

การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส



เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาเคมี
พฤศจิกายน 2556

การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส



เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาเคมี
พฤศจิกายน 2556
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

สุรจิรา บุญเลิศ. (2556). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง
เรื่องสารละลายกรดและเบส. ปรินญาณินพนธ์ กศ.ม.(เคมี). กรุงเทพฯ:
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. คณะกรรมการควบคุม:
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มะยูโซ๊ะ กุโน

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง โดยมีวัตถุประสงค์การวิจัย คือ 1. เพื่อพัฒนาและหา
ประสิทธิภาพของบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส ให้มีประสิทธิภาพ 80/80
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระหว่างก่อนกับหลังการ
จัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส 3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจ
ของนักเรียนที่มีต่อบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส ซึ่งกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการ
วิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556 โรงเรียนอำนาจเจริญ ที่ได้จากการ
เลือกแบบเจาะจง โดยหาประสิทธิภาพของบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส ที่
พัฒนาขึ้นจากนักเรียนจำนวน 30 คน และนำบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส
ที่ได้ไปใช้ในการจัดการเรียนรู้กับนักเรียนจำนวน 40 คน เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึง
พอใจของนักเรียน โดยใช้แบบแผนการวิจัยแบบ one group pretest - posttest design เครื่องมือที่ใช้ใน
การวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย บทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส ซึ่งพัฒนาด้วย
โปรแกรม yenka science (chemistry) แผนการจัดการเรียนรู้ ใบกิจกรรม แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการ
เรียน และแบบสอบถามความพึงพอใจ ในการคำนวณหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 โดยใช้สูตร E_1/E_2
และสถิติที่ใช้ตรวจสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจ คือ สถิติ t – test for dependent sample
ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิจัยพบว่า

1. บทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส มีประสิทธิภาพเท่ากับ 83.17/81.33 ซึ่งเป็นไปตามประสิทธิภาพ 80/80 ที่กำหนดไว้
2. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
3. นักเรียนมีความพึงพอใจมากต่อบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส ($\bar{X} = 4.24, S.D. = 0.83$)

THE STUDY OF LEARNING ACHIEVEMENT AND SATISFACTION FOR
MATHAYOMSUKSA I STUDENTS USING VIRTUAL LABORATORY
FOR ACID-BASE SOLUTION



Presented in partial fulfillment of the requirement for the
Master of Education (M.Ed.) Degree in Chemistry
at Srinakharinwirot University

November 2013

Surujira Boonlert. (2013). *The Study of Learning Achievement and Satisfaction for Mathayomsuksa I Students Using Virtual Laboratory for Acid-Base Solution*. Master thesis, M.Ed. (Chemistry). Bangkok: Graduate School, Srinakharinwirot University. Advisor Committee: Asst. Prof. Mayuso Guno.

This research was experimental research. The purposes of this research were: 1. to develop and find the efficiency of virtual laboratory for acid-base solution to meet an 80/80 efficiency criterion, 2. to compare a learning achievement before and after using virtual laboratory for acid-base solution for Mathayomsuksa I students, 3. to study the satisfaction of students with learning through on virtual laboratory for acid-base solution. The samples were Mathayomsuksa I students in the 1st semester, academic year 2013 at Amnatcharoen school. They were acquired by purposive sampling. Find the efficiency of virtual laboratory for acid-base solution was used 30 students. Subsequently, the study of learning achievement and satisfaction of virtual laboratory for acid-base solution were used 40 students in learning management. The experimental design is one group pretest – posttest design. The instruments used in this research were virtual laboratory for acid-base solution developed by using yenka science (chemistry) program, lesson plans, worksheet, achievement test, and satisfaction questionnaire. Calculated for finding percentage according to the standard criteria 80/80 by using E_1/E_2 formula. The statistical tests employed to verify learner achievement and satisfaction were t-test for dependent sample, mean and standard deviation.

The obtained results show that:

1. The efficiency of Virtual Laboratory for acid-base solution was 83.17/81.33 which meet an 80/80 efficiency criterion.
2. The average posttest learner achievement scores higher than the average pretest score are statistically significant at .05.
3. Satisfaction of student after using Virtual Laboratory for acid-base solution was at high level ($\bar{X} = 4.24$, $S.D. = 0.83$)

ปริญญาบัตร
เรื่อง

การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส
ของ

สุรจิรา บุญเลิศ

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาเคมี
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย สันติวัฒน์กุล)
วันที่ เดือน พ.ศ. 25.....

อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาบัตร

คณะกรรมการสอบปากเปล่า

.....ที่ปรึกษา

..... ประธาน

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มะยุไช้ะ กุโน)

(รองศาสตราจารย์ ดร.พรรณี ลีกิจวัฒน์)

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มะยุไช้ะ กุโน)

..... กรรมการ

(ดร.ปิยะดา จิตรตั้งประเสริฐ)

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี เนื่องจากผู้วิจัยได้รับความกรุณาอย่างยิ่งจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มะยุโษะ ภูโน ประธานกรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์ ที่ท่านได้เสียสละเวลาอันมีค่าเพื่อให้คำปรึกษาและแนะนำในการจัดทำงานวิจัย ตลอดจนพิจารณาตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ด้วยความเอาใจใส่อย่างดียิ่ง อีกทั้งยังทำให้ผู้วิจัยได้มีประสบการณ์ในการทำวิจัยเชิงทดลอง และรู้ถึงคุณค่าและประโยชน์ของการทำวิจัย จึงขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้ และขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.พรรณี ลีกิจวัฒน์ และ ดร.ปิยะดา จิตรตั้งประเสริฐ ซึ่งเป็นกรรมการสอบปริญญานิพนธ์ที่แต่งตั้งเพิ่มเติม ที่ได้ให้ข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการปรับปรุงปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญทุกท่าน ได้แก่ ดร.วันเพ็ญ ประทุมทอง อาจารย์ก้องเกียรติ หิรัญเกิด นางสุพัตรา เพือกสูงเนิน นางรัชณี ชูมาก และนายสมใจ หมายมั่น ที่กรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบและประเมินเครื่องมือที่ใช้ในการทดลองและเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล ตลอดจนให้ข้อเสนอแนะต่างๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อการวิจัยครั้งนี้

ขอกราบขอบพระคุณ ครู อาจารย์ ทุกท่านตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน ที่ให้คำปรึกษาในการทำวิจัย และอบรมสั่งสอนประสิทธิภาพวิชาความรู้ ปลูกฝังคุณธรรมจริยธรรมอันดีงามแก่ผู้วิจัย ซึ่งทำให้ผู้วิจัยทราบว่าการศึกษาของผู้วิจัยยังไม่สิ้นสุดเพียงเท่านั้น แต่เป็นการจุดประกายให้ผู้วิจัยนำเอาความรู้ที่ได้รับไปพัฒนาการศึกษาให้เกิดประสิทธิผลสูงสุดต่อไป

ขอขอบพระคุณ ผู้บริหาร คณะครู ที่อนุญาตให้ดำเนินการทดลองและให้ความอนุเคราะห์ และขอขอบคุณนักเรียนโรงเรียนอำนาจเจริญที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีในการดำเนินการทดลอง และขอขอบคุณ บริษัท เอเชียน ไอ.ที.จำกัด ที่ให้ความอนุเคราะห์คู่มือโปรแกรม Yenka Science (Chemistry) เพื่อนำไปศึกษาและสร้างบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริงในการวิจัยนี้

ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ที่ส่งเสริมและให้การสนับสนุนในทุกๆ เรื่อง และอบรมเลี้ยงดูด้วยความรักความเอาใจใส่ รวมทั้งคอยเป็นกำลังใจให้ตลอดมา

สุรจิรา บุญเลิศ

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ	1
ภูมิหลัง.....	1
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	4
ความสำคัญของการวิจัย.....	4
ขอบเขตการวิจัย.....	4
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	6
กรอบแนวคิดในงานวิจัย.....	7
สมมติฐานของการวิจัย.....	8
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	9
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับโครงสร้างหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์.....	9
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง.....	12
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	21
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจ.....	28
เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในประเทศและต่างประเทศ.....	31
3 วิธีดำเนินการวิจัย	36
การกำหนดประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง.....	36
การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	36
การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	51
การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล.....	53
4. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	57
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	57
การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	57
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	58

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
5. สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	62
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	62
สมมติฐานของการวิจัย.....	63
การดำเนินการทดลอง.....	63
สรุปผลการวิจัย.....	64
อภิปรายผลการศึกษา.....	64
ข้อเสนอแนะ.....	66
บรรณานุกรม.....	68
ภาคผนวก.....	75
ภาคผนวก ก.....	76
ภาคผนวก ข.....	78
ภาคผนวก ค.....	86
ภาคผนวก ง.....	93
ประวัติย่อผู้วิจัย.....	127

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 หน่วยการเรียนรู้รายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์.....	10
2 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง เรื่องสารละลายกรดและเบส.....	11
3 ข้อดีและข้อเสียของการทดลองแบบปกติ.....	19
4 ข้อดีและข้อเสียของการทดลองเสมือนจริง.....	20
5 แบบแผนการทดลอง One – Group Pretest – Posttest Design	44
6 การวิเคราะห์หาแนวโน้มประสิทธิภาพของบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส.....	51
7 การหาประสิทธิภาพของบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส.....	58
8 การเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน ด้วยบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส.....	59
9 ผลการประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ด้วย บทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส.....	60
10 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส.....	79
11 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง สารละลายกรดและเบส.....	81
12 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของใบกิจกรรม เรื่องสารละลายกรดและเบส.....	82
13 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน เรื่องสารละลายกรดและเบส.....	83
14 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อ บทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส.....	85
15 ค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	87
16 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส.....	88
17 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยบทปฏิบัติการ ทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส.....	90

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 กรอบแนวคิดงานวิจัย.....	7
2 ขั้นตอนการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้.....	37
3 ขั้นตอนการสร้างใบกิจกรรม.....	39
4 ขั้นตอนการสร้างบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง.....	41
5 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	46
6 ขั้นตอนการสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจ.....	49



บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญโดยเฉพาะอย่างยิ่งทางด้านสังคมทั้งโลกปัจจุบันและโลกอนาคต เนื่องจากวิวัฒนาการของวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับชีวิตของทุกคน ทั้งในการดำรงชีวิตประจำวันและในการทำงานเพื่อความอยู่รอดของสังคมส่วนรวม นอกจากนี้เครื่องมือเครื่องใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตประจำวันและการทำงาน ล้วนเป็นผลมาจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์และศาสตร์อื่นๆ ความรู้วิทยาศาสตร์ช่วยให้เกิดองค์ความรู้และความเข้าใจในปรากฏการณ์ธรรมชาติมากมาย มีผลให้เกิดการพัฒนาทางเทคโนโลยีอย่างมาก ในทางกลับกันเทคโนโลยีก็มีส่วนสำคัญ ที่จะช่วยให้มีการศึกษาค้นคว้าความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต่อไปอย่างไม่หยุดยั้ง (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท). 2546: 1) นอกจากนี้วิทยาศาสตร์ทำให้คนได้พัฒนาวิธีการคิด ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล การคิดอย่างสร้างสรรค์ การคิดวิเคราะห์วิจารณ์ มีทักษะที่สำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ ช่วยให้สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลาย และตรวจสอบได้ วิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ ซึ่งเป็นสังคมแห่งความรู้ ทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์เพื่อที่จะมีความรู้ความเข้าใจในโลก ธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างสรรค์ขึ้น ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไม่เพียงแต่นำมาใช้ในการพัฒนาคุณภาพชีวิตของตนเอง แต่ยังช่วยให้คนมีความรู้ ความเข้าใจที่ถูกต้อง เกี่ยวกับการใช้ประโยชน์ การดูแลรักษา ตลอดจนการพัฒนาชุมชน สังคม สิ่งแวดล้อม และทรัพยากรธรรมชาติให้เป็นไปอย่างสมดุลและยั่งยืน ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ยังช่วยเพิ่มขีดความสามารถในการพัฒนาเศรษฐกิจ ทำให้สามารถแข่งขันกับนานาประเทศได้ ซึ่งจะส่งผลทำให้การดำเนินชีวิตอยู่ร่วมกันในสังคมได้อย่างมีความสุข (กรมวิชาการ. 2546: 1)

ปัจจุบันเทคโนโลยีมีความก้าวหน้าและมีการพัฒนาอย่างรวดเร็ว ซึ่งสามารถพิจารณาจากการพัฒนาคอมพิวเตอร์ ไม่ว่าจะเป็นด้านสมรรถนะของซีพียู รวมทั้งประสิทธิภาพของอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ ทำให้เทคโนโลยีมีบทบาทแทบทุกด้าน โดยเฉพาะอย่างยิ่งด้านการศึกษา ซึ่งส่งผลทำให้ระบบการศึกษาในปัจจุบันได้รับการพัฒนาและเปลี่ยนแปลงตามการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีทำให้มีการนำสื่อที่ทันสมัยมาใช้ในการเรียนการสอนมากขึ้น ไม่ว่าจะเป็นการช่วยในการจัดการศึกษา และการนำอุปกรณ์ที่ทันสมัยมาใช้ในทดลองทางวิทยาศาสตร์และอื่นๆ อีกมากมาย ซึ่งสอดคล้องกับ ภพ เลหาไพบูลย์ (2537: 38) ที่กล่าวว่า ควรนำเทคโนโลยีมาใช้ในการจัดการ การเรียนการสอน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดทักษะกระบวนการคิดที่เป็นระบบ เกิดความสนุกสนาน และเกิดความสนใจที่อยากจะเรียนรู้มากยิ่งขึ้น การปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมที่สำคัญและมีความจำเป็นอย่างมากในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ผู้สอนจึงควรนำเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้ในการจัดการกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ให้เหมาะสมกับธรรมชาติและความสามารถในการเรียนรู้ตามวุฒิภาวะ

