั้นสร้างองค์ความรู้ที่มีความหมาย (Meaning Making) (ศึกษานอกเวลาเรียน)

1. ครูให้นักเรียนตอบคำถามในขั้นที่ 2 และสรุปความรู้เพิ่มเติมจากสิ่งที่นักเรียนได้ศึกษา ลงในบันทึกผลการเรียนรู้

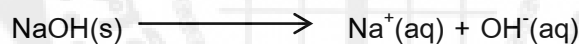
2. ครูตั้งกระทู้ จากปัญหาในขั้นที่ 2 ในเว็บบอร์ดของระบบ ClassStart เพื่อร่วมกันอภิปรายข้อคำตอบระหว่างครูและนักเรียน ดังนี้

2.1 การแตกตัวของกรดอ่อนและเบสอ่อนแตกต่างจากการแตกตัวของกรดแก่และเบสแก่ตรงที่การแตกตัวของกรดแก่และเบสแก่ จะแตกตัวได้หมด 100% หมายถึง กรดแก่และเบสแก่สามารถแตกตัวเป็นไอออนได้หมดในตัวทำละลายซึ่งส่วนใหญ่เป็นน้ำ เช่น การแตกตัวของกรด HCl จะได้  $H^+$  หรือ  $H_3O^+$  และ  $Cl^-$  ไม่มี HCl เหลืออยู่ หรือการแตกตัวของเบส เช่น NaOH ได้  $Na^+$  และ  $OH^-$  ไม่มี NaOH เหลืออยู่ การแตกตัวของกรดแก่และเบสแก่เขียนแทนด้วยลูกศรซึ่งแสดงการเปลี่ยนแปลงไปข้างหน้าเพียงอย่างเดียว เช่น

- การแตกตัวของกรดแก่ HCl



- การแตกตัวของเบสแก่ NaOH



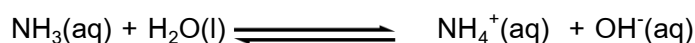
ส่วนการแตกตัวของกรดอ่อนและเบสอ่อน จะแตกตัวเป็นไอออนได้เพียงบางส่วน เขียนแทนโดยสมการจะใช้ลูกศร  $\rightleftharpoons$

เพื่อชี้ว่าปฏิกิริยาเกิดขึ้นทั้งไปข้างหน้าและย้อนกลับ และอยู่ในภาวะสมดุลกัน เช่น

- การแตกตัวของกรดอ่อน  $CH_3COOH$



- การแตกตัวของเบสอ่อน  $NH_3$



2.2 การนำไฟฟ้าของกรดอ่อนและเบสอ่อน จะนำไฟฟ้าได้น้อย เนื่องจากสามารถแตกตัวเป็นไอออนได้เพียงบางส่วนนั้น แต่กรดแก่และเบสแก่สามารถนำไฟฟ้าได้ดี เนื่องจากแตกตัวเป็นไอออนได้ 100%

2.3 พิจารณาค่า  $K_a$  จาก

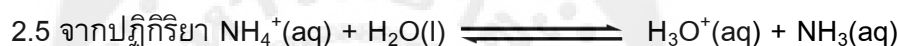
$$K_a = \frac{[H_3O^+][A^-]}{[HA]}$$

เมื่อกรดแก่ HA ละลายน้ำ จะทำปฏิกิริยากับน้ำแตกตัวให้  $\text{H}_3\text{O}^+$  และ  $\text{A}^-$  ได้ดี เหลือโมเลกุล HA อยู่ในสารละลายน้อยมาก ผลคูณความเข้มข้นของ  $\text{H}_3\text{O}^+$  และ  $\text{A}^-$  จึงมีค่ามากกว่าความเข้มข้นของ HA มาก ดังนั้น กรดแก่จึงมีค่า  $K_a$  มากกว่า 1

สำหรับกรดอ่อนทำปฏิกิริยาได้น้อย ผลคูณของความเข้มข้นของ  $\text{H}_3\text{O}^+$  และ  $\text{A}^-$  จึงมีค่าน้อยกว่าความเข้มข้นของ HA ดังนั้น  $K_a$  ของกรดอ่อนจึงมีค่าน้อยกว่า 1

ดังนั้น ค่า  $K_a$  จึงใช้แสดงความแตกต่างระหว่างกรดแก่และกรดอ่อน และใช้บอกความแรงสัมพัทธ์ของกรดชนิดต่างๆ กรดที่มีค่า  $K_a$  สูงกว่าจะมีความแรงมากกว่ากรดที่มีค่า  $K_a$  ต่ำกว่า

2.4 ไดเมทิลเอมีน ( $(\text{CH}_3)_2\text{NH}$ ) มีค่า  $K_b = 5.4 \times 10^{-4}$  ซึ่งมากกว่าแอมโมเนีย ( $\text{NH}_3$ ) ที่มีค่า  $K_b = 1.8 \times 10^{-5}$  แสดงว่า ไดเมทิลเอมีนเป็นเบสที่แรงกว่าแอมโมเนีย เพราะมีค่า  $K_b$  สูงกว่า



แอมโมเนียมไอออน ( $\text{NH}_4^+$ ) มีสมบัติเป็นกรดอ่อน แตกตัวให้โปรตอนได้น้อย ปฏิกิริยาย้อนกลับจึงเกิดขึ้นได้ดี นั่นแสดงว่าแอมโมเนียเป็นเบสที่แรง

3. ครูและนักเรียนลงข้อสรุปจากสิ่งที่นักเรียนได้ศึกษามาเพื่อสรุปได้ว่า

3.1 การแตกตัวของกรดอ่อนและเบสอ่อนแตกต่างจากการแตกตัวของกรดแก่และเบสแก่ เนื่องจากกรดอ่อนและเบสอ่อน จะแตกตัวเป็นไอออนได้เพียงบางส่วน เขียนแทนโดยสมการจะใช้ลูกศร  $\rightleftharpoons$

เพื่อชี้ว่าปฏิกิริยาเกิดขึ้นทั้งไปข้างหน้าและย้อนกลับ และอยู่ในภาวะสมดุลกัน

3.2 การนำไฟฟ้าของกรดอ่อนและเบสอ่อนจะนำไฟฟ้าได้น้อยเมื่อเทียบกับกรดแก่และเบสแก่ เนื่องจากแตกตัวเป็นไอออนได้เพียงบางส่วน

