



## การพัฒนابلปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

### Development of a Virtual Laboratory for Acid-base Solution for Mathayomsuksa I Students

สุรจิรา บุญเลิศ<sup>1)</sup> และ มะยุโซะ กุโน<sup>2)</sup>

Surujira Boonlert<sup>1)</sup> and Mayuso Kuno<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> สาขาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

Department of Chemistry, Faculty of Science, Srinakharinwirot University

<sup>2)</sup> ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สาขาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

Assistant Professor, Department of Chemistry, Faculty of Science, Srinakharinwirot University

#### บทคัดย่อ

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อพัฒนابلปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 กลุ่มเป้าหมาย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนอำนาจเจริญ ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556 จำนวน 42 คน ได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย บทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส ที่พัฒนาขึ้นด้วยโปรแกรม Yenka Science Chemistry ใบกิจกรรม และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยเนื้อหาในบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง ประกอบด้วยเนื้อหาการทดลอง 3 เรื่อง คือสมบัติของสารละลายกรดและสารละลายเบส การตรวจสอบความเป็นกรดและเบสของสารละลาย และ pH ของสารละลายกรดและเบส

#### ผลการวิจัย พบว่า

บทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่พัฒนาขึ้น มีประสิทธิภาพเท่ากับ 83.17/81.33 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนด

**คำสำคัญ :** บทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง ประสิทธิภาพ สารละลายกรดและเบส

#### Abstract

The purpose of experimental research was to develop a virtual laboratory for acid-base solution which meet the standard criterion at 80/80. The target group consisted of 42 Mathayomsuksa I Students in Amnatcharoen school, during the first semester, academic year 2013, selected by purposive sampling technique.

The instruments used in this research were virtual laboratory in acid-base solution developed by Yenka Science Chemistry program, worksheet and achievement test. The content of virtual laboratory in acid-base solution consists of three units including the property of acid-base solution, the investigation for acid-base solution and pH of acid-base solution.

#### The obtained results showed that

The efficiency of virtual laboratory in acid-base solution for Mathayomsuksa I Students was 83.17/81.33 which was higher than the standard criterion at 80/80

**Keywords :** Virtual Laboratory, efficiency, acid-base solution

### บทนำ

ปัจจุบันเทคโนโลยีมีความก้าวหน้าและมีการพัฒนาอย่างรวดเร็ว ทำให้เทคโนโลยีมีบทบาทแทบทุกด้าน โดยเฉพาะอย่างยิ่งด้านการศึกษา ซึ่งส่งผลทำให้ระบบการศึกษาในปัจจุบันได้รับการพัฒนาและเปลี่ยนแปลงตามการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีทำให้มีการนำสื่อที่ทันสมัยมาใช้ในการเรียนการสอนมากขึ้น ไม่ว่าจะเป็นการช่วยในการจัดการศึกษา และการนำอุปกรณ์ที่ทันสมัยมาใช้ในทดลองทางวิทยาศาสตร์และอื่น ๆ อีกมากมาย ซึ่งสอดคล้องกับ ภพ เลหาไพบูลย์ [7] ที่กล่าวว่า ควรนำเทคโนโลยีมาใช้ในการจัดการเรียนการสอน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดทักษะกระบวนการคิดที่เป็นระบบ เกิดความสนุกสนานและเกิดความสนใจที่อยากจะเรียนรู้มากยิ่งขึ้น การปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมที่สำคัญและ มีความจำเป็นอย่างมากในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ผู้สอนจึงควรนำเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ให้เหมาะสมกับธรรมชาติและความสามารถในการเรียนรู้ตามวุฒิภาวะของผู้เรียน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพให้กับกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะส่งผลต่อการเพิ่มพูนทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของผู้เรียน และได้รับความสนุกสนานบนพื้นฐานของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์อย่างเหมาะสมโดยผ่านการปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์