ของผู้เรียน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพให้กับกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะส่งผลต่อการเพิ่มพูนทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของผู้เรียน และได้รับความสนุกสนานบนพื้นฐานของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์อย่างเหมาะสมโดยผ่านการปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์

ปัจจุบันการศึกษามีความสำคัญต่อมนุษย์อย่างมาก เนื่องจากการให้การศึกษาที่ดีสามารถผลิตบุคลากรที่มีความสามารถต่อองค์กร และต่อประเทศชาติ ดังนั้นจึงปฏิเสธไม่ได้ว่าการให้การศึกษาที่ดีนั้นย่อมทำให้ผู้ที่มีการศึกษามีชีวิตที่ดีขึ้นไม่เฉพาะต่อตนเองแต่ส่งผลดีต่อความเป็นอยู่โดยรวมของสังคมอย่างแน่นอน ระบบการศึกษาและการเรียนรู้ได้รับการพัฒนาและเปลี่ยนแปลงตามการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยี เนื่องจากในขณะนี้โลกทุกวันนี้มีการเปลี่ยนแปลงอย่างก้าวกระโดดก็ไม่สามารถหลีกเลี่ยงกฎเกณฑ์เหล่านี้ได้ ซึ่งการศึกษาทางในวิชาวิทยาศาสตร์โดยทั่วไปจะเน้นการทดสอบและทดลองเป็นหลักเพื่อหาเหตุและผลของสูตรหรือทฤษฎีนั้นๆ ว่าเกิดขึ้นได้อย่างไร และเกิดผลตอบสนองแบบไหนในระบบการศึกษาเดิมนั้นโดยทั่วไปจะเป็นในรูปแบบของการเรียนการสอนที่อยู่แต่ภายในห้องเรียน ครูจะเป็นคนคอยป้อนข้อมูลให้กับผู้เรียน และผู้เรียนจะเป็นเพียงผู้ที่คอยรับฟัง ซึ่งในการเรียนทางวิทยาศาสตร์รูปแบบดังกล่าวเป็นสิ่งที่ไม่เหมาะสมเนื่องจากการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ไม่สามารถที่จะศึกษาเพียงในตำราหรือเรียนในห้องเรียนอย่างเดียว เนื่องจากธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์ไม่สามารถท่องจำได้อย่างสาขาอื่นๆ แต่ต้องอาศัยการทดลอง การสังเกตและการวิเคราะห์หาเหตุผล โดยการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่ผ่านมาเน้นการที่จะจัดให้มีกิจกรรมการทดลองทางวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนส่วนใหญ่กระทำได้อย่างยาก เพราะสภาพแวดล้อม สถานที่ไม่เอื้ออำนวยต่อการทำการทดลอง สารเคมีและอุปกรณ์ไม่เพียงพอเนื่องจากต้องมีค่าใช้จ่ายสำหรับสารเคมีและอุปกรณ์ที่นำมาทดลองค่อนข้างสูง และการจัดกิจกรรมการทดลองการทดลองนั้นไม่ใช่เรื่องง่าย ซึ่งส่งผลให้ครูจำเป็นต้องตัดการทดลองบางอย่างออกไป เน้นเรียนจากตำราเป็นหลัก นอกจากนี้ในการทำการทดลองบางเรื่องอาจจำเป็นต้องเห็นถึงระดับอนุภาค ซึ่งในการทำการทดลองจริงอาจไม่สามารถเห็นลึกซึ่งถึงรายละเอียดโดยรวมทั้งหมด คือ ไม่สามารถเห็นถึงระดับอนุภาค (Sub - Microscopic Level) ในการจะมองเห็นถึงระดับอนุภาคได้สิ่งนั้นต้องสามารถนำเสนอสิ่งที่มองไม่เห็นให้สามารถมองเห็นได้ เช่น การสร้างแบบจำลองเพื่ออธิบายให้เห็นการเปลี่ยนถึงระดับอะตอม หรือโมเลกุล เป็นต้น แต่การทดลองจริงไม่สามารถมองเห็นการเปลี่ยนแปลงในระดับอะตอมหรือโมเลกุลได้ ซึ่งในการทดลองเสมือนจริงสามารถทำได้ เนื่องจากการทดลองเสมือนจริงเป็นการจำลองให้เสมือนกับการทำการทดลองจริงและมีการจำลองเพื่ออธิบายให้เห็นการเปลี่ยนแปลงถึงระดับอะตอม ทำให้สามารถที่จะมองเห็นในระดับอนุภาคได้

การศึกษาของไทยตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551: 4) มีหลักการที่สำคัญในข้อที่ 4 ที่ว่า เป็นหลักสูตรการศึกษาที่มีโครงสร้างยืดหยุ่นทั้งด้านสาระการเรียนรู้ เวลาและการจัดการเรียนรู้ และในข้อที่ 6 ที่ว่าเป็นหลักสูตรการศึกษาสำหรับการศึกษาในระบบ นอกระบบ และตามอัธยาศัย ครอบคลุมทุกกลุ่มเป้าหมาย สามารถเทียบโอนผลการเรียนรู้ และประสบการณ์ ทำให้เห็นว่าการจัดการศึกษาของไทยต้องมีการปรับเปลี่ยนให้มีความเป็นสากลมากขึ้น เพื่อให้สอดคล้องตามหลักการของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานที่ได้กล่าวมา โดยให้ทุกคนสามารถศึกษาได้ในทุกสถานที่ทุกเวลา เนื่องจากการศึกษาในปัจจุบันพบว่ายังมีปัญหาต่างๆ เช่น การขาดแคลนครู ขาด

อุปกรณ์ต่างๆ สถานที่จำกัดเฉพาะในห้องเรียน การเรียนรู้จำกัดเฉพาะครูกับนักเรียน การจัดตารางเวลาในการจัดการเรียนการสอน สถานที่เรียนไม่เพียงพอกับผู้ประสงค์จะเรียน สัดส่วนของครูและนักเรียนไม่เหมาะสม เป็นต้น (บุญเกื้อ ควรหาเวช, 2553: online) นอกจากนี้ผู้วิจัยยังได้พบปัญหาอื่นๆ อีกจากการสอบถามนักเรียน เช่น นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นบางส่วนไม่ได้ทำการทดลองหรือได้ทำการทดลองเพียงบางกิจกรรมการทดลองเท่านั้น เนื่องจากโรงเรียนมีงบประมาณน้อย และมีเวลาเรียนที่จำกัด ทำให้นักเรียนไม่สามารถที่จะเข้าใจในเรื่องนั้นได้เท่าที่ควร ดังนั้นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนจึงมีเพียงการบรรยายของครูอย่างเดียว สื่อการเรียนรู้มีแต่หนังสือเรียน นักเรียนจึงไม่สามารถมองเห็นเป็นรูปธรรม และสนใจในบทเรียนน้อยลง รู้สึกเบื่อหน่าย รู้สึกท้อแท้ในการเรียน ซึ่งอาจส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนลดลง

จากการที่เทคโนโลยีได้มีการเปลี่ยนแปลงและพัฒนาขึ้นอย่างมาก ทำให้ด้านการศึกษาที่มีการใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ในโรงเรียนมากขึ้น ทำให้มีการพัฒนาโปรแกรมต่างๆ ตามมา เพื่อให้ใช้ได้ง่ายและสามารถช่วยในการเรียนการสอนได้ โปรแกรมที่นำมาใช้ในด้านการศึกษานั้นมีอยู่มากมาย แต่มีโปรแกรมหนึ่งที่น่าสนใจและสามารถนำมาใช้ในวิชาวิทยาศาสตร์ได้นั้นก็คือ โปรแกรม Yenka Science (Chemistry) ซึ่งเป็น Software ที่สามารถนำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนในวิชาวิทยาศาสตร์ได้ เนื่องจากโปรแกรม Yenka Science (Chemistry) สามารถนำมาใช้ในการสร้างสื่อการสอนที่มีลักษณะหรือรูปแบบประเภทการทดลองทางวิทยาศาสตร์ได้ โดยเฉพาะการทดลองทางเคมีที่สามารถนำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนได้อย่างหลากหลาย โดยสื่อที่สร้างขึ้นจะมีคุณภาพหรือประสิทธิภาพหรือไม่ขึ้นอยู่กับความสามารถในการออกแบบสื่อการเรียนการสอนให้มีความน่าสนใจ ซึ่งจะทำให้สามารถบรรลุเป้าหมายตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้ได้ โดยสื่อเหล่านั้นสามารถช่วยลดข้อจำกัดด้านต่างๆ ที่กล่าวไว้ข้างต้นได้ โดยโปรแกรม Yenka Science (Chemistry) จะมีลักษณะที่เด่น คือ สามารถจำลองการทดลองเสมือนจริง และมีอุปกรณ์ต่างๆ ที่จำเป็นในการสร้างการทดลอง อีกทั้งยังสามารถแสดงผลการทดลองได้ทันที ผู้เรียนจึงสามารถทำการทดลองได้ด้วยตนเองผ่านทางเครื่องคอมพิวเตอร์ ผู้เรียนจะได้ฝึกทักษะจากการทดลองที่จำลองขึ้น อีกทั้งยังช่วยพัฒนาด้านการเรียนรู้ และเสริมสร้างความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ให้กับผู้เรียน ซึ่งผู้วิจัยจึงสนใจที่จะนำโปรแกรม Yenka Science (Chemistry) มาจำลองการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส เพื่อนำมาใช้เป็นสื่อการสอนสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เนื่องจากเล็งเห็นว่านักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นควรมีพื้นฐานในการทำการทดลองทางวิทยาศาสตร์ก่อนที่เข้าสู่มัธยมศึกษาตอนปลาย เพื่อจะได้รู้จักวิธีการใช้อุปกรณ์ สารเคมี และฝึกวิธีคิดอย่างเป็นระบบ ซึ่งในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นยังมีการทำการทดลองทางวิทยาศาสตร์ไม่มากนัก ซึ่งอาจมีปัจจัยต่างๆ ที่นักเรียนไม่สามารถทำการทดลองได้ เช่น อุปกรณ์ไม่เพียงพอ สารเคมีเป็นอันตรายต่อนักเรียน นักเรียนชอบทำอุปกรณ์เสียหาย เป็นต้น โดยผู้วิจัยได้นำเรื่องสารละลายกรดและเบส มาจำลองเป็นการทดลองเสมือนจริง เพราะเป็นเรื่องหนึ่งที่สำคัญในรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ที่ควรมีการทำการทดลองในการเรียนการสอน เพื่อที่จะให้นักเรียนมองเห็นเป็นรูปธรรมมากขึ้น และนักเรียนจะได้ฝึกทำการทดลองด้วยตนเอง และรู้จักอุปกรณ์ สารเคมีต่างๆ ส่งผลให้เกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แก่ผู้เรียน อีกทั้งในเรื่องนี้ก็มีกิจกรรมการทดลองมากมายที่น่าสนใจ

และในการทดลองมีการเปลี่ยนแปลงสีของสารละลายทำให้นักเรียนเกิดแรงจูงใจในการทำการทดลอง และสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์มากขึ้น

ด้วยเหตุผลดังกล่าวผู้วิจัยจึงสนใจที่จะสร้างบทเรียนที่เกี่ยวข้องกับการทดลองทางวิทยาศาสตร์ เพื่อจำลองการทดลองให้เป็นการทดลองเสมือนจริง โดยใช้โปรแกรม Yenka Science (Chemistry) สร้างเป็นบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 1 เพื่อลดข้อจำกัดและปัญหาต่างๆ จากการทำปฏิบัติการทดลองจริงทางวิทยาศาสตร์ และเพื่อให้นักเรียนเรียนเกิดการพัฒนาวิธีการคิด พัฒนาทางด้านความคิดสร้างสรรค์ ทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ และสามารถพัฒนาผลการเรียนรู้ของนักเรียนได้ ซึ่งอาจส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนสูงขึ้น

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพของบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส ให้มีประสิทธิภาพ 80/80
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระหว่างก่อน กับหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส
3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลาย กรดและเบส

ความสำคัญของการวิจัย

1. ได้บทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส ซึ่งสร้างขึ้นด้วยโปรแกรม Yenka Science (Chemistry) ที่มีประสิทธิภาพ
2. เป็นแนวทางสำหรับอาจารย์ผู้สอนในการสร้างและพัฒนาการทดลองเสมือนจริง โดยใช้ โปรแกรม Yenka Science (Chemistry) ในวิชาวิทยาศาสตร์เรื่องอื่นๆ ต่อไป
3. ได้แนวทางการในการนำโปรแกรมทางการศึกษาและเทคโนโลยีทางการศึกษาใหม่ๆ มา ปรับใช้ให้เหมาะสมกับการจัดการเรียนการสอนในวิชาวิทยาศาสตร์

ขอบเขตการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ประชากรเป้าหมาย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556 โรงเรียนอานาจเจริญ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 29

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

1.1 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้หาประสิทธิภาพของบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556 โรงเรียนอำนาจเจริญ จำนวน 30 คน ที่ได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

1.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556 โรงเรียนอำนาจเจริญ จำนวน 1 ห้องเรียน ซึ่งมีนักเรียน 40 คน ที่ได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

ตัวแปรที่ศึกษา

1. ตัวแปรอิสระ ได้แก่ การจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส

2. ตัวแปรตาม ได้แก่

2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ได้จากการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส

2.2 ความพึงพอใจต่อบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาในการวิจัยครั้งนี้ เป็นเนื้อหาวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เรื่องสารละลายกรดและเบส สารที่ 3 สารและสมบัติของสาร โดยมีเนื้อหา ดังนี้