3.3 กรดแก่จะมีค่า  $K_a$  มากกว่า 1 ขณะที่  $K_a$  ของกรดอ่อนจะมีค่าน้อยกว่า 1

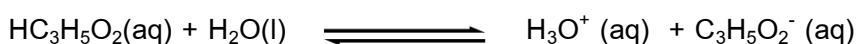
3.4 กรดที่มีค่า  $K_a$  สูงกว่าจะมีความแรงมากกว่ากรดที่มีค่า  $K_a$  ต่ำกว่า และเบสที่มีค่า  $K_b$  สูงก็มีความแรงมากกว่าเบสที่มีค่า  $K_b$  ต่ำกว่า

3.5 กรดที่มีความแรงมาก คู่เบสจะยิ่งอ่อนมาก ส่วนเบสที่มีความแรงมาก คู่กรดก็จะยิ่งอ่อนมาก

**6.4 ชั้นสาธิตและประยุกต์ใช้ (Demonstration & Application) (ในชั้นเรียนที่โรงเรียน)**

1. ครูสาธิตโจทย์การคำนวณความแรงสัมพัทธ์ของกรด-เบส โดยเริ่มจากอธิบายกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา ว่าประกอบไปด้วย 4 ขั้นตอน คือ ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา ขั้นที่ 2 วางแผนแก้โจทย์ปัญหา ขั้นที่ 3 ปฏิบัติตามแผน ขั้นที่ 4 ตรวจสอบผลลัพธ์ พร้อมทั้งอธิบายรายละเอียดในแต่ละขั้นตอน ดังนี้

ตัวอย่างที่ 1 สารละลายตัวอย่างปริมาตร 625 mL ประกอบด้วยกรดโพรพีโนอิก  $\text{HC}_3\text{H}_5\text{O}_2$  0.275 mol ที่ภาวะสมดุลมี  $[\text{H}_3\text{O}^+] = 0.0024 \text{ M}$  จงคำนวณหาค่า  $K_a$  ของกรดโพรพีโนอิกนี้



ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา ครูและนักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันวิเคราะห์ทำความเข้าใจโจทย์ โดยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มบอกรายละเอียดโจทย์ปัญหาว่าเป็นเรื่องราวเกี่ยวกับอะไร บอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ บอกสิ่งที่โจทย์ถาม โดยตั้งคำถามดังนี้

- 1.1 โจทย์ปัญหานี้เป็นเรื่องราวเกี่ยวกับอะไร
- 1.2 โจทย์กำหนดอะไรให้บ้าง
- 1.3 สารละลายตัวอย่างประกอบด้วยสารอะไรบ้าง
- 1.4 ในสารละลาย มีกรดโพรพีโนอิกกี่โมล
- 1.5 ปริมาตรของสารละลายตัวอย่างมีกี่ mL
- 1.6 ณ ภาวะสมดุล  $[\text{H}_3\text{O}^+]$  มีค่าเท่ากับเท่าไร
- 1.7 โจทย์ถามอะไร

ขั้นที่ 2 วางแผนแก้ปัญหา ครูและนักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันวางแผนแก้โจทย์ปัญหา โดยการให้นักเรียนแต่ละกลุ่มบอกวิธีการหาคำตอบว่าใช้วิธีการใด

2.1 สารละลายตัวอย่างปริมาตร 625 mL ประกอบด้วยกรดโพรพีโนอิก  $\text{HC}_3\text{H}_5\text{O}_2$  0.275 mol ที่ภาวะสมดุลมี  $[\text{H}_3\text{O}^+] = 0.0024 \text{ M}$  จงคำนวณหาค่า  $K_a$  ของกรดโพรพีโนอิกนี้ จะหาค่า  $K_a$  ได้โดยวิธีใด (แทนค่าลงในสูตรการหาค่า  $K_a$ )

โดยจากปฏิกิริยาที่กำหนดให้ สามารถหาค่า  $K_a$  จากสูตร

$$K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{C}_3\text{H}_5\text{O}_2^-]}{[\text{HC}_3\text{H}_5\text{O}_2]}$$

ซึ่งจะต้องนำค่าความเข้มข้นของสารต่างๆ ที่ภาวะสมดุลมาแทนค่าลงไป แต่โจทย์กำหนดมาให้เพียง  $[\text{H}_3\text{O}^+] = 0.0024 \text{ M}$  ที่ภาวะสมดุล เท่านั้น ดังนั้นยังเหลือความเข้มข้นของสารที่ภาวะสมดุลที่ยังไม่

ทราบค่าอีก 2 ชนิด คือ  $[C_3H_5O_2^-]$  และ  $[HC_3H_5O_2]$  จึงจำเป็นที่จะต้องหาความเข้มข้นของสารทั้ง 2 ชนิดนี้ก่อน จึงจะสามารถหาค่า  $K_a$  ได้

ขั้นที่ 3 ปฏิบัติตามแผน ครูและนักเรียนแต่ละกลุ่มลงมือปฏิบัติตามแผน โดยคิดคำนวณหาคำตอบและแสดงวิธีทำ เพื่อหาคำตอบของโจทย์ปัญหา ดังนี้

วิธีทำ 3.1 หาความเข้มข้นของ  $[C_3H_5O_2^-]$  และ  $[HC_3H_5O_2]$  ที่ภาวะสมดุล

|                                       |  |   |          |          |
|---------------------------------------|--|---|----------|----------|
| สมการเคมี                             | $HC_3H_5O_2(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons H_3O^+(aq) + C_3H_5O_2^-(aq)$ |   |          |          |
| เริ่มต้น<br>(mol/dm <sup>3</sup> )    | $\frac{0.275}{625} \times 1000$<br>= 0.44                                  | - | 0        | 0        |
| เปลี่ยนแปลง<br>(mol/dm <sup>3</sup> ) | - 0.0024   | - | + 0.0024 | + 0.0024 |
| สมดุล<br>(mol/dm <sup>3</sup> )       | (0.44 - 0.0024)<br>= 0.4376  | - | 0.0024   | 0.0024   |

$$3.2 \text{ จากสูตร } K_a = \frac{[H_3O^+][C_3H_5O_2^-]}{[HC_3H_5O_2]}$$

แทนค่า ความเข้มข้นที่ภาวะสมดุลลงในสูตร ดังนี้

$$K_a = \frac{(0.0024)(0.0024)}{(0.4376)}$$

$$= 1.316 \times 10^{-5}$$

ดังนั้น ค่า  $K_a$  ของกรดโพรพีโนอิกมีค่าเท่ากับ  $1.316 \times 10^{-5}$

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบผล ครูและนักเรียนร่วมกันพิจารณาความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้ รวมถึงพิจารณาว่ายังมีวิธีการแก้ปัญหาอื่นๆ อีกหรือไม่ โดยตั้งคำถามดังนี้