ในระบบการศึกษาเดิมนั้นโดยทั่วไปเป็นรูปแบบของการเรียนการสอนที่อยู่แต่ภายในห้องเรียน ครูจะเป็นคนคอยป้อนข้อมูลให้กับผู้เรียน และผู้เรียนจะเป็นเพียงผู้ที่คอยรับฟัง ซึ่งในการเรียนทางวิทยาศาสตร์ดังกล่าวเป็นรูปแบบที่ไม่เหมาะสม เนื่องจากการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ไม่สามารถที่จะศึกษาเพียงในตำราหรือเรียนในห้องเรียนเพียงอย่างเดียว เนื่องจากธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์ไม่สามารถท่องจำได้อย่างสาขาอื่น ๆ แต่ต้องอาศัยการทดลอง การสังเกต และการวิเคราะห์หาเหตุผล การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่ผ่านมา การจัดให้มีกิจกรรมการทดลองทางวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนส่วนใหญ่กระทำได้ยาก เพราะสภาพแวดล้อมและสถานที่ไม่เอื้ออำนวยต่อการทำการทดลอง รวมทั้งสารเคมีและอุปกรณ์ไม่เพียงพอเนื่องจากต้องมีค่าใช้จ่ายสำหรับสารเคมีและอุปกรณ์ที่นำมาใช้ในการทดลองมีมูลค่าค่อนข้างสูง ส่งผลให้การจัดกิจกรรมการทดลองนั้นไม่ใช่เรื่องง่าย ทำให้ครูจำเป็นต้องตัดการทดลองบางการทดลองออกไป แล้วเน้นเฉพาะการเรียนจากตำราเป็นหลัก นอกจากนี้ในการทำการทดลองบางเรื่องจำเป็นต้องเข้าใจการเปลี่ยนแปลงถึงระดับอนุภาค แต่การทำการทดลองจริงไม่สามารถทำได้ ในการจะมองเห็นการเปลี่ยนแปลงถึงระดับอนุภาคได้นั้นต้องนำเสนอสิ่งที่ไม่สามารถมองไม่เห็นด้วยตาเปล่าให้สามารถมองเห็นได้โดยการสร้างแบบจำลองการเปลี่ยนแปลงนั้นเพื่อสามารถอธิบายให้เห็นถึงการเปลี่ยนถึงระดับ

อะตอม หรือโมเลกุลได้ เป็นต้น ดังนั้นถ้าทำการทดลองด้วยปฏิบัติการทดลองเสมือนจริงจะทำให้ผู้เรียนสามารถสังเกตการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวได้ เนื่องจากการทดลองเสมือนจริงเป็นการจำลองให้เสมือนกับการทำการทดลองจริงและยังสามารถจำลองเพื่อให้เห็นการเปลี่ยนแปลงถึงระดับอนุภาค ได้ Herga. N. R. and Dinevski. D. [8] ได้กล่าวถึงข้อดีและข้อเสียการทดลองเสมือนจริง ข้อดี คือ ได้เรียนรู้เกี่ยวกับวิธีการทำงานทางวิทยาศาสตร์ ผลการทดลองที่ได้จะเหมือนเดิมเสมอ มีสารเคมีและอุปกรณ์การทดลองแทบทุกชนิดที่มีในห้องทดลองง่ายต่อการทำการทดลองที่มีอันตรายหรือการทำการทดลองที่มีเงื่อนไขเฉพาะเจาะจง และมีค่าใช้จ่ายต่ำ ข้อเสีย คือ ห่างไกลจากธรรมชาติและจากความเป็นจริง และห้องปฏิบัติการทดลองเสมือนจริงไม่สามารถแทนการปฏิบัติจริงได้ ซึ่งในบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริงยังมีรูปภาพ และสี ที่ดึงดูดความสนใจของผู้เรียน ผู้เรียนสามารถเรียนรู้เกี่ยวกับการทดลองทางวิทยาศาสตร์ด้วยตนเองได้ง่ายและสะดวกขึ้น ซึ่งในบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริงที่สร้างขึ้นด้วยโปรแกรม Yenka Science Chemistry เป็นการจำลองการทดลองเสมือนจริงในวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งสามารถแสดงผลการทดลองได้ทันที ผู้เรียนสามารถทำการทดลองได้ด้วยตนเองโดยผ่านทางเครื่องคอมพิวเตอร์ ผู้เรียนจะได้ฝึกทักษะจากการทดลองที่จำลองขึ้น อีกทั้งยังช่วยพัฒนาความรู้ การเรียนรู้และเสริมสร้างความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ให้กับผู้เรียน

การศึกษาของไทยตามหลักสูตรแกนกลาง การศึกษาขั้นพื้นฐาน [1] มีหลักการที่สำคัญ ในข้อที่ 4 ที่ว่า เป็นหลักสูตรการศึกษาที่มีโครงสร้างยืดหยุ่นทั้งด้านสาระการเรียนรู้ เวลา และการจัดการเรียนรู้ และในข้อที่ 6 ที่ว่า เป็นหลักสูตร การศึกษาสำหรับการศึกษาในระบบ นอกระบบ และตามอัธยาศัย ครอบคลุมทุกกลุ่มเป้าหมาย สามารถเทียบโอนผลการเรียนรู้และประสบการณ์ ทำให้เห็นว่าการจัดการศึกษาของไทยต้องมี