- สมบัติของสารละลายกรดและสารละลายเบส
- การตรวจสอบความเป็นกรดและเบสของสารละลาย
- pH ของสารละลายกรดและเบส

ระยะเวลาในการวิจัย

ระยะเวลาในการทดลองและเก็บข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ ทำการทดลองในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556 ผู้วิจัยใช้เวลาในการทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพของบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส เป็นเวลา 4 สัปดาห์ จากนั้นทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจ ซึ่งใช้คาบเรียน 6 คาบ คาบเรียนละ 50 นาที เป็นเวลา 3 สัปดาห์ โดยเนื้อหา 1 เรื่องย่อย ใช้เวลา 2 คาบ มีรายละเอียดดังนี้

- สมบัติของสารละลายกรดและสารละลายเบส 2 คาบเรียน
- การตรวจสอบความเป็นกรดและเบสของสารละลาย 2 คาบเรียน
- pH ของสารละลายกรดและเบส 2 คาบเรียน

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. **บทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง** หมายถึง บทปฏิบัติการทดลอง เรื่องสารละลายกรดและเบส ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น โดยเป็นบทปฏิบัติการทดลองที่ไม่มีโครงร่างทางกายภาพ แต่มีสภาพแวดล้อมที่จำเป็นและมีคุณภาพเช่นเดียวกับห้องเรียนหรือห้องปฏิบัติการทดลองจริงทุกประการ สามารถทำการทดลองได้ทุกที่ทุกเวลา และสามารถทราบผลได้ทันที

2. **การจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง** หมายถึง การเรียนรู้ที่เน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยการให้นักเรียนลงมือปฏิบัติหรือทำการทดลองด้วยตนเองผ่านบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง ซึ่งผู้วิจัยจะดำเนินการเรียนการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่วางไว้ การทำการทดลองนี้นักเรียนจะต้องทำการทดลองในเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยมีผู้วิจัยคอยแนะนำ และอำนวยความสะดวกแก่นักเรียน โดยระหว่างทำการทดลองนักเรียนสามารถทราบผลการทดลองได้ทันที และนักเรียนจะต้องบันทึกผลการทดลองลงในใบกิจกรรมที่แจกให้ และสรุปผลการทดลองร่วมกัน

3. **ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน** หมายถึง ความรู้ความสามารถในการเรียนรู้ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส โดยพิจารณาคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามตารางวิเคราะห์เนื้อหาและพฤติกรรม ซึ่งได้ทำการพัฒนาขึ้นให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ของเนื้อหาการเรียนที่เลือกมาสร้างเป็นบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง โดยวัดพฤติกรรมทั้ง 4 ด้าน ดังนี้

3.1 **ความรู้-ความจำ** หมายถึง ความสามารถในการระลึกได้ถึงเรื่องราวต่างๆ หรือสิ่งต่างๆ ที่เคยเรียนรู้มาแล้วด้วยบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส

3.2 **ความเข้าใจ** หมายถึง ความสามารถในการอธิบาย การจำแนก เปรียบเทียบ แสดงตัวอย่าง การขยายความ และแปลความหมายความรู้ ที่ได้จากการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส โดยอาศัยแนวคิด และทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

3.3 **การนำไปใช้** หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้ และวิธีการค้นคว้าหาความรู้จากการเรียนด้วยบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบสไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่แตกต่างออกไป โดยเฉพาะในชีวิตประจำวัน

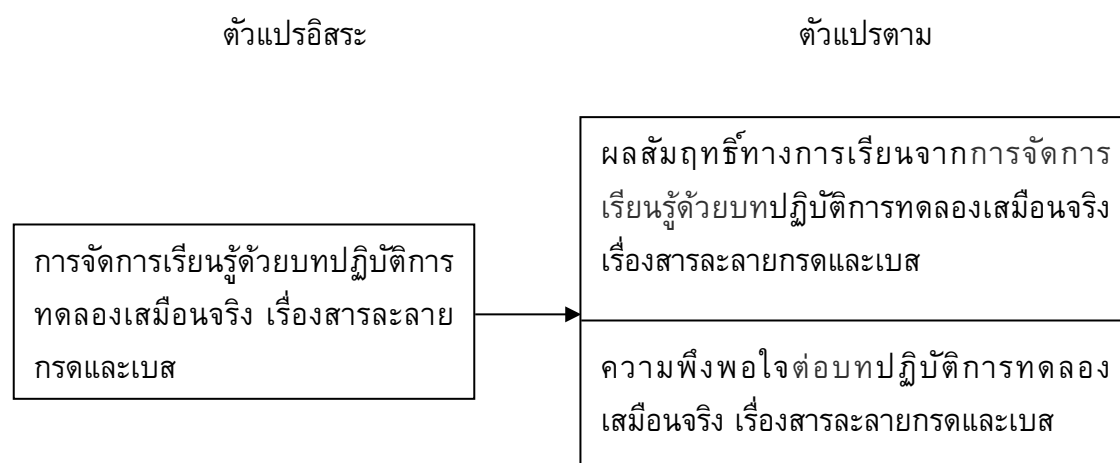
3.4 **ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์** หมายถึง ความสามารถในการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ โดยผ่านการปฏิบัติหรือการทดลองด้วยบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส สำหรับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับเนื้อหาในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย ทักษะการสังเกต ทักษะการจำแนกประเภท และทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล

4. ความพึงพอใจ หมายถึง ระดับความรู้สึก ความคิดเห็น ทักษะของบุคคลที่มีต่อบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส หลังจากที่นักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น ผู้วิจัยต้องการศึกษาความพึงพอใจที่นักเรียนมีต่อบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส 4 ด้าน คือ ด้านเนื้อหา ด้านภาพ ภาษา ตัวอักษร และสี ด้านความรู้สึกนึกคิดต่อบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง และด้านการแสดงออกต่อกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง

5. ประสิทธิภาพของบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง หมายถึง ผลที่ได้รับจากการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส วิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ซึ่งเป็นการประเมินผลพฤติกรรมของผู้เรียน 2 ประเภท คือ พฤติกรรมต่อเนื่องหรือกระบวนการ และพฤติกรรมขั้นสุดท้ายหรือผลลัพธ์ ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้หาประสิทธิภาพของบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส จากสูตร E_1/E_2 โดย E_1 หมายถึง ค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยที่เกิดจากการทำใบกิจกรรมระหว่างเรียนจากบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริงของนักเรียน และ E_2 หมายถึง ค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยที่เกิดจากการทำแบบทดสอบหลังการเรียนของนักเรียน

กรอบแนวคิดในงานวิจัย

การวิจัยเรื่อง การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส ผู้วิจัยมีกรอบแนวคิดในการศึกษาดังนี้



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดงานวิจัย

สมมติฐานของการวิจัย

1. บทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส ที่พัฒนาขึ้นควรมีประสิทธิภาพไม่น้อยกว่า 80/80
2. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
3. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส มีความพึงพอใจมากกว่าบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส



บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยนำเสนอตามหัวข้อต่อไปนี้

1. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับโครงสร้างหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
2. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับสื่อเสมือนจริง
3. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
4. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจ
5. เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในประเทศและต่างประเทศ

1. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับโครงสร้างหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

โครงสร้างหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามตามหลักสูตรแกนกลาง การศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 รายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

1.1 สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ภาคเรียนที่ 1 วิทยาศาสตร์ 1 รวม 60 ชั่วโมง จำนวน 1.5 หน่วยกิต (3 ชั่วโมง/สัปดาห์)

ภาคเรียนที่ 2 วิทยาศาสตร์ 2 รวม 60 ชั่วโมง จำนวน 1.5 หน่วยกิต (3 ชั่วโมง/สัปดาห์)

สาระการเรียนรู้แกนกลาง (กระทรวงศึกษาธิการ สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้น พื้นฐาน. 2551: 2)

สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

สาระที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร

สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่

สาระที่ 5 พลังงาน

สาระที่ 6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

สาระที่ 7 ดาราศาสตร์และอวกาศ

สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

1.2 หน่วยการเรียนรู้

หน่วยการเรียนรู้รายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หน่วยการเรียนรู้ 4 หน่วย
เวลา 60 ชั่วโมง

ตาราง 1 หน่วยการเรียนรู้รายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์

บทเรียนที่	ชื่อหน่วยและหัวข้อการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
1	เราจะเรียนรู้วิทยาศาสตร์อย่างไร -วิทยาศาสตร์คืออะไร -ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ -ลักษณะสำคัญของนักวิทยาศาสตร์ -เครื่องมือและอุปกรณ์ : ผู้ช่วยของนักวิทยาศาสตร์ -วิทยาศาสตร์เปลี่ยนแปลงได้เมื่อเครื่องมือและอุปกรณ์เปลี่ยนแปลงไป -วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีผลต่อโลกอย่างไร	14
2	สารรอบตัว -สถานะของสาร -ความร้อน -ผลของความร้อนที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงของสาร -การถ่ายโอนความร้อน -การจัดกลุ่มสารตามลักษณะเนื้อสารและขนาดของกลุ่ม	16
3	สารละลาย -การละลายของสารในตัวทำละลาย -ความเข้มข้นของสารละลาย -พลังงานกับการละลายของสาร -ปัจจัยมีผลต่อการละลาย	12
4	สารละลายกรดและเบส -สมบัติของสารละลายกรดและสารละลายเบส -การตรวจสอบความเป็นกรดและเบสของสารละลาย -pH ของสารละลายกรดและเบส -กรดและเบสในชีวิตประจำวัน	12

1.3 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง

รายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
เรื่องสารละลายกรดและเบส

สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจสมบัติของสารความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ นำความรู้ไปใช้ประโยชน์ (กระทรวงศึกษาธิการ สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. 2551: 33)

ตาราง 2 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง เรื่องสารละลายกรดและเบส

ชื่อบทเรียน	เรื่อง	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้
สารละลาย กรดและเบส	-สมบัติของสารละลาย กรดและสารละลายเบส -การตรวจสอบความ เป็นกรดและเบสของ สารละลาย -pH ของสารละลายกรด และเบส -กรดและเบสในชีวิต ประจำวัน	-ว 3.1 ม.1/3 ทดลอง และอธิบายสมบัติ ความเป็นกรดเบส ของสารละลาย -ว 3.1 ม.1/4 ตรวจสอบ ค่า pH ของสารละลาย และนำความรู้ไปใช้ ประโยชน์	- สารละลายที่มีน้ำเป็นตัวทำละลาย อาจจะมีสมบัติเป็นกรด กลาง หรือ เบส ซึ่งสามารถทดสอบได้ด้วย กระดาษลิตมัส หรืออินดิเคเตอร์ - ความเป็นกรด-เบส ของ สารละลายระบุเป็นค่า pH ซึ่ง ตรวจสอบได้ด้วยเครื่องมือวัดค่า pH หรือยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์ - ผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในชีวิตประจำ วันอาจมีความเป็นกรดเบส แตกต่างกัน จึงควรเลือกใช้ ให้ถูกต้องปลอดภัยต่อตนเอง และสิ่งแวดล้อม

2. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับสื่อเสมือนจริง

มีนักวิชาการหลายท่านได้เรียก “ความเป็นจริงเสมือน” แตกต่างกันไป บางท่านอาจใช้คำว่า ความเป็นจริงเสมือน ความจริงเสมือน ความเสมือน เป็นต้น แต่การให้นิยามหรือความหมายของ คำๆ นี้ก็เป็นไปในทิศทางเดียวกัน

2.1 ความรู้เกี่ยวกับความเป็นจริงเสมือน

ความเป็นจริงเสมือน (Virtual Reality) หรือที่เรียกกันย่อๆ ว่า “วีอาร์” (กิดานันท์ มลิทอง. 2543: 303) เป็นกลุ่มเทคโนโลยีเชิงโต้ตอบที่ผลักดันให้ผู้ใช้เกิดความรู้สึกของการเข้าร่วมอยู่ภายใน สิ่งแวดล้อมที่ไม่ได้มีอยู่จริงที่สร้างขึ้นด้วยคอมพิวเตอร์ พัฒนาการของความเป็นจริงเสมือนได้รับ อิทธิพลมาจากแนวความคิดต่างๆ แต่มีอำนาจมากเกี่ยวกับการที่จะเสนอสารสนเทศอย่างไรให้ดีที่สุด ซึ่งเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนสามารถเลียนแบบการรับรู้สัมผัสของโลกทางกายภาพได้ โดยสร้างการรับรู้หลายทางในสิ่งแวดล้อมสามมิติขึ้นมา ความเป็นจริงเสมือนได้สร้างเนื้อหาสาระของสิ่งที่แสดงให้เห็นโดยการรับรู้ ซึ่งเป็นผลลัพธ์ทางคอมพิวเตอร์ เพื่อสนองต่อการเคลื่อนไหวทาง กายภาพของผู้ใช้

2.2 ความเป็นจริงเสมือนเพื่อการศึกษา

กิดานันท์ มลิทอง (2543: 310-311) ได้กล่าวว่า ในวงการศึกษการสร้างจินตนาการ เป็นวิธีการในการเสนอข้อมูลและโมทัศน์แก่ผู้เรียนเพื่อช่วยให้เกิดความเข้าใจและการปรับตัวให้ เข้ากับสังคม จึงมีการใช้สื่อประกอบการสอน ปัจจุบันได้มีการนำเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนมา ใช้เพิ่มพูนประสบการณ์แก่ผู้เรียนได้เป็นอย่างดี เฟอร์เนส ผู้ซึ่งอยู่ในวงการนี้มากกว่า 2 ทศวรรษได้ กล่าวไว้ว่า ความเป็นจริงเสมือนสามารถนำมาใช้ในการปรับโครงสร้างทางการศึกษา