4.1 จะมีวิธีการใดในการแก้โจทย์ปัญหาอีกหรือไม่ อย่างไร

2. ครูให้นักเรียนทำใบงานที่ 4 ความแรงสัมพันธ์ของกรด-เบส โดยทำเป็นรายบุคคล และครูเดินรอบห้องเรียนเพื่อให้คำแนะนำและช่วยเหลือนักเรียน จากนั้นครูเก็บใบงานคืนเพื่อตรวจสอบการทำงานของนักเรียนอีกครั้งหนึ่ง

## 6. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

6.1 ระบบ ClassStart (<https://www.classstart.org/classes/22310>)

## 6.2 สื่อออนไลน์

- Google Drive : ความแรงสัมพัทธ์ของกรด-เบส
- <https://sites.google.com/site/chemistrylandy/4th>
- <http://biochem4-2010-02.exteen.com/20101221/entry>
- <https://www.youtube.com/watch?v=-5rEp0nP-Ek>

## 6.3 ใบงานที่ 3 และใบงานที่ 4

## 7. การวัดและการประเมินผลการเรียนรู้

วัดผลจากผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง โดยพิจารณาจากการร่วมอภิปราย การทำใบงาน การให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมในชั้นเรียน และการตอบคำถามในชั้นเรียน

## 7.1 เครื่องมือวัดผล

- ใบงาน

## 7.2 เกณฑ์การวัดผล

- ตอบคำถามในใบงานได้มากกว่าร้อยละ 70 ขึ้นไป

| สิ่งที่ต้องการวัด   | วิธีการวัดและประเมินผล | เครื่องมือวัดและประเมินผล | เกณฑ์การประเมิน                             |
|---|------------------------|---------------------------|---|
| <b>ด้านความรู้ (K)</b><br>1. อธิบายความสามารถในการแตกตัวของกรดแก่ เบสแก่ กรดอ่อน เบสอ่อน ได้<br>2. เขียนสมการการแตกตัวเป็นไอออนของกรดอ่อนและเบสอ่อนได้          |                        |                           |   |
| <b>ด้านทักษะกระบวนการ (P)</b><br>1. คำนวณค่าคงที่สมดุลการแตกตัวเป็นไอออนของกรดอ่อนและเบสอ่อนได้<br>2. เปรียบเทียบความแรงของกรดหรือเบสจากค่า $K_a$ และ $K_b$ ได้ | - ตรวจใบงาน            | - ใบงาน                   | - ตอบคำถามในใบงานได้ถูกต้องร้อยละ 70 ขึ้นไป |



| สิ่งที่ต้องการวัด   | วิธีการวัดและประเมินผล  | เครื่องมือวัดและประเมินผล                 | เกณฑ์การประเมิน  |
|---|---|---|--|
| <p><b>ด้านทักษะกระบวนการ (P)</b></p> <p>3. คำนวณหาความเข้มข้นของ <math>H_3O^+</math> และ <math>OH^-</math> โดยใช้ค่าคงที่สมดุลการแตกตัวของกรดและเบสได้</p> <p>4. กระบวนการแก้โจทย์ปัญหา</p> <p>1) ทำความเข้าใจโจทย์ปัญหาโดยการบอกได้ว่าโจทย์บอกอะไรและโจทย์หาอะไร</p> <p>2) วางแผนแก้ปัญหาโดยบอกได้ว่าใช้วิธีการใดในการหาคำตอบ</p> <p>3) ปฏิบัติตามแผนที่วางไว้จนได้คำตอบที่ถูกต้องครบถ้วน</p> <p>4) ตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้โดยตรวจสอบขั้นตอนต่างๆ ที่ผ่านมา</p> |   |   |  |
| <p><b>ด้านคุณลักษณะ (A)</b></p> <p>1. ความตั้งใจ</p> <p>2. กล้าแสดงออก</p> <p>3. ตรงต่อเวลา</p> <p>4. ความรับผิดชอบ</p> <p>5. มีส่วนร่วมต่อกิจกรรมการเรียนรู้</p>   | <p>- สังเกตพฤติกรรม<br/>การเรียน</p> <p>- สังงานครบถ้วน<br/>ตรงเวลา</p> | <p>- แบบสังเกตพฤติกรรม</p> <p>- ใบงาน</p> | <p>3 คะแนน = ดี</p> <p>2 คะแนน = ปานกลาง</p> <p>1 คะแนน = ปรับปรุง</p> |





| ลำดับ | พฤติกรรม  | ความสนใจใฝ่รู้ |   |   | การแสดงความคิดเห็น |   |   | ตั้งใจเรียนและร่วมทำกิจกรรม |   |   | ความตรงต่อเวลา |   |   | ความรับผิดชอบ |   |   | รวมคะแนน |
|-------|-----------|----------------|---|---|--------------------|---|---|-----------------------------|---|---|----------------|---|---|---------------|---|---|----------|
|       |           | 3              | 2 | 1 | 3                  | 2 | 1 | 3                           | 2 | 1 | 3              | 2 | 1 | 3             | 2 | 1 |          |
|       | ชื่อ-สกุล |                |   |   |                    |   |   |                             |   |   |                |   |   |               |   |   | 15       |
| 21    |           |                |   |   |                    |   |   |                             |   |   |                |   |   |               |   |   |          |
| 22    |           |                |   |   |                    |   |   |                             |   |   |                |   |   |               |   |   |          |
| 23    |           |                |   |   |                    |   |   |                             |   |   |                |   |   |               |   |   |          |
| 24    |           |                |   |   |                    |   |   |                             |   |   |                |   |   |               |   |   |          |

### เกณฑ์การให้คะแนน

3 คะแนน = ดี

2 คะแนน = ปานกลาง

1 คะแนน = ปรับปรุง

ลงชื่อ.....

( นางสาวรัชยา มณีรัตน์ )

ผู้ประเมิน



| ลำดับ | พฤติกรรม | ทำความเข้าใจปัญหา |   |   | วางแผนแก้ปัญหา |   |   | ดำเนินการตามแผน |   |   |   |   | ตรวจสอบผลลัพธ์ |   |   | รวมคะแนน |
|-------|----------|-------------------|---|---|----------------|---|---|-----------------|---|---|---|---|----------------|---|---|----------|
|       |          | 2                 | 1 | 0 | 2              | 1 | 0 | 4               | 3 | 2 | 1 | 0 | 2              | 1 | 0 |          |
| 21    |          |                   |   |   |                |   |   |                 |   |   |   |   |                |   |   |          |
| 22    |          |                   |   |   |                |   |   |                 |   |   |   |   |                |   |   |          |
| 23    |          |                   |   |   |                |   |   |                 |   |   |   |   |                |   |   |          |
| 24    |          |                   |   |   |                |   |   |                 |   |   |   |   |                |   |   |          |

ลงชื่อ.....