การปรับเปลี่ยนให้มีความเป็นสากลมากขึ้น เพื่อให้สอดคล้องตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษา ขั้นพื้นฐานที่ได้กล่าวมาโดยให้ทุกคนสามารถศึกษาได้ ในทุกสถานที่ทุกเวลา เนื่องจากการศึกษาในปัจจุบันพบว่ายังมีปัญหาต่าง ๆ เช่น การขาดแคลนครู ขาดอุปกรณ์ต่าง ๆ สถานที่จำกัดเฉพาะในห้องเรียน การเรียนรู้จำกัดเฉพาะครูกับนักเรียน การจัด ตารางเวลาในการจัดการเรียนการสอน สถานที่เรียน ไม่เพียงพอกับผู้ประสงค์จะเรียน สัดส่วนของครู และนักเรียนไม่เหมาะสม ฯลฯ [5] นอกจากนี้ผู้วิจัย ยังได้พบปัญหาอื่น ๆ อีกจากการสอบถามนักเรียน เช่น นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นบางส่วน ไม่ได้ทำการทดลอง หรือได้ทำการทดลอง เพียงบางกิจกรรมการทดลองเท่านั้น เนื่องจาก โรงเรียนมีงบประมาณน้อย และมีเวลาเรียน ที่จำกัด ทำให้นักเรียนไม่สามารถที่จะเข้าใจ ในเรื่องนั้นได้เท่าที่ควร ดังนั้นการจัดกิจกรรม การเรียนการสอน จึงมีเพียงการบรรยายของครู อย่างเดียว สื่อการเรียนรู้มีแต่ในหนังสือเรียน นักเรียนจึงไม่ค่อยสนใจในบทเรียน รู้สึกเบื่อหน่าย รู้สึกท้อแท้ในการเรียน ซึ่งจะส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนต่ำลง

ด้วยเหตุผลดังกล่าวผู้วิจัยจึงสนใจที่จะสร้าง บทเรียนที่เกี่ยวข้องกับการทดลองเพื่อจำลองการ ทดลองให้เป็นการทดลองเสมือนจริงโดยสร้างบท ปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรด และเบส ซึ่งสร้างขึ้นด้วยโปรแกรม Yenka Science Chemistry [4] เพื่อลดข้อจำกัดและปัญหาต่าง ๆ จากการทำปฏิบัติการทดลองจริงทางวิทยาศาสตร์ และเพื่อพัฒนาทางด้านความคิดสร้างสรรค์ ทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์

### คำถามการวิจัย

บทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่อง สารละลายกรดและเบส ที่พัฒนาขึ้นสำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดหรือไม่

## วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อพัฒนาบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80

## นิยามศัพท์เฉพาะ

1. บทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง หมายถึง บทปฏิบัติการทดลอง เรื่องสารละลายกรดและเบส ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น โดยเป็นบทปฏิบัติการทดลองที่ไม่มีโครงร่างทางกายภาพ แต่มีสภาพแวดล้อมที่จำเป็นและมีคุณภาพเช่นเดียวกับห้องเรียนหรือห้องปฏิบัติการทดลองจริงทุกประการ สามารถทำการทดลองได้ทุกที่ทุกเวลาและสามารถทราบผลได้ทันที
2. ประสิทธิภาพของบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง หมายถึง ผลที่ได้รับจากการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส วิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ซึ่งเป็นการประเมินผลพฤติกรรมของผู้เรียน 2 ประเภท คือ พฤติกรรมต่อเนื่องหรือกระบวนการ และพฤติกรรมขั้นสุดท้ายหรือผลลัพธ์ ซึ่งในการวิจัยนี้หาประสิทธิภาพของบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส จากเกณฑ์ประสิทธิภาพ E1/E2 โดยผู้วิจัยตั้งค่าเป้าหมาย E1/E2 เท่ากับ 80/80 โดย E1 หมายถึง ค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยที่เกิดจากการทำกิจกรรมระหว่างเรียนจากบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริงของนักเรียน และ E2 หมายถึง ค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยที่เกิดจากการทำแบบทดสอบหลังการเรียนของนักเรียน