สถาบันการศึกษาหลายแห่งในสหรัฐอเมริกา ได้เริ่มเห็นความจำเป็นในการนำ เทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน เข้ามาใช้ในการศึกษามากขึ้น โดยมีหน้าที่ในการจัดหาการใช้ความ เสมือนจริงอย่างเหมาะสม ตรวจสอบผลกระทบของความเป็นจริงเสมือนในการศึกษา เผยแพร่ ความรู้ทางด้านนี้ให้กว้างขวางออกไปมากที่สุดและนำความเสมือนจริงเข้าไปเป็นส่วนหนึ่งในการ เรียนการสอนในระดับชั้นต่างๆ

ผู้วิจัยทางการศึกษาได้ใช้ซอฟต์แวร์ Virtus Walkthrough ในการออกแบบห้องเรียน 3 มิติ และเดินเข้าไปในห้องเรียนเสมือนจริงเพื่อจัดโต๊ะและเก้าอี้ที่ใช้เรียนในลักษณะต่างๆ ให้ เหมือนกับห้องเรียนจริงเพื่อดูว่าจะมีการจัดอย่างไรให้เหมาะสมกับการเรียนมากที่สุด และยังทำการ ประเมินโปรแกรมความเป็นจริงเสมือนของบริษัทต่างๆ เพื่อดูว่าโปรแกรมใดจะเหมาะสมที่จะ นำมาใช้กับชั้นเรียนมากที่สุดทั้งด้านราคา การใช้อย่างคุ้มค่า รวมถึงความง่ายและสะดวกในการใช้ ซึ่งการนำความเป็นจริงเสมือนมาใช้ในการศึกษาสามารถใช้ได้ในด้านต่างๆ ดังนี้

1. สืบหาสถานที่และสิ่งของที่มีอยู่ที่ผู้เรียนยังไม่อาจเข้าถึงได้
2. สืบหาของจริง ซึ่งถ้าไม่มีการเปลี่ยนแปลงสัดส่วนขนาดและระยะเวลาแล้ว จะไม่สามารถสำรวจได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3. สร้างสถานที่และวัตถุด้วยคุณภาพที่ดีกว่าเดิม
4. มีปฏิสัมพันธ์กับบุคคลอื่นที่อยู่ในที่ห่างไกลออกไป
5. มีปฏิสัมพันธ์กับบุคคลจริงในโลกความเป็นจริงเสมือน
6. สร้างและใช้มโนทัศน์ด้านนามธรรม
7. มีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งที่เป็นความจริงเสมือน

การนำความเป็นจริงเสมือน มาใช้ในการศึกษานั้นอาจทำไม่ได้ทุกโรงเรียน เนื่องจากงบประมาณของแต่ละโรงเรียนอาจจะมีไม่เพียงพอ แต่ด้วยการที่เครื่องคอมพิวเตอร์และซอฟต์แวร์โปรแกรมมีราคาค่อนข้างจะถูกกลง ดังนั้นในอนาคตการนำเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน มาใช้ในการศึกษาก็จะเพิ่มมากขึ้นและสามารถเพิ่มประสิทธิภาพและประสิทธิผลในการเรียนการสอนได้

2.3 ความหมายของห้องเรียนเสมือนจริง

วนิดา ฉัตรวิราคม (2554: 187) กล่าวว่า การศึกษาเสมือนจริง (Virtual Education) เป็นมิติใหม่ของการศึกษาไร้พรมแดน สถานศึกษาไม่ต้องมีวิทยาเขต ไม่ต้องมีบุคลากรมาก ผู้เรียนจะอยู่แห่งไหนตำบลใดก็ได้ และจะเลือกเรียนจากสถาบันแบบเสมือนแห่งใดก็ได้ ผู้เรียนไม่ต้องเสียเวลาเดินทางก็สามารถเรียนกับสถาบันต่างประเทศได้

สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (2543: ออนไลน์) ได้กล่าวว่า มหาวิทยาลัยเสมือนจริง (Virtual University) หมายถึง มหาวิทยาลัยที่ไม่มีข้อจำกัดในด้านเวลาและสถานที่ ใครเรียนเวลาใดและเรียนจากที่ไหนก็ได้ ในมหาวิทยาลัยเสมือนจริงไม่ว่าจะเป็น ห้องเรียน ห้องทดลอง ห้องสมุด ห้องพบปะสนทนา เป็นต้น เนื่องจากผู้เรียนสามารถเรียนอยู่บนหน้าจอคอมพิวเตอร์ ซึ่งอาจจะอยู่บ้านหรือที่ทำงานหลังเวลางานก็ยังสามารถเรียนได้

ชนวัฒน์ ศรีสอาน (2541: 1) กล่าวว่า โรงเรียนเสมือนจริง คือ การศึกษาแนวใหม่ในยุคโลกาภิวัตน์ที่มีลักษณะเป็น Knowledge-Based Learning Organization ที่ใครก็ได้ (Anyone) สามารถเรียนรู้จากแหล่งใดก็ได้ (Anywhere) และเวลาใดก็ได้ (Anytime)

พอลเซ็น (สุปรียา ศิริพัฒนกุลขจร. 2548: 38; อ้างอิงจาก Paulsen. 1992) กล่าวว่า คำว่าเสมือนจริง (Virtual) หมายถึง การสมมุติหรือจินตนาการ ไม่ต้องมีโครงสร้างทางกายภาพ เช่น อาคารเรียน ห้องเรียน ห้องทดลอง และห้องสมุด แต่สามารถทำหน้าที่ต่าง ๆ ที่โรงเรียนธรรมดาจะพึงทำได้ การสื่อสารควรกระทำโดยไม่มีข้อจำกัดในด้านเวลาและสถานที่

บุญเกื้อ ควรหาเวช (2543: 195) ได้กล่าวว่าห้องเรียนเสมือนจริงมีวัตถุประสงค์เพื่อสนับสนุนให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการเรียนรู้ โดยสามารถเลือกเวลา และสถานที่ที่จะเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง โดยผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์ โดยห้องเรียนเสมือนจะต่างไปจากการเรียนในห้องเรียนปกติ นอกจากนั้นสิ่งที่การเรียนในห้องเรียนเสมือนไม่มี คือ การปฏิสัมพันธ์หรือสังคมนระหว่างผู้เรียนด้วยกัน ซึ่งเป็นสิ่งที่ต้องคิดว่าห้องเรียนเสมือนจะทำให้เกิดขึ้นได้อย่างไร

ครรชิต มัลยวงศ์ (2540) ได้กล่าวถึงความหมายของห้องเรียนเสมือน หมายถึง การเรียนการสอนที่ผ่านระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ที่เชื่อมโยงคอมพิวเตอร์ของผู้เรียนเข้าไว้กับเครื่อง

คอมพิวเตอร์ของผู้ให้บริการเครือข่าย (File server) และเครื่องคอมพิวเตอร์ผู้ให้บริการเว็บ (Web Server) ผ่านทางระบบการสื่อสารและอินเทอร์เน็ตด้วย กระบวนการสอน ที่ผู้สอนออกแบบไว้ในระบบเครือข่ายมีการจำลองสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ในลักษณะเป็นห้องเรียนเสมือน

ศรีศักดิ์ จามรมาน; และ กนกวรรณ ว่องวิวัฒนะสิน (2541: 1) กล่าวว่าห้องเรียนเสมือนจริง คือ ห้องเรียนที่ไม่มีข้อจำกัดในด้านเวลาและสถานที่ นั่นคือใครจะเรียนเวลาใด และเรียนจากที่ไหนก็ได้ ในห้องเรียนเสมือนจริงนั้นไม่ว่าจะเป็นห้องที่ใช้ในการทำการเรียนการสอน ห้องทดลอง ห้องสมุด และห้องพบปะสนทนา ล้วนเปิดตลอดวันละ 24 ชั่วโมง สัปดาห์ละ 7 วัน นักศึกษาของห้องเรียนเสมือนจริงไม่ต้องเดินทางไปห้องเรียนก็สามารถเรียนที่ห้องเรียนเสมือนจริงได้ เพราะเรียนอยู่หน้าจอคอมพิวเตอร์ ซึ่งอาจอยู่ในห้องนอนหรือที่ไหนในบ้าน หรือที่ทำงานหลังเวลาเลิกงานก็ได้

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ. 2543: ออนไลน์) กล่าวว่าห้องเรียนเสมือน เป็นการเรียนการสอนที่ต้องไม่มีการนัดเวลา นัดสถานที่ นัดผู้เรียนและผู้สอน ผู้เรียนไม่ต้องเดินทางแต่เรียกผ่านเครือข่ายตามกำหนดเวลาเพื่อเข้าห้องเรียนและเรียนได้ แม้จะอยู่ที่ใดในโลก

รุจโรจน์ แก้วอุไร (2543: 22) กล่าวว่าไว้ว่าห้องเรียนเสมือนเป็นการจัดการเรียนการสอนทางไกล โดยมีทั้ง ตัวผู้เรียน ผู้สอน และเพื่อนร่วมชั้น เข้าสู่กระบวนการเรียนการสอนพร้อมๆ กัน มีสื่อการสอนทั้งภาพและเสียง ผู้เรียนสามารถร่วมกิจกรรมกลุ่มหรือตอบโต้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับผู้สอนหรือกับเพื่อนร่วมชั้นได้ ส่วนผู้สอนสามารถตั้งโปรแกรมติดตามพัฒนาการ ประเมินผลการเรียน โดยไม่จำกัดเรื่องสถานที่ แต่ผู้เรียนในชั้นและผู้สอนจะต้องนัดเวลาเรียนให้ตรงกัน

ชัยวัฒน์ ไชยพจน์พานิช; และ ปัทมา จันทวิมล. (2546: ออนไลน์) ได้ให้ความหมายของห้องเรียนเสมือนจริงว่าเป็นระบบการเรียนการสอนผ่านเครือข่ายในลักษณะของชั้นเรียนเสมือนและการเรียนการสอนทางไกล โดยใช้ประโยชน์จากคุณลักษณะและทรัพยากรของอินเทอร์เน็ต และ WWW (World Wide Web) มาสร้างให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย

ไกรมส์ (Grimes. 1993: 6-8) ได้นิยามไว้ว่าคือ แนวทางทุก ๆ แนวทางของการเรียนรู้จากหลักสูตรการเรียนการสอนปกติที่เกิดขึ้น โดยที่กระบวนการเรียนรู้นี้ผู้เรียนผู้สอนจะอยู่คนละสถานที่กัน

ฮิลทซ์ (Hiltz. 1993: 71-78) ได้ให้ความหมายห้องเรียนเสมือนจริงว่าเป็นการจัดสภาพแวดล้อมการเรียนการสอน ที่นำแหล่งทรัพยากรออนไลน์มาใช้ในลักษณะการเรียนการสอนแบบร่วมมือ โดยการร่วมมือระหว่าง ผู้เรียนด้วยกัน ผู้เรียนกับผู้สอน ชั้นเรียนกับสถาบันการศึกษาอื่น และกับชุมชนที่ไม่เป็นเชิงวิชาการ

เทอร์ออฟฟ์ (Tuoff. 1995: online) ได้ให้ความหมายห้องเรียนเสมือนจริงว่าเป็นสภาพแวดล้อมการเรียนการสอนที่ตั้งขึ้นภายใต้ระบบการสื่อสารผ่านคอมพิวเตอร์ในลักษณะของการเรียนแบบร่วมมือ ซึ่งเป็นกระบวนการที่เน้นความสำคัญของกลุ่มที่จะร่วมมือทำกิจกรรมร่วมกันระหว่างผู้เรียนด้วยกัน โดยจะได้รับความรู้ใหม่ๆ จากกิจกรรม การสนทนาแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและข้อมูล ลักษณะเด่นของการเรียนการสอนรูปแบบนี้ก็คือ ความสามารถในการลอกเลียนลักษณะ

ของห้องเรียนปกติมาใช้ในการออกแบบการเรียนการสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ซึ่งอาศัยความสามารถต่างๆ ของอินเทอร์เน็ต ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนได้รับประโยชน์จากการเรียนโดยไม่มีข้อจำกัดในเรื่องของเวลาและสถานที่

วาน ดูเซ็น (สุปรียา ศิริพัฒนกุลขจร. 2548: 38; อ้างอิงจาก Van Dusen. 1997: Online) ได้ให้ความหมายเกี่ยวกับห้องเรียนเสมือนจริงว่าเป็นสภาพแวดล้อมการเรียนการสอนด้วยอิเล็กทรอนิกส์ และการวิจัยที่สร้างขึ้นจากการผสมผสานระหว่างเทคโนโลยีสารสนเทศ กับเทคโนโลยีการสอนเข้าด้วยกัน

มหาวิทยาลัยมริสซิมิแกน (สุปรียา ศิริพัฒนกุลขจร. 2548: 38; อ้างอิงจาก MSU Virtual University. 1999: Online) ได้ให้ความหมายของห้องเรียนเสมือนจริงว่าหมายถึง หลักสูตรและรายวิชาที่สอนผ่านอินเทอร์เน็ต และเสริมด้วยสื่อเทคโนโลยีอื่นๆ ที่ทำให้ห้องเรียนสามารถสอนได้โดยไม่ถูกจำกัดด้วยเวลา และสถานที่เหมือนห้องเรียนปกติห้องเรียนเสมือนจริง ได้รับการออกแบบเพื่อสนองความต้องการการเรียนในเวลาและสถานที่ที่สะดวกที่สุด