( นางสาวรัชยา มณีรัตน์ )

ผู้ประเมิน



## แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี

### เรื่อง กรด-เบส

#### คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส
2. แบบทดสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก มีจำนวน 30 ข้อ 30 คะแนน ให้เวลาทำ 1 ชั่วโมง
3. ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว จากข้อ ก ข ค ง โดยขีดเครื่องหมายกากบาท (X) ลงในกระดาษคำตอบ

|   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| ก | ข | ค | ง |
|   | X |   |   |

4. ให้นักเรียนเขียนชื่อ-สกุล ชั้น เลขที่ ลงในกระดาษคำตอบให้เรียบร้อยก่อนลงมือทำ

ชื่อ..... ชั้น.....เลขที่.....





7. จะต้องเติมสารละลาย KOH เข้มข้น  $0.1 \text{ mol/dm}^3$  กี่  $\text{cm}^3$  ลงไปในสารละลายกรด  $\text{HNO}_3$  เข้มข้น  $0.1 \text{ mol/dm}^3$  ปริมาตร  $25 \text{ cm}^3$  เพื่อให้สารละลายมี pH เท่ากับ 7 พอดี

- ก. 20                      ข. 25                      ค. 30                      ง. 35

8. จะต้องใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น  $0.2 \text{ mol/L}$  กี่  $\text{cm}^3$  เพื่อทำปฏิกิริยาพอดีกับกรดซัลฟิวริกเข้มข้น  $0.5 \text{ mol/L}$  ปริมาตร  $25 \text{ cm}^3$

- ก. 25                      ข. 50                      ค. 62.5                      ง. 125

9. ถ้านำสารละลาย 2 ชนิดมาผสมกัน โดยใช้ปริมาตรเท่ากัน คือ  $50 \text{ cm}^3$  ข้อใดที่ไม่มีสมบัติเป็นบัฟเฟอร์

- ก.  $\text{HNO}_3 \text{ } 0.5 \text{ mol/dm}^3 + \text{NH}_4\text{OH } 0.6 \text{ mol/dm}^3$   
 ข.  $\text{HNO}_2 \text{ } 2 \text{ mol/dm}^3 + \text{NaOH } 1 \text{ mol/dm}^3$   
 ค.  $\text{HCl } 0.5 \text{ mol/dm}^3 + \text{NH}_4\text{OH } 0.25 \text{ mol/dm}^3$   
 ง.  $\text{NaOH } 0.5 \text{ mol/dm}^3 + \text{CH}_3\text{COOH } 0.75 \text{ mol/dm}^3$

10. สารละลายชนิดหนึ่ง เมื่อนำมาเติมอินดิเคเตอร์ได้ผลดังตาราง

| อินดิเคเตอร์  | ช่วง pH   | สีที่เปลี่ยน     | สีของสารละลายหลังเติมอินดิเคเตอร์ |
|---------------|-----------|------------------|-----------------------------------|
| เมทิลเรด      | 3.8 – 6.3 | แดง – เหลือง     | ส้ม                               |
| ลิตมัส        | 5.8 – 9.1 | แดง – น้ำเงิน    | ม่วง                              |
| ฟีนอลเรด      | 6.6 – 8.3 | เหลือง – แดง     | เหลือง                            |
| เมทิลออเรนจ์  | 3.1 – 4.4 | แดง – เหลือง     | เหลือง                            |
| โบรโมไทมอลบลู | 6.0 – 7.1 | เหลือง – น้ำเงิน | เหลือง                            |

pH ที่ถูกต้องของสารละลายนี้ควรอยู่ในช่วงใด

- ก. 5.8 – 6.0                      ข. 5.8 – 6.3                      ค. 6.3 – 6.6                      ง. 6.6 – 7.1

11. สารละลายของกรดใดที่มีค่า pH น้อยที่สุด

| กรด              | ความเข้มข้น (M) | $K_a$ ที่ $25^\circ\text{C}$ |
|------------------|-----------------|------------------------------|
| $\text{HOCCOOH}$ | 0.1             | $5.4 \times 10^{-2}$         |
| $\text{HSO}_4^-$ | 0.1             | $1.3 \times 10^{-2}$         |
| HF               | 0.1             | $6.8 \times 10^{-4}$         |
| $\text{HNO}_2$   | 0.1             | $5.1 \times 10^{-4}$         |

ก. HOCCOOH

ข. HSO<sub>4</sub><sup>-</sup>

ค. HF

ง. HNO<sub>2</sub>

12. ข้อใดผิดเกี่ยวกับสารละลายกรดแก่ HY เข้มข้น 0.10 M

ก. [Y] = 0.10 M

ข. [HY] = 0.10 M

ค. [H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>] = 0.10 Mง. [H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>] + [Y] = 0.20 M

M

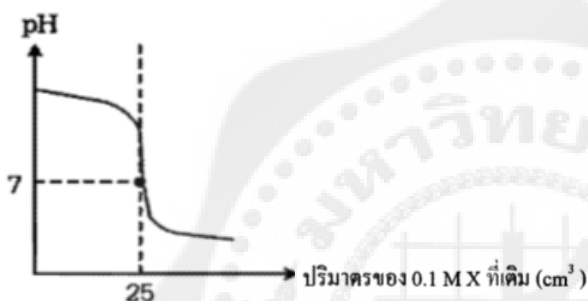
13. M(OH)<sub>2</sub> เป็นเบสแก่ เมื่อนำสารละลายเบสชนิดนี้เข้มข้น 0.025 mol/dm<sup>3</sup> ปริมาตร 100 cm<sup>3</sup> มาเติมน้ำเพิ่มอีก 400 cm<sup>3</sup> จงหา pH ของสารละลายที่ได้

ก. 6

ข. 8

ค. 10

ง. 12

14. เมื่อ 0.1 M ของ X ถูกไทเทรตกับ 25 cm<sup>3</sup> ของ 0.1 M ของ Y เขียนกราฟได้ดังนี้