## วิธีดำเนินการวิจัย

1. กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัย  
กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ได้แก่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนอานาจารเจริญภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556 จำนวน 1 ห้องเรียน ซึ่งมีนักเรียน 42 คน โดยได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

## 2. ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรอิสระ ได้แก่ บทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส

ตัวแปรตาม ได้แก่ คะแนนจากการทำใบกิจกรรมระหว่างเรียน และคะแนนจากการทำแบบทดสอบหลังการเรียนด้วยบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง

## 3. เครื่องมือที่ใช้ในการทำวิจัย

3.1 บทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส คือ การจำลองการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส ไว้ในเครื่องคอมพิวเตอร์ ในลักษณะของโปรแกรมการทดลอง โดยนักเรียนจะทำการทดลองผ่านเครื่องคอมพิวเตอร์ ด้วยโปรแกรม Yenka Science Chemistry นักเรียนจะต้องควบคุมการทำปฏิบัติการด้วยตนเอง โดยการนำเมาส์ไปคลิก เครื่องมือ สารเคมี หรืออุปกรณ์ต่างๆ ที่ปรากฏบนหน้าจอคอมพิวเตอร์ตามคำอธิบายที่มีให้ นอกจากนี้ยังสามารถทราบผลการทดลองได้ทันที บทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริงผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด 3 ท่าน และนำมาคำนวณหาดัชนี ความสอดคล้อง (Index of Congruence: IOC) ก่อนที่จะนำไปทดลอง ซึ่งแสดงตัวอย่างบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง ดังภาพเรื่องสมบัติของสารละลายกรดและเบส

3.2 ใบกิจกรรม เรื่องสารละลายกรดและเบส ประกอบด้วย จุดประสงค์การเรียนรู้ ขั้นตอนการทดลอง ตารางบันทึกผลการทดลอง คำถามท้ายการทดลอง และสรุปผลการทดลอง

3.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องสารละลายกรดและเบส จำนวนทั้งหมด 30 ข้อ เป็นแบบเลือกตอบ (Multiple choice) ชนิด 4 ตัวเลือก

## 4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ทำการทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพของบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส ดังนี้



การทดลองครั้งที่ 1 นำบทปฏิบัติการ  
การทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรด และ  
เบส ที่ผ่านการตรวจสอบและปรับปรุงแก้ไขจาก  
ผู้เชี่ยวชาญแล้ว ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้น  
มัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 3 คน  
โดยกำหนดให้นักเรียน 1 คน ต่อ คอมพิวเตอร์  
1 เครื่อง โดยผู้วิจัยใช้วิธีการสังเกตพฤติกรรมใน  
ระหว่างเรียน การซักถามปัญหา และสอบถาม  
นักเรียนแล้วจดบันทึกปัญหาและข้อเสนอแนะต่าง ๆ  
ที่นักเรียนไม่เข้าใจ เพื่อนำผลการทดลองมาปรับปรุง  
และแก้ไขบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง ให้มี  
คุณภาพมากที่สุด

การทดลองครั้งที่ 2 นำบทปฏิบัติการทดลอง  
เสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส ที่ได้รับ  
การปรับปรุงในครั้งที่ 1 ไปทดลองใช้กับนักเรียน  
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน  
9 คน โดย ให้นักเรียน 1 คน ต่อคอมพิวเตอร์ 1 เครื่อง  
ซึ่งผู้เรียนจะต้องทำใบกิจกรรมระหว่างเรียนหลังจาก  
เรียนจบเนื้อหาในแต่ละตอน และเมื่อเรียนจบครบ  
ทุกตอนแล้วผู้เรียนจะต้องทำแบบทดสอบ  
วัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียน จากนั้นนำผลคะแนนที่ได้  
จากการทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียนและแบบทดสอบ  
วัดผลสัมฤทธิ์ หลังเรียนที่ได้ไปวิเคราะห์หาแนวโน้ม

ประสิทธิภาพของบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง  
เรื่องสารละลายกรดและเบส พร้อมกันนี้ผู้วิจัย  
ได้สังเกตและเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาและ  
ข้อบกพร่องต่าง ๆ ในการเรียนด้วยห้องปฏิบัติการ  
ทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส  
เพื่อนำมาปรับปรุงและแก้ไขให้มีความเหมาะสม  
มากยิ่งขึ้น