จากข้างต้นที่กล่าวมาจะเห็นได้ว่าความเสมือนจริงมามีบทบาทกับการศึกษามากขึ้น และสามารถนำมาประยุกต์ใช้กับการเรียนการสอนได้ไม่ว่าจะเป็น ห้องเรียน โรงเรียน และมหาวิทยาลัย สรุปได้ว่า ความเสมือนจริง เป็นสิ่งที่จำเป็นต่อการศึกษาไม่น้อยทีเดียว และจากความหมายข้างต้น กล่าวได้ว่า ความเสมือนจริง เป็นสิ่งที่สร้างขึ้นมาเพื่อลดข้อจำกัดด้านต่างๆ เช่น ด้านเวลา ด้านสถานที่ เป็นต้น เนื่องจาก ความเสมือนจริงเป็นสิ่งที่สมมติขึ้น เพื่อให้การจัดการเรียนรู้ไม่จำเป็นต้องมีสถานที่ตั้งของสถานศึกษาเหมือนการจัดการศึกษาทั่วไป การเรียนการสอนที่ไม่จำเป็นต้องมีอาคารสถานที่ ไม่ต้องนัดเจอกันเพื่อให้เกิดการเรียนการสอน ไม่จำเป็นต้องมีการกำหนดตารางเวลาหรือตารางสอน ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเองเวลาใดก็ได้ แต่องค์ประกอบอื่นๆ ที่ช่วยให้เกิดการเรียนรู้อย่างคงอยู่

2.4 ประเภทของห้องเรียนเสมือนจริง

อุทัย ภิรมย์รัตน์ (2540: 25) ได้จำแนกประเภทการเรียนในห้องเรียนแบบเสมือนจริงไว้ 2 ลักษณะ ดังนี้

1. การจัดการเรียนการสอนในห้องเรียนธรรมดาแต่มีการถ่ายทอดสดภาพและเสียงเกี่ยวกับบทเรียน โดยอาศัยระบบโทรคมนาคมและเครือข่ายคอมพิวเตอร์ไปยังผู้เรียนที่อยู่นอกห้องเรียน ผู้เรียนสามารถรับฟังติดตามบทเรียนและตัวผู้สอนจากเครื่องคอมพิวเตอร์ของตนเอง และยังโต้ตอบกับอาจารย์ผู้สอนหรือเพื่อนผู้เรียนในชั้นเรียนก็ได้

2. การจัดห้องเรียนจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์สร้างภาพเสมือนจริง ที่เรียกว่า Virtual Reality โดยใช้สื่อที่เป็นตัวหนังสือ หรือภาพกราฟิก ส่งบทเรียนไปยังผู้เรียน โดยผ่านระบบโทรคมนาคมและคอมพิวเตอร์ ห้องเรียนลักษณะนี้เรียกว่า Virtual Education Environment ซึ่งเป็นห้องเรียนเสมือนจริงที่แท้จริง

ในบางมหาวิทยาลัยก็ใช้ร่วมกัน คือ มีทั้งแบบที่เป็นห้องเรียนจริง และห้องเรียนเสมือนจริง การเรียนการสอนก็ผ่านทางเครือข่ายคอมพิวเตอร์ที่เชื่อมโยงกันอยู่ทั่วโลก ซึ่งการติดต่อกับมหาวิทยาลัยเสมือนจริงทำได้ดังนี้

1. บทเรียนและแบบฝึกหัดต่าง ๆ อาจจะถูกส่งให้ผู้เรียนในรูปแบบวีดิทัศน์ หรือวีดิทัศน์ผสมกับห้องเรียนเสมือนจริง หรือ ซีดีรอม โดยผ่านระบบสัญญาณเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ดาวเทียม โทรทัศน์ โทรสาร หรือทางจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ ตามความต้องการของ ผู้เรียน

2. ผู้เรียนจะติดต่อสื่อสารกับอาจารย์ผู้สอนได้ โดยตรงในขณะที่สอนก็ได้ หากเป็นการเรียนออนไลน์ ซึ่งจะเป็นแบบของการสื่อสารสองทางที่โต้ตอบโดยทันทีทันใดระหว่างผู้เรียนและผู้สอนหรือระหว่างผู้เรียนด้วยกัน

3. การทดสอบทำได้หลายวิธี เช่น ทดสอบแบบออนไลน์ หรือทดสอบโดยผ่านทาง จดหมายอิเล็กทรอนิกส์ และทางไปรษณีย์ธรรมดา เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนเลือกเรียนวิชาที่ตนสนใจได้ตลอดเวลาในทุกแห่งที่มีการเปิดสอน ไม่ต้องเข้าชั้นเรียนก็ได้ ในการศึกษาหาความรู้ จึงมีความยืดหยุ่นด้านเวลาและประหยัดค่าใช้จ่าย

ทอมสัน (Thompson. 1996: Online) ได้แบ่งห้องเรียนเสมือนจริงออกเป็น 2 รูปแบบ ได้แก่

1. ห้องเรียนเสมือนจริงรูปแบบแรกเป็นความร่วมมือระหว่างสถาบันอุดมศึกษาต่าง ๆ โดยห้องเรียนเสมือนจริงจะเป็นตัวกลางเชื่อมต่อระหว่างห้องเรียน และวิทยาลัยในภูมิภาคต่างๆ

2. ห้องเรียนเสมือนจริงรูปแบบที่สอง เป็นห้องเรียนที่หน่วยงานที่มีอำนาจเป็นผู้จัดตั้งขึ้น โดยปกติจะทำงานร่วมกับห้องเรียนที่มีอยู่แล้ว ห้องเรียนรูปแบบนี้จะทำหน้าที่เป็นธนาคารหน่วยกิต (Credit Bank) มีพื้นที่สำหรับเก็บสะสมหน่วยกิตของนักศึกษาที่เรียนจากสถาบันต่างๆ

ลักษณะของห้องเรียนเสมือนจริงอาจเป็นไปได้ในลักษณะที่เสมือนในทางกายภาพที่พบได้ในคอมพิวเตอร์ ซึ่งห้องเรียนเสมือนจริงไม่ว่า รูปแบบใดจะต้องมีผู้เรียน ผู้สอน และกลุ่มเพื่อนที่เรียนด้วยกันโดยการใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์และการสื่อสารผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เพื่อให้กิจกรรมการเรียนการสอนดำเนินไปได้

2.5 ลักษณะของห้องเรียนเสมือนจริง

ห้องเรียนเสมือนจริงสามารถจำแนกได้เป็น 2 ลักษณะ ดังนี้ (บุญเกื้อ ควราหาเวช. 2553: ออนไลน์)

1. จัดการเรียนการสอนในห้องเรียนธรรมดา แต่มีการถ่ายทอดสดภาพและเสียงเกี่ยวกับเนื้อหาของบทเรียน โดยอาศัยระบบโทรคมนาคมและเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ซึ่งเรียกว่า Online ไปยังผู้เรียนที่อยู่นอกห้องเรียน ซึ่งสามารถโต้ตอบกับผู้สอน หรือเพื่อนที่อยู่คนละแห่งได้

2. ห้องเรียนเสมือน เป็นการจัดการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่าย ที่อาศัยประสิทธิภาพของเทคโนโลยีการสื่อสารและอินเทอร์เน็ต ทำได้โดยผู้เรียนใช้คอมพิวเตอร์เข้าสู่

เว็บไซต์ของห้องเรียนเสมือน และดำเนินการเรียนตามกิจกรรมที่ผู้สอนได้ออกแบบไว้ ห้องเรียนลักษณะนี้เรียกว่า “ห้องเรียนเสมือนที่แท้”

2.6 การทำงานของห้องเรียนเสมือนจริง

การทำงานของห้องเรียนเสมือนจริง ชัยวรรัตน์ ไชยพจน์พานิช (2546: ออนไลน์) แบ่งไว้ 2 ลักษณะดังนี้

1. ส่วนการจัดการเนื้อหา ประกอบด้วย เครื่องมือที่ใช้ในการสร้างบทเรียน และซอฟต์แวร์ที่ใช้แสดงบทเรียน
2. ส่วนบริหารจัดการการเรียนการสอน เป็นซอฟต์แวร์บริหารจัดการรายวิชาที่รวบรวม เครื่องมือ ซึ่งออกแบบไว้เพื่ออำนวยความสะดวกแก่ผู้ใช้งานในการจัดการเรียนการสอนออนไลน์

2.7 การออกแบบห้องเรียนเสมือนจริง

การออกแบบห้องเรียนเสมือนจริง (อุทัย ภิรมย์รัตน์. 2553: ออนไลน์) สามารถออกแบบให้มีลักษณะ ดังนี้

1. Learning is Fun เป็นการนำเทคโนโลยีของ JAVA มาเสริมในการเรียนรู้แบบสนุกสนาน และไม่เครียด นักเรียนจะได้เล่นเกมทางวิทยาศาสตร์และรายวิชาอื่นๆ ที่จะสามารถออกแบบในลักษณะนี้ได้
2. Multimedia คือ นักเรียนจะเรียนรู้บทเรียนจากภาพและเสียง สามารถควบคุมขั้นตอนของการเรียนรู้ได้ด้วยปลายนิ้วสัมผัสของตนเอง
3. Asynchronous Learning หมายถึง การเรียนที่ไม่จำเป็นต้องมีครูผู้สอนอยู่กับนักเรียนในเวลาและสถานที่เดียวกัน ครูจะจัดทำและรวบรวม "บทเรียนออนไลน์" ซึ่งใช้เรียนที่ไหนก็ได้ เวลาใดก็ได้ ตามแต่ผู้เรียนจะสะดวก บทเรียนมีให้เลือกมากมาย และเชื่อมโยงไปยังบทเรียนอื่นๆ ที่มีความเกี่ยวเนื่องกัน
4. Electronic Library เป็นห้องสมุดอิเล็กทรอนิกส์ นักเรียนสามารถค้นหาสิ่งที่ต้องการ จากแหล่งข้อมูลต่างๆ ทั่วโลกได้ โดยใช้การค้นหาหนังสือจากห้องสมุดของมหาวิทยาลัยต่างๆ และการเรียกดูข้อมูลสารสนเทศตามที่ต้องการได้จากข้อมูลตามคำสั่ง ซึ่งได้แก่ ข่าว และสารพันความรู้ต่างๆ

2.8 การจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้เสมือนจริง

การจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้เสมือนจริง (Virtual Learning Environment) แซนด์ดี (Sandy. 2001: 25) แบ่งไว้ 3 ลักษณะดังนี้

1. Asynchronous Learning เหมาะกับ การเรียนแบบเสริมและการเรียนรู้ที่ผู้เรียนสามารถ เรียนรู้ได้ด้วยตนเอง ผู้เรียนจะเรียนวิชาผ่านเว็บไซต์ เมื่อไรก็ได้ ในช่วงเวลาที่เจ้าของหลักสูตรกำหนดการเรียนจะมีกิจกรรมให้ทำ ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับผู้สอนเวลาใดก็ได้

2. Synchronous Learning เป็นการสอนเสมือนหนึ่งว่ามีผู้สอนอยู่ในห้องเรียน และผู้เรียน อยู่กระจายทั่วไป โดยผู้เรียนแต่ละคนมีเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล อยู่กับอินเทอร์เน็ต และลงทะเบียนเรียนวิชานั้น แบบนี้ผู้สอนจะทำการสอนโดยติดตามการเรียนรู้อันของผู้เรียน มีการติดต่อกับผู้เรียนทันที

3. Collaborative Learning การสอนแบบนี้จะมีการร่วมมือกันระหว่างผู้เรียนและผู้สอนจะมีซอฟต์แวร์เฉพาะที่ทุกคนสามารถใช้ร่วมกันได้ เพื่อให้ผู้เรียนและผู้สอนมีปฏิสัมพันธ์ในการทำงานร่วมกันได้

2.9 จุดแข็งและจุดอ่อนของห้องเรียนเสมือนจริง

เพอร์ริน (Perrin, 1994: 142) ได้กล่าวถึงจุดแข็งและจุดอ่อนของห้องเรียนเสมือนจริงสรุปได้ดังนี้

จุดแข็งของห้องเรียนเสมือนจริง

1. การจัดการเรียนการสอนสามารถเชื่อมโยงได้ทั่วโลก
2. สื่อการสอนสามารถเชื่อมโยงจากแหล่งต่างๆ ทั่วโลก
3. การเรียนการสอนสามารถใช้การสอนแบบมัลติมีเดีย
4. มีการประเมินผลที่เหมาะสมกับรูปแบบการเรียนของผู้เรียน และวัตถุประสงค์ของหลักสูตร
5. การบริหารงานสามารถดำเนินการผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์ได้ตลอด 24 ชม.
6. การควบคุมในห้องเรียน ผู้เรียนจะเป็นผู้เลือกวิชาและผู้สอนได้ด้วยตนเอง
7. สามารถใช้การและสิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆ ได้ทางเครือข่ายสารสนเทศ

จุดอ่อนของห้องเรียนเสมือนจริง คือ การมีปฏิสัมพันธ์ในด้านสังคม และนั่นหมายความว่าเพราะไม่มีความเป็นธรรมชาติ การถ่ายทอดความรู้สึก หรืออารมณ์ก็ไม่เหมือนสภาพที่เป็นจริงเมื่อมีการสื่อสารหรือปฏิสัมพันธ์ ผ่านทางห้องเรียนเสมือนจริง ทำให้การเข้าสังคมจริงของผู้เรียนบางคนอาจเกิดปัญหาได้

2.10 ความหมายของห้องปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง

ห้องปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง ซึ่งในภาษาอังกฤษเรียกว่า Virtual Lab, Cyber Lab หรือ Online Lab (The Virtual Campus, 1998: Online) หมายถึง ห้องปฏิบัติการทดลองที่มีสภาพแวดล้อมที่จำเป็น และมีคุณภาพเช่นเดียวกับห้องเรียนหรือห้องปฏิบัติการทดลองจริงทุกประการ แต่ไม่มีอาคาร สถานที่ และไม่มีการพบหน้ากัน

2.11 จุดมุ่งหมายของห้องปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง

การเรียนการสอนมีความจำเป็นต้องฝึกทักษะกระบวนการต่างๆ ซึ่งห้องเรียนเสมือนจริงก็สามารถทำได้ โดยสามารถสร้างเป็นห้องปฏิบัติการเสมือนจริงขึ้นในห้องเรียนเสมือนจริงก็เป็นสิ่งที่ทำได้ โดยมีจุดมุ่งหมายของห้องปฏิบัติการดังนี้ (วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี, 2553: ออนไลน์)