จากกราฟข้อใดถูกต้อง

ก. X เป็นกรดแก่ และ Y เป็นเบสแก่

ข. X เป็นเบสแก่ และ Y เป็นกรดแก่

ค. X เป็นกรดแก่ และ Y เป็นเบสอ่อน

ง. X เป็นเบสอ่อน และ Y เป็นกรดแก่

15. เมื่อนำเกลือ 4 ชนิด ต่อไปนี้มาละลายน้ำ

a) NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>    b) CH<sub>3</sub>COONa    c) Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>    d) K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

สารละลายเกลือชนิดใดบ้างที่สามารถเปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากแดงเป็นน้ำเงิน

ก. a) และ b)

ข. a) และ c)

ค. b) และ c)

ง. b) และ d)

16. พิจารณาผลการทดลอง

| สารละลาย | การเปลี่ยนสีของกระดาษลิตมัส | การนำไฟฟ้า | ปฏิกิริยากับ Mg | ปฏิกิริยากับ NaHCO <sub>3</sub> |
|----------|-----------------------------|------------|-----------------|---------------------------------|
| A        | น้ำเงิน → แดง               | นำ         | เกิดแก๊ส        | เกิดแก๊ส                        |
| B        | ไม่เปลี่ยนสี                | นำ         | ไม่เกิดแก๊ส     | ไม่เกิดแก๊ส                     |
| C        | ไม่เปลี่ยนสี                | ไม่นำ      | ไม่เกิดแก๊ส     | ไม่เกิดแก๊ส                     |
| D        | แดง → น้ำเงิน               | นำ         | ไม่เกิดแก๊ส     | ไม่เกิดแก๊ส                     |

สาร A, B, C และ D น่าจะเป็นข้อใดตามลำดับ

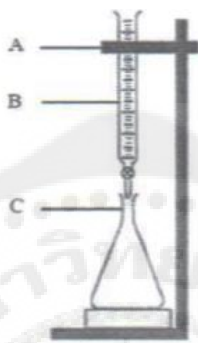
ก. HCl เอทานอล น้ำตาลทราย KOH

ข. CH<sub>3</sub>COOH น้ำตาลทราย เอทานอล NaOHค. CH<sub>3</sub>COOH KNO<sub>3</sub> เอทานอล CH<sub>3</sub>COONaง. HCl น้ำตาลทราย เอทานอล CH<sub>3</sub>COONa

17. ถ้านำแอมโมเนียมคลอไรด์ ( $\text{NH}_4\text{Cl}$ ) ของแข็งสีขาวมาละลายน้ำ สารละลายที่ได้มีสมบัติเป็นกรดหรือเบส เพราะเหตุใด

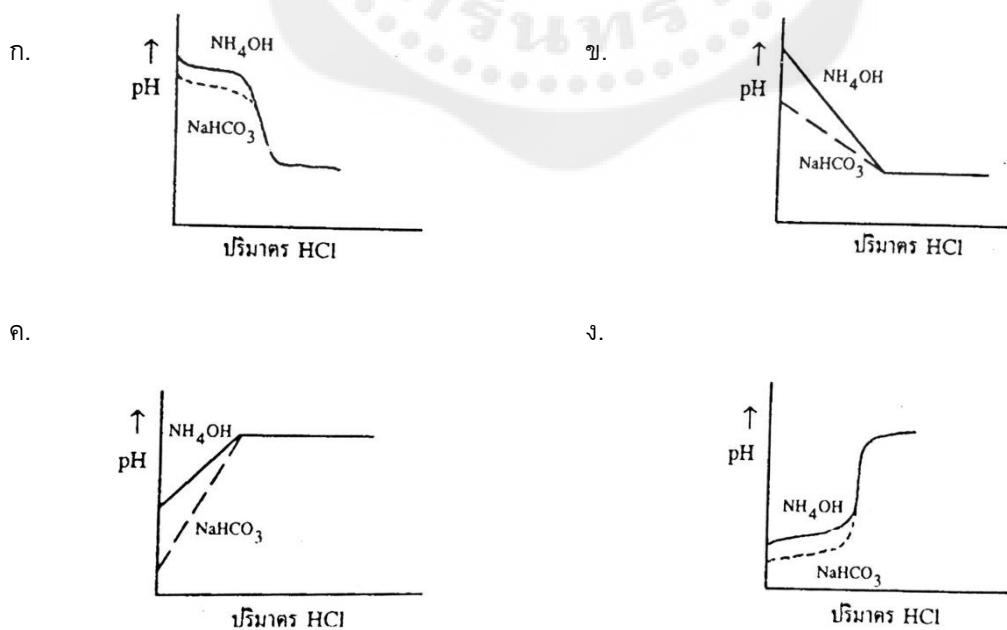
- ก. เป็นเบส เพราะแอมโมเนียมคลอไรด์แตกตัวให้แอมโมเนียมไฮดรอกไซด์
- ข. เป็นเบส เพราะแอมโมเนียมคลอไรด์ทำปฏิกิริยากับน้ำ ให้แอมโมเนียซึ่งเป็นเบส
- ค. เป็นกรด เพราะแอมโมเนียมซึ่งเป็นเบส เมื่อเกิดขึ้นแล้วจะระเหยไปบางส่วน
- ง. เป็นกรด เพราะแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ให้โปรตอนแก่ น้ำ

18. ถ้าต้องการวิเคราะห์ว่าน้ำมะนาว 1 ลูก มีกรดซิตริกเข้มข้นเท่าใด นักเรียนจะบรรจุน้ำมะนาวในภาชนะใด



- ก. A
- ข. B
- ค. C
- ง. B และ C

19. ลักษณะที่ได้ของกราฟที่ได้จากการไทเทรตสารละลาย  $\text{NH}_4\text{OH}$  เข้มข้น  $0.10 \text{ mol/dm}^3$  ด้วยสารละลาย  $\text{HCl}$  เข้มข้น  $0.10 \text{ mol/dm}^3$  และกราฟที่ได้จากการไทเทรตสารละลาย  $\text{NaHCO}_3$  เข้มข้น  $0.10 \text{ mol/dm}^3$  ด้วยสารละลายกรด  $\text{HCl}$  เข้มข้น  $0.10 \text{ mol/dm}^3$  ควรมีลักษณะอย่างไร ( $\text{NH}_4\text{OH}$  มี  $K_b = 1.8 \times 10^{-5}$ ;  $\text{H}_2\text{CO}_3$  มี  $K_{a1} = 4.4 \times 10^{-7}$ ;  $K_{a2} = 5.0 \times 10^{-11}$ )