การทดลองครั้งที่ 3 นำบทปฏิบัติการทดลอง  
เสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส ที่ได้รับ  
การปรับปรุงในครั้งที่ 2 ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้น  
มัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน  
โดยให้นักเรียน 1 คน ต่อคอมพิวเตอร์ 1 เครื่อง เพื่อหา  
ประสิทธิภาพของบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง  
เรื่องสารละลายกรดและเบส ตามเกณฑ์ที่กำหนด  
ไว้คือ 80/80 ซึ่งผู้เรียนจะต้องทำใบกิจกรรมระหว่าง  
เรียนหลังจากเรียนจบเนื้อหาในแต่ละตอนและ  
เมื่อเรียนจบทุกตอนแล้วผู้เรียนทุกคนจะต้องทำ  
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียน จากนั้นนำผล  
คะแนนที่ได้จากการทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียนและ  
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียนที่ได้ไปวิเคราะห์  
หาประสิทธิภาพของบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง  
เรื่องสารละลายกรดและเบส

## ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส มีดังนี้

1.1 ผลการทดลองครั้งที่ 1 นำบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบสที่ผ่านการตรวจสอบและปรับปรุงแก้ไขจากผู้เชี่ยวชาญแล้ว ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ไม่ใช้กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 3 คน โดยกำหนดให้นักเรียน 1 คน ต่อ คอมพิวเตอร์ 1 เครื่อง โดยใช้วิธีการสังเกตพฤติกรรมในระหว่างเรียน การซักถามปัญหาและสอบถามนักเรียนแล้วจดบันทึกปัญหาและข้อเสนอแนะต่าง ๆ ที่นักเรียนไม่เข้าใจแล้วนำข้อบกพร่องต่าง ๆ ที่ได้มาปรับปรุงแก้ไขให้เหมาะสมตามข้อเสนอแนะดังนี้

2) ตรวจสอบและแก้ไขสีตัวอักษรและพื้นหลังของตัวอักษรให้เหมาะสมเพื่อให้เห็นชัดเจนขึ้น

2) ตรวจสอบและแก้ไขโดยการปรับขนาดของตัวอักษรโดยเพิ่มขนาดตัวอักษรที่มีขนาดเล็กและลดขนาดตัวอักษรที่มีขนาดใหญ่ให้ดูเหมาะสม

3) จัดวางภาพให้อยู่ในกรอบของจอคอมพิวเตอร์

หลังจากปรับปรุงแก้ไขเรียบร้อยแล้ว จึงนำบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส ไปดำเนินการในการทดลองครั้งที่ 2 ต่อไป

1.2 ผลการทดลองครั้งที่ 2 การวิเคราะห์หาแนวโน้มประสิทธิภาพของบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส ซึ่งแสดงผลดังตาราง 1 ดังนี้

ตาราง 1 การวิเคราะห์หาแนวโน้มประสิทธิภาพของบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส

| N | ใบกิจกรรม |           |      | แบบทดสอบ  |           |      | ประสิทธิภาพ<br>$E_1/E_2$ |
|---|-----------|-----------|------|-----------|-----------|------|--------------------------|
|   | คะแนนเต็ม | $\bar{X}$ | S.D. | คะแนนเต็ม | $\bar{X}$ | S.D. |                          |
| 9 | 30        | 24.5      | 1.21 | 30        | 24.22     | 1.73 | 81.66/<br>80.74          |

จากตาราง 1 ผลจากการทำใบกิจกรรมระหว่างเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างได้ค่าเฉลี่ยของคะแนนเท่ากับ 24.5 และผลจากการทำแบบทดสอบหลังเรียนได้ค่าเฉลี่ยของคะแนนเท่ากับ 24.22 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่าบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส มีค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยจากการทำใบกิจกรรมระหว่างเรียนเท่ากับ 81.66 และมีค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบหลังการเรียนเท่ากับ 80.74 ดังนั้นสรุปได้ว่า ประสิทธิภาพ  $E_1/E_2$  เท่ากับ 81.66/80.74 แสดงให้เห็นว่าแนวโน้มประสิทธิภาพของบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ 80/80 และผู้วิจัยตรวจสอบและปรับปรุงแก้ไขบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส โดยเพิ่มเติมข้อความได้ภาพในบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริงให้ชัดเจนขึ้น จากนั้นจึงนำบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบสไปใช้ทดลองในครั้งที่ 3 ต่อไป