1. จุดมุ่งหมายทั่วไปของห้องปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง คือ ห้องปฏิบัติการทดลองเสมือนมีจุดมุ่งหมายทั่วไปในการกระจายความรู้โดยใช้เทคโนโลยีมัลติมีเดีย และเครือข่ายสารสนเทศระหว่างผู้เรียนในห้องปฏิบัติการกับผู้สอน เพื่อเตรียมคนสำหรับโลกอิเล็กทรอนิกส์ใน วันข้างหน้าและฝึก “การเชื่อมต่อทางปัญญา” ในโครงสร้างของสภาพแวดล้อมเสมือนจริง

2. จุดมุ่งหมายเฉพาะของห้องปฏิบัติการทดลองเสมือนจริงได้แก่

2.1 เพื่อสร้างห้องปฏิบัติการ “ข้ามชาติ”

2.2 เพื่อออกแบบห้องเรียนสำหรับวันข้างหน้าที่ผสมผสานระหว่างการปฏิบัติและทฤษฎีโดยมีจุดหมายย่อย 3 ข้อ ดังนี้

2.2.1 การสนับสนุนการเรียนรู้ตลอดชีวิต เนื่องจากเทคโนโลยีในปัจจุบันมีความก้าวหน้ารวดเร็วมาก ประชาชนจะต้องปรับความรู้ให้ทันสมัยอยู่เสมอ เพื่อไม่ให้ตกอยู่ในความล้าหลัง

2.2.2 การเพิ่มพูนความร่วมมือระหว่างผู้เรียนและผู้สอน การจัดกิจกรรมเชิงปฏิบัติการที่ผู้สอนจัดให้ การค้นคว้าจากฐานข้อมูลโดยใช้การจำลองสถานการณ์ชีวิตจริง

2.2.3 การสอนมัลติมีเดียโดยใช้มัลติมีเดียเป็นการสอนสิ่งที่หลากหลายด้วยสื่อที่หลากหลายเช่นเดียวกัน

2.12 ข้อดีและข้อเสียของการทดลองแบบปกติและการทดลองเสมือนจริง

เฮอก้า และดีเนฟสกี (Herga and Dinevski. 2012: 110) ได้มีการเปรียบเทียบระหว่างข้อดีและข้อเสียของการทดลองแบบปกติและการทดลองเสมือนจริง ซึ่งแสดงในตาราง 3 และตาราง 4 ดังนี้

ตาราง 3 ข้อดีและข้อเสียของการทดลองแบบปกติ

ข้อดี	ข้อเสีย
<ul style="list-style-type: none"> - ได้ฝึกทักษะด้วยตนเอง - ได้เรียนรู้เกี่ยวกับวิธีการทำงานและการทดลองทางวิทยาศาสตร์ - มีคู่มือคำแนะนำและวิธีการใช้ 	<ul style="list-style-type: none"> - ต้องมีการเตรียมอุปกรณ์ในการทำการทดลอง - มีโอกาสได้รับสารเคมีที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ - การทดลองยากลำบาก ใช้ระยะเวลานานในการทำการทดลอง และมีค่าใช้จ่ายสูง - ในการทดลองมีความคลาดเคลื่อนและผิดพลาด

ตาราง 4 ข้อดีและข้อเสียของการทดลองเสมือนจริง

ข้อดี	ข้อเสีย
<ul style="list-style-type: none"> - ได้เรียนรู้เกี่ยวกับวิธีการทำงานทางวิทยาศาสตร์ - ผลการทดลองที่ได้จะเหมือนเดิมเสมอ - มีสารเคมีและอุปกรณ์การทดลองแทบทุกชนิดที่มีในห้องทดลอง - ง่ายต่อการทำการทดลองที่มีอันตราย หรือการทำการทดลองที่มีเงื่อนไขเฉพาะเจาะจง - มีค่าใช้จ่ายต่ำ 	<ul style="list-style-type: none"> - ห่างไกลจากธรรมชาติและจากความเป็นจริง - ห้องปฏิบัติการทดลองเสมือนจริงไม่สามารถแทนการปฏิบัติการจริงได้

2.13 หลักการของห้องปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง

ห้องปฏิบัติการทดลองเสมือนจริงยึดหลักการ 4 ประการ ดังนี้ (วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี. 2553: ออนไลน์)

1. การให้การศึกษที่ทันเวลาการใช้งาน ห้องปฏิบัติการทดลองเสมือนมีความคล่องตัวและเชื่อมโยงกับแหล่งข้อมูลและแหล่งวิชาการต่างๆ ได้ทั่วโลกจึงเป็นแหล่งความรู้ที่ทันสมัยตลอดเวลา สามารถตอบสนองประชาชนที่ต้องการได้ในทันที
2. การเรียนเป็นการแลกเปลี่ยนในห้องปฏิบัติการทดลองเสมือนจะไม่มีระบบที่มีผู้รู้ทุกเรื่องคนเดียวแล้วสอนคนอื่นๆ แต่จะเป็นลักษณะที่ทุกคนเสมอกันแลกเปลี่ยนความรู้กัน
3. การเรียนคือการแลกเปลี่ยนความรู้และข้อมูลข่าวสาร ไม่ใช่การรับเพียงอย่างเดียว หลักการนี้เป็นลักษณะของห้องเรียนเปิดที่ครู อาจารย์ นักศึกษา และผู้สนใจสามารถพบปะแลกเปลี่ยนความรู้กันได้
4. การจัดสภาพแวดล้อมโดยยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ สภาพแวดล้อมทางการเรียนจะเปลี่ยนรูปไปตามลักษณะของผู้เรียน เข้าเรียน ผู้เรียนจะเป็นผู้กำหนดขอบข่ายความสนใจว่าจะเรียนอะไร และในระหว่างเรียนผู้เรียนจะเป็นผู้ปรับเปลี่ยนสภาพแวดล้อมการเรียนเอง โดยเป็นผู้เลือกเนื้อหาที่จะเรียนเลือกปรึกษาคนที่ตนเองต้องการ

3. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

มีนักวิชาการได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้หลายท่าน ดังต่อไปนี้

ไพศาล หวังพานิช (2523: 137) ได้ให้ความหมายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า หมายถึง คุณลักษณะและประสบการณ์การเรียนรู้ที่เกิดขึ้นจากการจากการสอนหรือการอบรม จึงเป็นการตรวจสอบความสามารถของบุคคล

พวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2530: 29) ได้ให้ความหมายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่าหมายถึง คุณลักษณะ รวมถึงความรู้ ความสามารถของบุคคลอันเป็นผลมาจากการเรียนการสอน ทำให้บุคคล เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในด้านต่าง ๆ ซึ่งเป็นการตรวจสอบระดับความสามารถของสมองของ บุคคล

เยาวดี วิบูลย์ศรี (2539: 16) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง กระบวนการ บังคับผลิตหรือคุณลักษณะที่สามารถวัดได้จากเครื่องมือวัดผลประเภทใดประเภทหนึ่งอย่างมีระบบ เป็นกระบวนการของวิทยาศาสตร์ที่เน้นปริมาณเป็นตัวเลขวมากกว่าการบรรยายในเชิงคุณศัพท์

พนม ลิ้มอารีย์ (2538: 32) ให้ความหมายว่า ผลสัมฤทธิ์ในการเรียน หมายถึง ความสำเร็จ ของบุคคลเกี่ยวกับเรื่องใดเรื่องหนึ่ง หลังจากที่ได้อบรม หรือศึกษาเล่าเรียนในเรื่องนั้นๆ ระยะเวลาหนึ่ง

กรมวิชาการ (2534: 21) ได้ให้ความหมายว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ปริมาณ และทักษะของความรู้ในสาขาวิชาที่บุคคลได้รับลักษณะการจัดองค์ประกอบและโครงสร้างของความรู้ และการใช้ประโยชน์โครงสร้างของความรู้ ในการแก้ปัญหาในการคิดเชิงสร้างสรรค์ ในการประเมิน ความน่าเชื่อถือของข้ออ้างและในการศึกษาค้นคว้าต่อไป

อารมณ สนานุกู (2539: 17-18) ได้ให้ความหมายว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นผล มาจากองค์ประกอบทางด้านสติปัญญา และองค์ประกอบทางด้านที่ไม่ใช่สติปัญญา การที่บุคคลจะ ประสบผลสำเร็จทางการศึกษามากน้อยเพียงใดนั้นขึ้นอยู่กับองค์ประกอบทั้งสองนี้ เนื่องจาก องค์ประกอบทางด้านสติปัญญานั้นเป็นปัจจัยสำคัญส่วนหนึ่งที่มีผลต่อการเรียนรู้หรือสัมฤทธิ์ผล ทาง การเรียน ดังนั้นผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจึงเป็นขนาดของความสำเร็จที่ได้จากการเรียน โดย อาศัยความสามารถเฉพาะตัวบุคคล

กูด (Good. 1973: 7) ได้ให้ความหมายว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นผลที่เกิดจาก ปัจจัยต่างๆ ในการจัดการศึกษา ผู้เรียนได้ให้ความสำคัญกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เนื่องจาก ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นสิ่งที่สามารถบอกถึงคุณภาพการศึกษา

จากความหมายข้างต้นสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลการวัดการ เปลี่ยนแปลงและประสบการณ์การเรียนรู้ ในเนื้อหาสาระที่เรียนมาแล้วว่าเกิดการเรียนรู้เท่าใด มี ความสามารถชนิดใด โดยสามารถวัดได้จากแบบทดสอบวัดสัมฤทธิ์ในลักษณะต่างๆ และการวัดผล ตามสภาพจริง เพื่อบอกถึงคุณภาพการศึกษา

3.2 การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เสริมศักดิ์ วิศาลาภรณ์; และเอนกกุล กรีแสง (2522: 22) ให้ความหมายการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า เป็นกระบวนการวัดปริมาณของผลการศึกษาเล่าเรียนว่าเกิดขึ้นมากน้อยเพียงใด โดยใช้การทดสอบเท่านั้น

สุรัชย์ ขวัญเมือง (2522: 232) กล่าวว่า การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึงการตรวจสอบดูว่าผู้เรียนได้บรรลุถึงจุดมุ่งหมายทางการศึกษาตามที่หลักสูตรกำหนดไว้แล้วเพียงใด นอกจากนี้แล้วยังรวมไปถึงการประเมินผลความสำเร็จต่างๆ ทั้งที่เป็นการวัดโดยใช้แบบทดสอบแบบให้ปฏิบัติการ และแบบที่ไม่ใช่แบบทดสอบด้วย

ไพศาล หวังพานิช (2526: 89) ได้ให้ความหมายการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า หมายถึง ความสามารถของบุคคลอันเกิดจากการเรียนการสอน เป็นการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมและประสบการณ์การเรียนรู้ที่เกิดจากการฝึกฝน หรือจากการเรียน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจึงเป็นการตรวจสอบระดับความสามารถของผู้เรียน

สรุปได้ว่า การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง กระบวนการวัดผลการศึกษาเล่าเรียนเพื่อตรวจสอบดูว่าผู้เรียนได้บรรลุถึงจุดมุ่งหมายทางการศึกษาตามที่หลักสูตรกำหนดไว้แล้วเพียงใด และผู้เรียนเกิดการเรียนรู้น้อยเพียงใดหลังจากเรียนในเรื่องนั้นๆ มาแล้ว

ไพศาล หวังพานิช (2523: 137) ได้แบ่งการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามจุดมุ่งหมายและลักษณะวิชาที่สอน ซึ่งสามารถวัดได้ 2 แบบ คือ

1. การวัดด้านปฏิบัติการ เป็นการตรวจสอบระดับความสามารถในการปฏิบัติ โดยมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้แสดงความสามารถในรูปการกระทำจริงให้ออกเป็นผลงาน เช่น การทดลองทางวิทยาศาสตร์ ดนตรี กีฬา เป็นต้น การวัดแบบนี้จึงต้องใช้ข้อสอบภาคปฏิบัติ

2. การวัดด้านเนื้อหา เป็นการตรวจสอบความสามารถเกี่ยวกับเนื้อหาวิชา ซึ่งเป็นประสบการณ์การเรียนรู้ของผู้เรียน รวมถึงพฤติกรรม ความสามารถในด้านต่าง ๆ สามารถวัดได้โดยใช้ “ข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์”

ล้วน สายยศ; และอังคณา สายยศ (2531: 146 -147) ได้แบ่งแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ได้เป็น 2 พวก คือ

1. แบบทดสอบของผู้สอน หมายถึง ชุดคำถามที่ผู้สอนเป็นผู้สร้างขึ้น ซึ่งเป็นข้อคำถามเกี่ยวกับความรู้ที่ผู้เรียนได้เรียนในห้องเรียนว่า ผู้เรียนมีความรู้มากแค่ไหน บกพร่องที่ตรงไหน จะได้สอนซ่อมเสริม หรือเป็นการวัดดูความพร้อมที่จะเรียนบทเรียนใหม่ ซึ่งขึ้นอยู่กับความต้องการของผู้สอน

2. แบบทดสอบมาตรฐาน แบบทดสอบประเภทนี้สร้างขึ้นจากผู้เชี่ยวชาญในแต่ละสาขาวิชา หรือจากผู้สอนที่สอนวิชานั้น แต่ผ่านการทดลองคุณภาพหลายครั้ง จนกระทั่งคุณภาพดีพอ จึงสร้างเกณฑ์ปกติของแบบทดสอบนั้น สามารถใช้เป็นหลักเปรียบเทียบผลเพื่อประเมินค่าของ