20. นักว่ายน้ำ ตรวจวัด pH ของเลือดก่อนวิ่งได้เป็น 7.4 เมื่อวิ่งแข่งขั้นเสร็จได้ค่า pH เป็น 7.1 ถ้า pH ของเลือดถูกควบคุมด้วย ความเข้มข้นของ  $\text{H}_2\text{CO}_3/\text{HCO}_3^-$  และ  $\text{H}_2\text{PO}_4^-/\text{HPO}_4^{2-}$  อัตราส่วนที่เปลี่ยนแปลงไปในข้อใดถูก

- a)  $\frac{[\text{HCO}_3^-]}{[\text{H}_2\text{CO}_3]}$  ลดลง    b)  $\frac{[\text{HCO}_3^-]}{[\text{H}_2\text{CO}_3]}$  เพิ่มขึ้น    c)  $\frac{[\text{H}_2\text{PO}_4^-]}{[\text{HPO}_4^{2-}]}$  ลดลง    d)  $\frac{[\text{H}_2\text{PO}_4^-]}{[\text{HPO}_4^{2-}]}$  เพิ่มขึ้น

- ก. a) และ c)    ข. a) และ d)    ค. b) และ c)    ง. b) และ d)

21. ไซสารละลาย HCl เข้มข้น  $0.150 \text{ mol/dm}^3$  ซึ่งบรรจุอยู่ในบิวเรตต์ลงในบีกเกอร์จนได้ปริมาตร  $40 \text{ cm}^3$  จากนั้นใช้ปิเปตขนาด  $10 \text{ cm}^3$  ดูดสารละลายแอมโมเนีย ( $\text{NH}_3$ ) เข้มข้น  $0.10 \text{ mol/dm}^3$  แล้วค่อยๆ ปล่อยสารละลายแอมโมเนียให้ผสมกันในบีกเกอร์ ค่า pH ของสารละลายหลังผสมตรงกับข้อใด

- ก. 0.9    ข. 1.0    ค. 1.9    ง. 2.0

22. กรดซัลฟิวริก ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) เป็นกรดแก่กว่ากรดแอสिटิก ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) เพราะเหตุใด

- ก. กรดซัลฟิวริกมีความเข้มข้นมากกว่า    ข. กรดซัลฟิวริกมีจำนวนธาตุออกซิเจนมากกว่า  
ค. กรดซัลฟิวริกแตกตัวได้มากกว่า    ง. กรดซัลฟิวริกมีฤทธิ์กัดกร่อนมากกว่า

24. กรดฟอสฟอริก ( $\text{H}_3\text{PO}_4$ ) เป็นกรดพอลิโปรติก ซึ่งมีค่า  $K_{a1} = 7.52 \times 10^{-3}$  ที่  $25^\circ\text{C}$  ค่า  $K_{a2}$  ของกรดนี้เท่ากับเท่าใด

- ก.  $6.23 \times 10^{-8}$     ข.  $7.52 \times 10^{-3}$     ค.  $2.2 \times 10^{-2}$     ง.  $2.2 \times 10^{-1}$

คำชี้แจง ใช้ข้อมูลต่อไปนี้ตอบคำถาม 54-56

| อินดิเคเตอร์    | ช่วง pH ที่เปลี่ยนสี | Acidic form | Basic form |
|-----------------|----------------------|-------------|------------|
| Methyl orange   | 3.1 – 4.4            | แดง         | เหลือง     |
| Methyl red      | 4.2 – 6.2            | แดง         | เหลือง     |
| Litmus          | 5.0 – 8.0            | แดง         | น้ำเงิน    |
| Phenolphthalein | 8.0 – 10.0           | ไม่มีสี     | แดง        |

25. ในการไทเทรตระหว่างกรดซัลฟิวริกกับโซเดียมไฮดรอกไซด์ ควรเลือกใช้อินดิเคเตอร์ชนิดใด

- ก. Methyl orange    ข. Methyl red    ค. Litmus    ง. Phenolphthalein

26. ในการไทเทรตระหว่างสารละลายกรดคาร์บอนิกกับสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ ควรเลือกใช้อินดิเคเตอร์ชนิดใด

- ก. Methyl orange    ข. Methyl red    ค. Litmus    ง. Phenolphthalein

27. เมื่อเติม Methyl orange ลงในสารละลายชนิดหนึ่ง ซึ่งมี pH 3.8 สารละลายจะมีสีอะไร

- ก. แดง    ข. เหลือง    ค. ส้ม    ง. น้ำเงิน

28. ทำไมปวดท้องโรคกระเพาะอาหารจึงต้องทานยาลดกรด

- ก. เพราะกระเพาะมีแผล
- ข. เพราะยามีฤทธิ์เป็นเบส
- ค. เพราะยาไปทำให้กระเพาะมีสภาพเป็นกลาง
- ง. เพราะยาเป็นเบสไปทำปฏิกิริยากับกรดในกระเพาะแล้วได้เกลือ

29. ในการไทเทรตกรดอ่อน HA และ HB เข้มข้น  $0.1 \text{ mol/dm}^3$  เท่ากันด้วย NaOH เข้มข้น  $0.1 \text{ mol/dm}^3$

| กรด | Ka                  | pH ที่จุดเริ่มต้น | pH ที่จุดยุติ |
|-----|---------------------|-------------------|---------------|
| HA  | $1 \times 10^{-5}$  | A                 | X             |
| HB  | $1 \times 10^{-10}$ | b                 | y             |

การเปรียบเทียบ pH ของสารละลายข้อใดถูก

- ก.  $a < b$      $x < y$
- ข.  $a > b$      $x > y$

ข.  $a < b$      $x > y$

ง.  $a > b$      $x < y$

30. ในปฏิกิริยาที่ภาวะสมดุล  $\text{HF(aq)} + \text{H}_2\text{O(l)} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+(\text{aq}) + \text{F}^-(\text{aq})$  ถ้าทิศทางของสมดุลเกิดจากขวามาซ้าย จะสรุปได้ว่าอย่างไร

- ก. HF เป็นกรดแก่
- ข.  $\text{F}^-$  เป็นเบสที่แก่กว่าน้ำ
- ค. ค่าคงที่สมดุลมากกว่า 1
- ง. ค่าคงที่สมดุลเท่ากับ 1 โดยประมาณ

ครูรัตยา มณีรัตน์



## แบบวัดทักษะกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาเคมี เรื่อง กรด-เบส

### คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบอัตนัยซึ่งประกอบด้วยสถานการณ์ และคำถามสำหรับสถานการณ์ละ 4 ข้อ ให้ผู้เรียนตอบคำถามตามสถานการณ์ โดยผู้เรียนต้องตอบคำถามให้ครบทุกข้อ
2. แบบทดสอบมีทั้งหมด 5 สถานการณ์ รวมคะแนนเต็ม 50 คะแนน ให้เวลา 60 นาที
3. ให้นักเรียนเขียนชื่อ-สกุล ชั้น เลขที่ ลงในกระดาษคำตอบให้เรียบร้อยก่อนลงมือทำ

ชื่อ..... ชั้น.....เลขที่.....