### 1.3 ผลการทดลองครั้งที่ 3

การหาประสิทธิภาพของบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส ซึ่งแสดงผลดังตาราง 2 ดังนี้



**ตาราง 2** การหาประสิทธิภาพของบทปฏิบัติการ  
ทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส

| N  | ใบกิจกรรม     |           |      | แบบทดสอบ      |           |      | ประสิทธิภาพ<br>$E_1/E_2$ |
|----|---------------|-----------|------|---------------|-----------|------|--------------------------|
|    | คะแนน<br>เต็ม | $\bar{X}$ | S.D. | คะแนน<br>เต็ม | $\bar{X}$ | S.D. |                          |
| 30 | 30            | 24.95     | 2.60 | 30            | 24.40     | 1.92 | 83.17/<br>81.33          |

จากตาราง 2 ผลจากการทำใบกิจกรรมระหว่างเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างได้ค่าเฉลี่ยของคะแนนเท่ากับ 24.95 และผลจากการทำแบบทดสอบหลังเรียนได้ค่าเฉลี่ยของคะแนนเท่ากับ 24.40 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่าบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส มีค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยจากการทำใบกิจกรรมระหว่างเรียนเท่ากับ 83.17 และมีค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบหลังการเรียนเท่ากับ 81.33 ดังนั้นสรุปได้ว่า ประสิทธิภาพ  $E_1/E_2$  เท่ากับ 83.17/81.33 แสดงให้เห็นว่าบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ 80/80

### สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

จากการวิจัยเพื่อหาประสิทธิภาพของบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สรุปผลว่า ประสิทธิภาพของบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส มีค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยที่เกิดจากการทำกิจกรรมระหว่างเรียนด้วยบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริงของนักเรียน ( $E_1$ ) เท่ากับ 83.17 ค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยที่เกิดจากการทำแบบทดสอบหลังการเรียนของนักเรียน ( $E_2$ ) เท่ากับ 81.33 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้ซึ่งสามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

1. บทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส มีประสิทธิภาพเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 เนื่องจาก ผู้วิจัยได้ดำเนิน

การตามขั้นตอนการวิจัยและพัฒนาบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริงอย่างเป็นระบบ โดยมีการกำหนดจุดมุ่งหมายในการพัฒนาบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง วิเคราะห์เนื้อหาสาระการเรียนรู้ ศึกษารายละเอียด หลักการ และวิธีการเกี่ยวกับโปรแกรมวางแผนและดำเนินการสร้างบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส โดยมีการปรึกษาและตรวจสอบแก้ไขจากอาจารย์ที่ปรึกษารวมทั้งผ่านการประเมินและปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหาและด้านสื่อเทคโนโลยีการศึกษา อีกทั้งยังนำบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส ไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อหาข้อบกพร่องต่าง ๆ นำมาปรับปรุงแก้ไขเพื่อวิเคราะห์หาแนวโน้มประสิทธิภาพ และเพื่อหาประสิทธิภาพของบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส ผลปรากฏว่า ประสิทธิภาพของบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 ทำให้บทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ก่อนนำไปใช้ในการทดลองกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งผลการวิจัยครั้งนี้สอดคล้องกับการวิจัยของ พงพันธ์ สุวัชรพงษ์ [6] ที่ได้พัฒนาสื่อการเรียนอิเล็กทรอนิกส์ วิชาภาษาอังกฤษในรูปแบบห้องเรียนเสมือนจริง โดยสื่อการเรียนอิเล็กทรอนิกส์ได้ดำเนินการตามขั้นตอนการวิจัยและพัฒนา และผ่านตรวจสอบเครื่องมือโดยผู้เชี่ยวชาญ ผลการวิจัยพบว่า สื่อการเรียนอิเล็กทรอนิกส์วิชาภาษาอังกฤษในรูปแบบห้องเรียนเสมือนจริงที่พัฒนาขึ้นสามารถช่วยให้นักศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น และสื่อการเรียนอิเล็กทรอนิกส์ ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 83/85 สูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนด และการวิจัยของ ชัยวัฒน์ เชื้อมั่ง และวัลลภ คงนะ [3] ได้ทำการศึกษาการพัฒนาสื่อการสอนห้องปฏิบัติการเคมีเสมือนใช้ในระบบ E-Learning เป็นการ