### สถานการณ์ที่ 1

อินดิเคเตอร์ชนิดหนึ่งเป็นกรดอ่อนและมีสูตรเป็น HIn จำนวน  $40 \text{ cm}^3$  มี pH 3.0 นำมาทำปฏิกิริยากันพอดีกับสารละลาย NaOH เข้มข้น  $0.005 \text{ mol/dm}^3$  จำนวน  $40 \text{ cm}^3$  ถ้าช่วงการเปลี่ยนสี (pH – range) ของอินดิเคเตอร์คำนวณได้จากสูตร  $\text{pH – range} = (\text{pK}_a - 1)$  และ  $(\text{pK}_a + 1)$  และสีที่เปลี่ยนระหว่างภาวะกรด-เบส คือ แดง-น้ำเงิน เมื่อนำอินดิเคเตอร์ชนิดนี้หยดลงในสารละลายกรดอ่อนเข้มข้น  $0.5 \text{ M}$  ที่มีร้อยละการแตกตัวเท่ากับ  $0.4$  อินดิเคเตอร์จะปรากฏสีอะไร ( $\log 2 = 0.3$  ,  $\log 2.5 = 0.4$ )

#### ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา

1.1 โจทย์ปัญหาเป็นเรื่องราวเกี่ยวกับอะไร

.....

1.2 โจทย์กำหนดอะไรให้บ้าง

.....

1.3 โจทย์ต้องการทราบอะไร

.....

#### ขั้นที่ 2 วางแผนแก้ปัญหา

การแก้โจทย์ปัญหาใช้หลักการใด / วิธีการใด

.....

.....

#### ขั้นที่ 3 ดำเนินการตามแผน

นักเรียนแก้โจทย์ปัญหาตามแผนที่วางไว้ในขั้นที่ 2

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

#### ขั้นที่ 4 ตรวจสอบผล

4.1 คำตอบที่ได้ถูกต้องหรือไม่ ตรวจสอบได้อย่างไร

.....

4.2 มีวิธีการแก้ปัญหาอื่นอีกหรือไม่ อย่างไร

.....







#### สถานการณ์ที่ 4

การหาปริมาตรกรดแอสติลซาลิซิลิก ( $\text{HC}_9\text{H}_7\text{O}_4$ ) ซึ่งเป็นตัวยาระงับปวดในแอสไพรินโดยการไทเทรตด้วยสารละลายมาตรฐาน  $\text{NaOH}$  เข้มข้น  $0.01 \text{ mol/dm}^3$  พบว่าเมื่อละลายแอสไพริน 4 เม็ดในน้ำ  $100 \text{ cm}^3$  ต้องใช้  $\text{NaOH}$   $20 \text{ cm}^3$  แอสไพรินแต่ละเม็ดมีกรดแอสติลซาลิซิลิกกี่มิลลิกรัม ( $M_w$  ของ  $\text{HC}_9\text{H}_7\text{O}_4 = 180$ )

#### ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา

1.1 โจทย์ปัญหาเป็นเรื่องราวเกี่ยวกับอะไร

.....

1.2 โจทย์กำหนดอะไรให้บ้าง

.....

1.3 โจทย์ต้องการทราบอะไร

.....

#### ขั้นที่ 2 วางแผนแก้ปัญหา

การแก้โจทย์ปัญหาใช้หลักการใด / วิธีการใด

.....

#### ขั้นที่ 3 ดำเนินการตามแผน

นักเรียนแก้โจทย์ปัญหาตามแผนที่วางไว้ในขั้นที่ 2

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

#### ขั้นที่ 4 ตรวจสอบผล

4.1 คำตอบที่ได้ถูกต้องหรือไม่ ตรวจสอบได้อย่างไร

.....

4.2 มีวิธีการแก้ปัญหาคืออีกหรือไม่ อย่างไร

.....



เกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดทักษะกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา

| เกณฑ์การให้คะแนน  | คะแนน    |
|---|----------|
| <b>1. ทำความเข้าใจปัญหา</b>   | <b>2</b> |
| - เขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ และสิ่งที่โจทย์ถามได้ถูกต้องครบถ้วน           | 2        |
| - เขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ถามได้ถูกต้องบางส่วน            | 1        |
| - เขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ถามไม่ถูกต้องหรือไม่เขียน       | 0        |
| <b>2. วางแผนแก้ปัญหา</b>  | <b>2</b> |
| - เขียนวิธีการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง  | 2        |
| - เขียนวิธีการแก้ปัญหา ซึ่งอาจจะนำไปสู่คำตอบที่ถูกต้อง แต่ยังมีบางส่วนผิด | 1        |
| - เขียนวิธีการแก้ปัญหาไม่ถูกต้องหรือไม่เขียน                              | 0        |
| <b>3. ดำเนินการตามแผน</b>   | <b>4</b> |
| - เขียนแสดงการคำนวณได้ถูกต้องชัดเจนและหาคำตอบได้ถูกต้องครบถ้วน            | 4        |
| - เขียนแสดงการคำนวณได้ถูกต้องชัดเจนและหาคำตอบได้ถูกต้องบางส่วน            | 3        |
| - เขียนแสดงการคำนวณได้ถูกต้องบางส่วนและหาคำตอบได้ถูกต้องครบถ้วน           | 2        |
| - เขียนแสดงการคำนวณได้ถูกต้องบางส่วนและหาคำตอบได้ถูกต้องบางส่วน           | 2        |
| - เขียนแสดงการคำนวณได้ถูกต้องบางส่วนและหาคำตอบไม่ถูกต้องหรือไม่เขียน      | 1        |
| - เขียนแสดงการคำนวณไม่ถูกต้องหรือไม่เขียนและหาคำตอบได้ถูกต้องบางส่วน      | 1        |
| - เขียนแสดงการคำนวณไม่ถูกต้องและหาคำตอบไม่ถูกต้องหรือไม่เขียน             | 0        |
| <b>4. ตรวจสอบผลลัพธ์</b>  | <b>2</b> |
| - เขียนแสดงการตรวจคำตอบของปัญหาได้ถูกต้อง                                 | 2        |
| - เขียนแสดงการตรวจคำตอบของปัญหาได้ถูกต้องบางส่วน                          | 1        |
| - เขียนแสดงการตรวจคำตอบของปัญหาไม่ถูกต้อง                                 | 0        |
| - ไม่เขียนแสดงการตรวจคำตอบของปัญหา  | 0        |