จำลองห้องปฏิบัติการเคมีในคอมพิวเตอร์หรือผ่านทางอินเทอร์เน็ตไปยังผู้เรียน ผู้วิจัยได้ใช้โปรแกรม Virtual Chemistry Laboratory สร้างบทปฏิบัติการทดลองเคมี ซึ่งคล้ายกับการปฏิบัติการทดลองในห้องปฏิบัติการเคมีจริง ผู้วิจัยได้ใช้สื่อการสอนห้องปฏิบัติการเคมีเสมือนและใช้โปรแกรม Moodle ช่วยในการจัดการระบบเป็น e-learning เมื่อนำไปใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่านักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนเพิ่มขึ้น และสื่อการสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ เท่ากับ 83.48/87.56 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้

2. ใน การเรียนด้วยบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส นักเรียนจะได้ศึกษาและทำใบกิจกรรมไปพร้อม ๆ กับการใช้บทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส ซึ่งในใบกิจกรรมมีการแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ให้นักเรียนทราบก่อน และนักเรียนต้องศึกษาขั้นตอนการทดลองจากใบกิจกรรมแล้วทำการทดลองในบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส ตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ แล้วบันทึกผลการทดลองที่ได้ลงในตารางบันทึกผลการทดลองในใบกิจกรรม ซึ่งทำให้นักเรียนได้ฝึกทำการทดลองด้วยตนเอง และยังได้ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อีกด้วย จึงทำให้นักเรียนเกิดทักษะการคิด เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง และทำให้เกิดความเข้าใจเพิ่มขึ้น รวมทั้งผู้วิจัยจะเข้าไปให้ความช่วยเหลือนักเรียนเมื่อมีข้อสงสัยหรือไม่เข้าใจ ส่งผลให้ค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยที่เกิดจากการทำกิจกรรมระหว่างเรียนของนักเรียนเท่ากับ 83.17 และค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยที่เกิดจากการทำแบบทดสอบหลังการเรียนของนักเรียนเท่ากับ 81.33 ซึ่งสูงกว่าร้อยละ 80 ที่กำหนดไว้

3. จากการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส ประกอบไปด้วยข้อความ และภาพกราฟิก

อีกทั้งรูปแบบบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส มีการออกแบบให้เสมือนห้องปฏิบัติการทดลอง ซึ่งนักเรียนที่ได้เรียนด้วยบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส จะเกิดการจินตนาการและความรู้สึกเสมือนว่านักเรียนได้ทำการทดลองในห้องปฏิบัติการทดลอง ซึ่งสอดคล้องกับ กิดานันท์ มลิทอง [2] ที่กล่าวว่าในวงการศึกษากการสร้างจินตนาการเป็นวิธีการในการเสนอข้อมูลและโน้ตศน์แก่ผู้เรียนเพื่อช่วยให้เกิดความเข้าใจและการปรับตัวให้เข้ากับสังคม จึงมีการใช้สื่อประกอบการสอน ทำให้มีการนำเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนมาใช้เพิ่มพูนประสบการณ์แก่ผู้เรียนได้เป็นอย่างดี และความเป็นจริงเสมือนเป็นกลุ่มเทคโนโลยีเชิงโต้ตอบที่ผลักดันให้ผู้เกิดความรู้สึกของการเข้าร่วมอยู่ภายในสิ่งแวดล้อมที่ไม่ได้มีอยู่จริงที่สร้างขึ้นด้วยคอมพิวเตอร์

## ข้อเสนอแนะ

### ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1. ในการพัฒนาบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง ผู้วิจัยควรศึกษาเนื้อหาที่จะนำมาสร้างเป็นบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริงให้เข้าใจเป็นอย่างดี เพื่อให้เนื้อหาแต่ละเรื่องสอดคล้องกับบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง รวมทั้งศึกษารายละเอียด หลักการ ทฤษฎี และวิธีการสร้างเกี่ยวกับโปรแกรมนั้น ๆ อย่างละเอียด เพื่อจะได้บทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริงที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

2. ก่อนเริ่มการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง ควรตรวจสอบห้อง และเครื่องคอมพิวเตอร์ว่าพร้อมสำหรับการใช้งานหรือไม่ เพื่อจะได้ไม่มีปัญหาระหว่างการจัดการเรียนรู้ รวมทั้งอธิบายการใช้งานบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริงให้กับนักเรียนอย่างละเอียด และศึกษารายละเอียดต่าง ๆ ในบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริงมาเป็นอย่างดี เพื่อสามารถอธิบายให้กับนักเรียนได้อย่างถูกต้อง