**ภาคผนวก จ**

ภาพตัวอย่างวิดีโอที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน  
ผ่านระบบชั้นเรียนออนไลน์ Classstart.org

### ร้อยละการแตกตัว

Ex. กรดอ่อน HA เข้มข้น 0.50 mol/L แตกตัวให้  $H_3O^+$  0.010 mol/L  
จงหาร้อยละการแตกตัวของกรดนี้ มีค่าเท่าใด

- ① โจทย์บอก - HA 0.50 M  
                   $[H_3O^+] 0.01 M$
- ② โจทย์ถาม - ร้อยละ การแตกตัวของกรด
- ③ สูตรการหาเปอร์เซ็นต์ =  $\frac{[H_3O^+]}{X} \times 100\%$
- ④ แทนค่า =  $\frac{0.01}{0.50} \times 100\%$   
                  = 2%

5

### การคำนวณ pH ของกรด-เบส

**กรดอ่อน**    แตกตัวในน้ำได้น้อย    *การคำนวณ*

$$CH_3COOH(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons H_3O^+(aq) + CH_3COO^-(aq)$$

|             |         |     |     |
|-------------|---------|-----|-----|
| เริ่มต้น    | 0.5     | 0   | 0   |
| เปลี่ยนแปลง | - x     | + x | + x |
| สมดุล       | 0.5 - x | x   | x   |

$K_a = \frac{[H_3O^+][CH_3COO^-]}{[CH_3COOH]}$   
 $K_a \rightarrow [H_3O^+]_{\text{สมดุล}} \rightarrow pH = -\log [H_3O^+]$

5

3. จงคำนวณหา pH และ pOH ของสารละลาย NaOH เข้มข้น  $5.0 \times 10^{-2} M$  กำหนดค่า  $\log 5 = 0.69$   
 $\log 2 = 0.30$

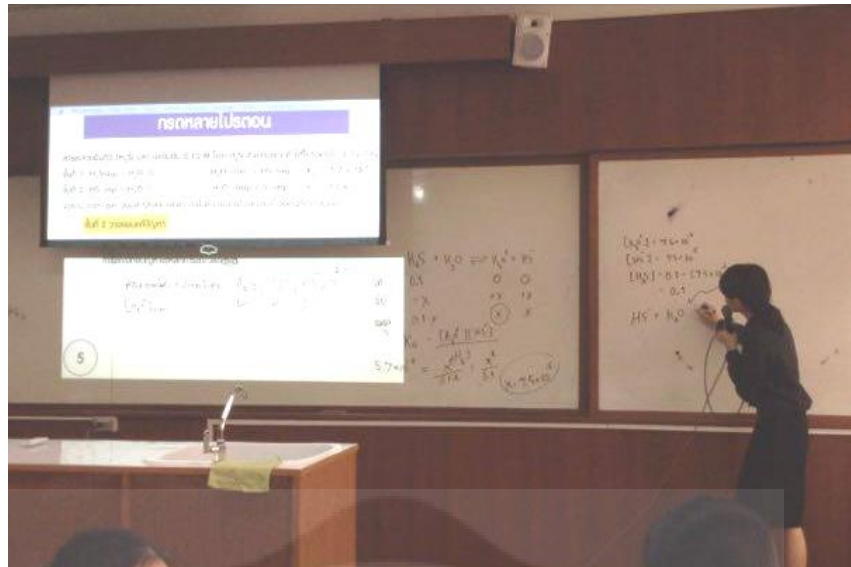
- ① โจทย์บอก  $\rightarrow [NaOH] 5.0 \times 10^{-2} M$   
                  ให้หาค่า  $\rightarrow pH, pOH$
- ②  $pH = -\log [H_3O^+]$  ,  $pOH = -\log [OH^-]$   
 $NaOH \rightarrow Na^+ + OH^-$   
 $5 \times 10^{-2} \quad 5 \times 10^{-2} \quad 5 \times 10^{-2}$
- ③ แทนค่าลงใน  $pOH = -\log [OH^-]$   
 $= -\log (5 \times 10^{-2})$   
 $= 2 - \log 5 = 1.31$
- ④  $pH + pOH = 14$   
 $pH = 14 - pOH$   
 $= 14 - 1.31$   
 $= 12.69$

7



**ภาคผนวก จ**

ภาพกิจกรรมการเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้าน



ภาพประกอบการสอนแบบห้องเรียนกลับด้าน



ภาพประกอบการทำกิจกรรมเพื่อฝึกทักษะกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา





ภาพประกอบการทำกิจกรรมเพื่อฝึกทักษะกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา



ภาพประกอบการทำกิจกรรมเพื่อฝึกทักษะกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา



ภาพประกอบการทำกิจกรรมการทดลอง



ภาพประกอบการทำกิจกรรมการทดลอง



ประวัติย่อผู้วิจัย

## ประวัติย่อผู้วิจัย

|                     |   |
|---------------------|---|
| ชื่อ - สกุล         | นางสาววรัทยา มณีรัตน์   |
| วันเดือนปีเกิด      | 12 พฤษภาคม 2535   |
| สถานที่เกิด         | จังหวัดจันทบุรี   |
| สถานที่อยู่ปัจจุบัน | 8 หมู่ 4 ตำบล เขabayศรี อำเภอ ท่าใหม่ จังหวัด จันทบุรี 22120                        |
| ประวัติการศึกษา     |   |
| พ.ศ. 2549           | มัธยมศึกษาตอนต้น<br>จาก โรงเรียนท่าใหม่ “พุลสวัสดิราษฎร์นุกูล” จังหวัด จันทบุรี     |
| พ.ศ. 2552           | มัธยมศึกษาตอนปลาย<br>จาก โรงเรียนเบญจมราชูทิศ จังหวัด จันทบุรี                      |
| พ.ศ. 2556           | ปริญญาตรี วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชา เคมี (วท.บ.)<br>จาก มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ |
| พ.ศ. 2560           | ปริญญาโท การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชา เคมี (กศ.ม.)<br>จาก มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ  |