การเรียนการสอนในเรื่องใด ๆ ก็ได้ แบบทดสอบมาตรฐานจะมีคู่มือดำเนินการสอบบอกวิธีสอบและมีมาตรฐานในด้านการแปลคะแนนด้วย

ซึ่งเครื่องมือที่ใช้ในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในงานวิจัยนี้ คือ แบบทดสอบที่ผู้สอนสร้างขึ้น โดยประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่เลือกมาวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คือ แบบเลือกตอบ

อำนาจ รุ่งรัศมี (2525: 19-111) ให้ความหมายว่า การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจะต้องสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม 3 ด้าน คือ

1. ด้านความรู้-ความคิด พฤติกรรมด้านนี้เกี่ยวข้องกับกระบวนการต่างๆ ทางด้านสติปัญญาและสมอง เช่น การจดจำข้อเท็จจริง ความเข้าใจ ความคิดการตั้งสมมติฐาน และปัญหา
2. ด้านความรู้สึก พฤติกรรมด้านนี้เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตและพัฒนาการในด้านความสนใจ คุณค่า ความซาบซึ้ง และทัศนคติ หรือเจตคติ ต่างๆ ของผู้เรียน
3. ด้านปฏิบัติการ พฤติกรรมด้านนี้เกี่ยวข้องกับการพัฒนาทักษะในการปฏิบัติและการดำเนินการ เช่น การทดลอง เป็นต้น

นอกจากนี้ในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจะวัดความสามารถของผู้เรียนในการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ทางการศึกษาซึ่ง บลูม (Bloom) ได้จำแนกออกเป็น 3 ด้าน คือ ด้านพุทธิพิสัย ด้านทักษะพิสัย และด้านเจตพิสัย ซึ่ง สมหวัง คุรุรัตน์ (2539: 51-63) และ ภพ เลหาไพบูลย์ (2542: 97-99) ให้คำอธิบายไว้ดังนี้

1. ด้านพุทธิพิสัย เป็นการแสดงความรู้ ความจำ และทักษะทางปัญญา ได้แก่ ความเข้าใจในเนื้อหาการจัดระบบความคิด การวิเคราะห์ และการสังเคราะห์ข้อมูลการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้และประเมินคุณค่าความคิดหรือการกระทำนั้น บลูม จำแนกวัตถุประสงค์การเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัย ออกเป็น 6 ชั้นตามระดับความซับซ้อนจากต่ำไปสูงได้ ดังนี้

- 1.1 ความรู้ เป็นความสามารถทางสมอง ในการรับรู้จดจำเรื่องราวต่างๆ วัดได้จากความสามารถในการระลึกออกของบุคคลนั้น

- 1.2 ความเข้าใจ เป็นความสามารถในการจับใจความของเรื่องแบ่งเป็น 3 ด้านได้แก่ การแปลความ การตีความ และการขยายความ

- 1.3 การนำไปใช้ เป็นความสามารถในการนำเอาความรู้ ทฤษฎี หลักการ ข้อเท็จจริง ฯลฯ ไปแก้ปัญหาใหม่ที่เกิดขึ้นในสถานการณ์ใหม่ได้

- 1.4 การวิเคราะห์ เป็นความสามารถในการแยกแยะความรู้ต่างๆ ออกเป็นส่วนย่อยว่าประกอบกันอยู่อย่างไรแต่ละอันคืออะไรมีความสำคัญและเกี่ยวพันกันอย่างไรจำแนกได้ 3 แบบดังนี้วิเคราะห์ความสำคัญ วิเคราะห์ความสัมพันธ์ และวิเคราะห์หลักการ

- 1.5 การสังเคราะห์ เป็นความสามารถในการประกอบส่วนย่อยๆ ให้เข้ากันได้ โดยจัดระบบโครงสร้างให้มีความเหมาะสมและมีประสิทธิภาพมากขึ้น จำแนกพฤติกรรมเป็น 3 แบบ ดังนี้ สังเคราะห์ข้อความ สังเคราะห์แผนงาน และสังเคราะห์ความสัมพันธ์

1.6 การประเมินค่า เป็นความสามารถในการตัดสินใจเกี่ยวกับคุณค่า โดยการอาศัยเกณฑ์และมาตรฐานเป็นหลัก พฤติกรรมการประเมินค่า สามารถจำแนกได้เป็นการประเมินโดยอาศัยข้อเท็จจริงภายในและการประเมินโดยอาศัยข้อเท็จจริงภายนอก

2. ด้านทักษะพิสัย เป็นวัตถุประสงค์ทางการศึกษา ที่ใช้การวัดความสามารถในการกระทำอย่างมีทักษะของผู้เรียน เป็นการเรียนรู้ การปฏิบัติงาน เกณฑ์ในการวัดความสำเร็จของทักษะจะเกี่ยวข้องกับความสามารถที่ต้องแม่นยำ ความรวดเร็ว ระดับความดีของผลงาน

3. ด้านเจตพิสัย เป็นวัตถุประสงค์ทางการศึกษาที่เกี่ยวกับการแสดงความรู้สึก เจตคติคุณธรรม หรือค่านิยมต่อคน ความคิดหรือสิ่งของ สามารถวัดได้จากพฤติกรรมความรู้สึกที่แสดงออกมา ซึ่งสามารถแบ่งระดับการเรียนรู้ด้านเจตพิสัยออกเป็น 5 ด้าน ได้แก่ การรับรู้ การตอบสนอง การสร้างค่านิยม การจัดระบบค่านิยม และการสร้างลักษณะนิสัยตามค่านิยม

สมจิต สวชนไพบูลย์ (2527: 8-11) ได้กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ เนื้อหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ซึ่งแสดงออกเป็นพฤติกรรม ดังนี้ คือ

1. ความรู้-ความจำ เป็นความสามารถในการระลึกจดจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริงมโนคติ สมมติฐาน กฎ หลักการและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

2. ความเข้าใจ เป็นความสามารถในการอธิบายจำแนกความรู้ได้เมื่อปรากฏในรูปแบบใหม่ และแปลความหมายจากสัญลักษณ์หนึ่งไปสู่อีกสัญลักษณ์หนึ่ง

3. การนำไปใช้ เป็นความสามารถในการนำความรู้ วิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่แตกต่างออกไป โดยเฉพาะอย่างยิ่งในส่วนที่เกี่ยวกับชีวิตประจำวัน

4. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นความสามารถในการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ ประกอบด้วยทักษะการสังเกต การจำแนกประเภท และการลงความเห็นจากข้อมูล

จากที่กล่าวมา จะเห็นได้ว่าการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นการวัดความสามารถของผู้เรียนในการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ทางการศึกษา และจะต้องสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้จำแนกพฤติกรรมในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ตามแบบ สมจิต สวชนไพบูลย์ เพื่อนำไปสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งมี 4 พฤติกรรม คือ ความรู้-ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

3.3 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ได้มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ ดังนี้

วรรณทิพา รอดแรงคำ; และพิมพันธ์ เตชะคุปต์ (2532: 5) ได้ให้ความหมายทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ว่าเป็นกระบวนการทางสติปัญญาที่นักวิทยาศาสตร์และผู้ที่มีวิธีการทางวิทยาศาสตร์มาแก้ปัญหา ใช้ในการแสวงหาความรู้และแก้ปัญหาต่างๆ

ภพ เลหาไพบูลย์ (2542: 14) ได้กล่าวว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หมายถึง พฤติกรรมที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติและฝึกฝนอย่างเป็นระบบ

อเนก ประดิษฐ์พงษ์ (2545: 34) ได้กล่าวว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการทางสติปัญญาที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติและฝึกฝนอย่างเป็นระบบจนเกิดความรู้คล่องแคล่ว และสามารถนำไปแก้ปัญหาต่างๆ ได้

ดังที่กล่าวมาอาจสรุปได้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นกระบวนการทางสติปัญญาใช้ในการศึกษาค้นคว้าสืบเสาะหาความรู้และแก้ปัญหาต่างๆ อย่างเป็นระบบ เป็นพฤติกรรมที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติ ซึ่งทำให้เกิดการคิดอย่างเป็นระบบ

สมาคมอเมริกาเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ (American Association for the Advancement of Science - AAAS) ทางสมาคมได้ตีพิมพ์คู่มือที่มีชื่อว่า “วิทยาศาสตร์กับการใช้กระบวนการ” โดยเน้นคำอธิบายสำหรับครู และได้กำหนดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 13 ทักษะ ประกอบด้วยทักษะขั้นพื้นฐาน 8 ทักษะ และทักษะขั้นบูรณาการ 5 ทักษะ ดังนี้ (ภพ เลหาไพบูลย์. 2537: 14-29)

ขั้นที่ 1 ทักษะขั้นพื้นฐาน ได้แก่

ทักษะที่ 1 การสังเกต

ทักษะที่ 2 การวัด

ทักษะที่ 3 การคำนวณ

ทักษะที่ 4 การจำแนกประเภท

ทักษะที่ 5 การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับเวลา

ทักษะที่ 6 การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล

ทักษะที่ 7 การลงความเห็นข้อมูล

ทักษะที่ 8 การพยากรณ์

ขั้นที่ 2 ทักษะขั้นบูรณาการ ได้แก่

ทักษะที่ 1 การตั้งสมมติฐาน

ทักษะที่ 2 การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ

ทักษะที่ 3 การกำหนดและควบคุมตัวแปร

ทักษะที่ 4 การทดลอง

ทักษะที่ 5 การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

1. การสังเกต (Observing) หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่างรวมกัน ได้แก่ หู ตา จมูก ลิ้น และผิวหนัง เข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุหรือเหตุการณ์

โดยมีวัตถุประสงค์ที่จะหาข้อมูล ซึ่งข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอาจแบ่งได้เป็น 3 ระดับ คือ ข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะและสมบัติ เช่น สี กลิ่น รส ฯลฯ ข้อมูลเชิงปริมาณ เช่น ความกว้าง ความยาว ฯลฯ ข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลง เช่น ขนาดลดลง ฯลฯ

2. การวัด (Measuring) หมายถึง ความสามารถในการใช้เครื่องมือเพื่อทำการวัดหาปริมาณของสิ่งต่างๆ ได้อย่างถูกต้อง ความสามารถในการเลือกใช้เครื่องมือได้อย่างเหมาะสมกับสิ่งที่จะวัด และความสามารถในการอ่านค่าที่ได้จากการวัดได้อย่างถูกต้องรวดเร็วและใกล้เคียงความเป็นจริง

3. การคำนวณ (Using Number) หมายถึง การนำจำนวนที่ได้จากการสังเกตเชิงปริมาณการวัด การทดลองและแหล่งอื่นๆ มาจัดกระทำให้เกิดค่าใหม่ เช่น การบวก ลบ คูณ หาร ค่าเฉลี่ย ยกกำลัง และอื่นๆ ได้

4. การจำแนกประเภท (Classifying) หมายถึง การแบ่งพวกหรือเรียงลำดับวัตถุหรือสิ่งที่อยู่ในประสบการณ์ โดยมีเกณฑ์ ซึ่งเกณฑ์ดังกล่าว อาจใช้ความเหมือน ความแตกต่าง หรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้

5. การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับเวลา (Using Space Time Relationships) หมายถึง ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลา หรือความสัมพันธ์ระหว่างสเปซของวัตถุกับเวลาที่เปลี่ยนแปลงได้

6. การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล (Organizing Data and Communication) หมายถึง การนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลองและแหล่งอื่นๆ มาจัดกระทำเสียใหม่ โดยการหาค่าความถี่ การเรียงลำดับ และจัดแยกประเภท หรือคำนวณหาค่าใหม่เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลชุดนั้นดีขึ้น

7. การลงความเห็นข้อมูล (Inferring) หมายถึง ความสามารถในการอธิบายข้อมูลที่มีอยู่นั้นอย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย โดยพยายามโยงบางส่วนของความรู้ หรือประสบการณ์เดิมให้มาสัมพันธ์กับข้อมูลที่ตนเองมีอยู่

8. การพยากรณ์ (Prediction) หมายถึง การสรุปคำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลองโดยอาศัยปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นซ้ำๆ หลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่มีอยู่แล้วในเรื่องนั้นๆ มาช่วยในการสรุป

9. การตั้งสมมติฐาน (Formulation Hypotheses) หมายถึง การคาดคะเนคำตอบของปัญหาที่อาจเป็นไปได้โดยการอาศัย การสังเกต ความรู้ และประสบการณ์เดิมที่เป็นพื้นฐาน คำตอบที่คิดล่วงหน้านี้เป็นสิ่งที่ยังไม่ทราบหรือยังไม่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีมาก่อน

10. การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining Operationally) หมายถึง การกำหนดความหมายและขอบเขตของคำต่างๆ ที่อยู่ในสมมติฐานที่ต้องการทดลอง ให้เข้าใจตรงกัน สามารถสังเกตและวัดได้โดยให้คำอธิบายเกี่ยวกับการทดลองและบอกวิธีวัดตัวแปรที่เกี่ยวกับการทดลองนั้น

11. การกำหนดและควบคุมตัวแปร (Identifying and Controlling Variables) หมายถึง การบ่งชี้ ตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องการควบคุมในการทดลองหนึ่งๆ

12. การทดลอง (Experimenting) หมายถึง กระบวนการปฏิบัติเพื่อหาคำตอบหรือตรวจสอบ สมมติฐานที่ตั้งไว้ว่าถูกต้องหรือไม่ ในการทดลองจะประกอบด้วยกิจกรรม 3 ขั้นตอน คือ การออกแบบการทดลอง การปฏิบัติการทดลอง และการบันทึกผลการทดลอง

13. การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป (Interpreting Data and Conclusion) หมายถึง ความสามารถในการบอกความหมาย หรือการบรรยายลักษณะ และคุณสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ รวมทั้งความสามารถในการบอกความหมายข้อมูลเชิงสถิติด้วย และสามารถลงข้อสรุปโดยเอาความหมายของข้อมูลที่ได้ทั้งหมดสรุปให้เห็นความสัมพันธ์ของข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรที่ต้องศึกษาภายในขอบเขตของการทดลองนั้นๆ

3.4 ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

คำว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ นักวัดผลและนักวิชาการมีการเรียกชื่อแตกต่างกันไปเป็น แบบทดสอบความสัมฤทธิ์ แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ และได้ให้ความหมายไว้ในแนวเดียวกันดังนี้

ซวาล แพร์ตูกูล (2518: 112) ได้ให้ความหมายว่า แบบทดสอบความสัมฤทธิ์ หมายถึง แบบทดสอบที่วัดความรู้ ทักษะและสมรรถภาพด้านต่างๆ ที่ผู้เรียนได้รับจากประสบการณ์ทั้งปวง ทั้งจากโรงเรียนและบ้าน ยกเว้นการวัดทางร่างกาย ความถนัด และทางบุคคลกับสังคม สำหรับในโรงเรียนแล้วแบบทดสอบประเภทผลสัมฤทธิ์มุ่งที่จะวัดความสำเร็จในวิชาการเป็นส่วนใหญ่

วิเชียร เกตุสิงห์ (2517: 23) ได้ให้ความหมายไว้ว่า แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ หมายถึง แบบทดสอบที่วัดความรู้ ทักษะต่างๆ ที่ผู้เรียนได้รับการเรียนรู้มาในอดีต ข้อสอบประเภทนี้ส่วนใหญ่มักจะใช้วัดผลสัมฤทธิ์ผลทางด้านวิชาการ

อเนก เพ็ชรอนุกุลบุตร (2524: 151) ได้ให้ความหมายไว้ว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดความรู้ ทักษะ ความสามารถด้านต่างๆ ที่ได้รับจากประสบการณ์ และมุ่งวัดทางด้านวิชาการเป็นสำคัญ

ล้วน สายยศ; และอังคณา สายยศ (2531: 146) ได้ให้ความหมายว่าของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า เป็นแบบทดสอบที่วัดความรู้ของผู้เรียนที่ได้เรียนผ่านมาแล้ว ซึ่งมักจะเป็นคำถามที่ให้ผู้เรียนตอบใส่กระดาษ ด้วยปากกาหรือดินสอ

บุญชม ศรีสะอาด (2532: 52) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ไว้ว่า หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้ความรู้ ความสามารถในด้านวิชาการ ซึ่งเป็นผลจากการเรียนรู้ในเนื้อหาสาระที่ได้เรียนมาแล้ว และตามจุดประสงค์ของวิชาหรือเนื้อหาที่จะสอบ

เยาวดี วิบูลย์ศรี (2540: 28) ให้แนวคิดไว้ว่า แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์เป็นแบบทดสอบวัดความรู้ความสามารถเชิงวิชาการ ใช้ในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน โดยวัดความรู้ความสามารถจากการเรียนรู้ในอดีต หรือ ในสภาพปัจจุบัน

รอสส์และสแตนลีย์ (เยาวดี วิบูลย์ศรี 2540: 28; อ้างอิงจาก Ross; & Stanley 1967) ให้ความหมายว่า แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้วัดความสามารถทางวิชาการ เช่น แบบทดสอบวิชาคณิตศาสตร์ เป็นต้น

กรอนลันด์ (Gronlund. 1993: 1) ได้ให้แนวคิดไว้ว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์เป็น กระบวนการเชิงระบบ เพื่อผลการเรียนรู้ที่คาดว่าจะเกิดขึ้น จากกิจกรรมการเรียนรู้ต่างๆ โดยมีหน้าที่สำคัญในการปรับปรุงและพัฒนาการเรียนรู้อของผู้เรียน

จากข้างต้นกล่าวสรุปได้ว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์เป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ ความสามารถ และทักษะต่างของผู้เรียนที่ผู้เรียนได้เรียนรู้มาแล้วหรือได้ผ่านประสบการณ์เรียนรู้สิ่ง ต่างๆมาแล้ว ว่าผู้เรียนมีความรู้มากแค่ไหน สามารถบรรลุผลตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้เพียงใด

3.5 จุดมุ่งหมายของการใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

จุดมุ่งหมายของการใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช (2546) ได้นำเสนอไว้ว่า

1. เพื่อจัดตำแหน่งผู้เรียน
2. เพื่อตรวจสอบความก้าวหน้าของผู้เรียน
3. เพื่อปรับปรุงการเรียนการสอน
4. เพื่อการให้คำปรึกษาและแนะแนว
5. เพื่อสรุปผลการเรียน

จุดมุ่งหมายของการวัดผลสัมฤทธิ์ ภาพ เลาห์ไพบูลย์ (2537: 292) และพวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2530: 29) กล่าวไว้ว่าเป็นการตรวจสอบระดับความสามารถของสมรรถภาพของบุคคล ดังนี้

1. เพื่อทราบว่าคุณเรียนได้บรรลุเป้าหมายของการเรียนหรือไม่นักเรียนมีความรู้ ความสามารถมากน้อยเพียงใด เพื่อเปรียบเทียบหรือบันทึกความเจริญงอกงามของการเรียนรู้
2. เพื่อแก้ไขปรับปรุงการเรียนการสอน โดยถือว่าการวัดผลสัมฤทธิ์เป็นองค์ประกอบ หนึ่งในกระบวนการเรียนการสอน
3. เพื่อประเมินผล การวัดผลสัมฤทธิ์ทุกครั้งจะต้องมีการประเมินทุกครั้ง เพื่อจะได้ ทราบว่าคุณเรียนอยู่ในตำแหน่งใดของกลุ่ม บรรลุเป้าหมายในสิ่งที่สอนเป็นที่พอใจของผู้สอนหรือไม่

4. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจ

4.1 ความหมายของความพึงพอใจ

ราชบัณฑิตยสถาน (2542: 775) ได้ให้ความหมายคำว่า "พึง" เป็นคำช่วยกริยาอื่น หมายความว่า "ควร" เช่น พึงใจ หมายความว่า พอใจ ชอบใจ และคำว่า "พอ" หมายความว่า เท่าที่ ต้องการ เต็มความต้องการ ถูกชอบ เมื่อนำคำสองคำมาผสมกัน "พึงพอใจ" จะหมายถึง ชอบใจ ถูกใจตามที่ต้องการ ซึ่งจากการศึกษาเกี่ยวกับความพึงพอใจ ได้มีนักวิชาการหลายท่านได้ให้ ความหมายของความพึงพอใจไว้ ดังนี้

กิติมา ปรีดีลล (2529: 321) กล่าวว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกพอใจในงานที่ทำ เมื่องานนั้นให้ประโยชน์ตอบแทน ทั้งทางด้านวัตถุ และด้านจิตใจ ซึ่งสามารถตอบสนองความต้องการพื้นฐานของเขาได้ และยังได้กล่าวถึงแนวคิดที่เกี่ยวกับพื้นฐานความต้องการของมนุษย์ตามทฤษฎีของ มาสโลว์ ว่า หากความต้องการพื้นฐานของมนุษย์ได้รับการตอบสนอง ก็จะทำให้เขาเกิดความพึงพอใจ ซึ่งมาสโลว์ ได้แบ่งความต้องการพื้นฐานออกเป็น 5 ชั้น คือ

1. ความต้องการทางร่างกาย
2. ความต้องการความปลอดภัย
3. ความต้องการทางสังคม
4. ความต้องการที่จะได้รับการยกย่องจากสังคม
5. ความต้องการความสมหวังในชีวิต

ธनिया ปัญญาแก้ว (2541: 12) ได้ให้ความหมายว่า สิ่งที่ทำให้เกิดความพึงพอใจจะเกี่ยวกับลักษณะของงาน ปัจจัยเหล่านี้นำไปสู่ความพอใจในงานที่ทำ ได้แก่ ความสำเร็จ การยกย่อง และความก้าวหน้า เมื่อปัจจัยเหล่านี้อยู่ต่ำกว่า จะทำให้เกิดความไม่พอใจงานที่ทำ ถ้าหากว่างานให้ความก้าวหน้า ความสำเร็จและการยกย่องแก่ผู้ปฏิบัติงานแล้ว พวกเขาจะพอใจและมีแรงจูงใจในการทำงานเป็นอย่างมาก

วิรุฬ พรรณเทวี (2542: 11) ให้ความหมายไว้ว่า ความพึงพอใจเป็นความรู้สึกภายในจิตใจของบุคคลที่ไม่เหมือนกัน ซึ่งขึ้นอยู่กับแต่ละบุคคลว่าจะคาดหวังกับ สิ่งใดอย่างไร ถ้าคาดหวังมากและได้รับการตอบสนองด้วยดีก็จะเกิดความพึงพอใจมาก แต่ก็อาจมีผิดหวังหรือไม่พึงพอใจเมื่อไม่ได้รับการตอบสนองตามที่คาดหวังไว้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสิ่งที่ตนคาดหวังไว้ว่าจะมีมากหรือน้อย

กาญจนา อรุณสุขรุจี (2546: 5) ได้ให้ความหมายความพึงพอใจว่า เป็นการแสดงออกทางพฤติกรรมที่เป็นนามธรรม การที่เราจะทราบว่า บุคคลมีความพึงพอใจหรือไม่ สามารถสังเกต โดยการแสดงออกที่ค่อนข้างสลับซับซ้อน และต้องมีสิ่งเร้าที่ตรงต่อความต้องการของบุคคล จึงจะทำให้บุคคลเกิดความพึงพอใจ ดังนั้นการสร้างสิ่งเร้าจึงเป็นแรงจูงใจของบุคคลนั้นให้เกิดความพึงพอใจ

สุภาลักษณ์ ชัยอนันต์ (พรพิมล คงฉิม. 2552: 9; อ้างอิงจาก สุภาลักษณ์ ชัยอนันต์. 2540: 17) ได้ให้ความหมายของความพึงพอใจไว้ว่า ความพึงพอใจเป็นความรู้สึกเป็นสุขหรือยินดีที่ได้รับการตอบสนองความต้องการในสิ่งที่ขาดหายไป ความพึงพอใจเป็นสิ่งที่กำหนดพฤติกรรมที่จะแสดงออกของบุคคล ซึ่งมีผลต่อการเลือกที่จะปฏิบัติในกิจกรรมนั้น

ก๊อด (Good .1973: 320) ได้ให้ความหมายของความพึงพอใจไว้ว่า ความพึงพอใจหมายถึง สภาพคุณภาพหรือระดับความพึงพอใจ ซึ่งมาจากความสนใจต่าง ๆ และทัศนคติที่บุคคลมีต่อสิ่งที่ทำอยู่

วรูม (Vroom. 1953: 328) กล่าวว่าทัศนคติและความพึงพอใจในสิ่งหนึ่งสามารถใช้แทนกันได้ เพราะทั้งสองคำนี้จะหมายถึงผลที่ได้จากการที่บุคคลเข้าไปมีส่วนร่วมในสิ่งนั้น ทัศนคติด้านบวกจะแสดงให้เห็นสภาพความพึงพอใจในสิ่งนั้น และทัศนคติด้านลบจะแสดงให้เห็นสภาพความไม่พึงพอใจ

สรุปได้ว่า ความพึงพอใจเป็นความรู้สึกที่เป็นนามธรรมที่เกิดขึ้นภายในจิตใจของแต่ละบุคคลที่มีต่อเรื่องใด เรื่องหนึ่ง ซึ่งความพึงพอใจเป็นความรู้สึกที่แสดงออกในทางที่ดีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งๆ จะเกิดได้ก็ต่อเมื่อมีสิ่งมากระตุ้น ในการดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอน ความพึงพอใจเป็นสิ่งสำคัญที่ช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนตั้งใจเรียนและทำงานที่ได้รับมอบหมายให้ประสบความสำเร็จ โดยวิธีการวัดความพึงพอใจสามารถทำได้หลายวิธี เช่น การใช้แบบสอบถาม การสัมภาษณ์ การสังเกต ดังนั้นถ้าครูจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้ผู้เรียนเกิดความพึงพอใจได้ จะทำให้ผู้เรียนอยากจะเรียนและตั้งใจทำงานที่ได้รับมอบหมายหรือการปฏิบัติให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ ซึ่งสามารถส่งผลที่ดีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนได้

4.2 แนวคิดเกี่ยวกับความพึงพอใจ

นริษา นราศรี (สมพงษ์ เกษมสิน 2518: 298; อ้างอิงจาก นริษา นราศรี 2544: 28) ได้กล่าวว่า บุคคลจะเกิดความพึงพอใจจะต้องมีแรงจูงใจ ซึ่งแรงจูงใจเป็นการชักจูงให้เกิดการปฏิบัติตาม โดยมีมูลเหตุของความต้องการ 2 อย่างคือ ความต้องการทางร่างกาย และความต้องการทางจิตใจ

แห่งน้อย พงษ์สามารถ (2519: 26) ให้แนวคิดเกี่ยวกับความพึงพอใจว่า พึงพอใจเป็นท่าทีทั่วๆ ไปที่เป็นผลมาจากท่าทีที่มีต่อสิ่งต่างๆ 3 ประการ คือ ปัจจัยเกี่ยวกับกิจกรรม ปัจจัยที่เกี่ยวกับบุคคล และลักษณะความสัมพันธ์ระหว่างกลุ่ม

วิชัย เหลืองธรรมชาติ (2531: 15) ได้ให้แนวคิดเกี่ยวกับความพึงพอใจไว้ว่า ความพึงพอใจมีส่วนเกี่ยวข้องกับความต้องการของมนุษย์ คือ ความพึงพอใจจะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อความต้องการของมนุษย์ได้รับการตอบสนอง ซึ่งมนุษย์ไม่ว่าอยู่ที่ใดย่อมมีความต้องการขั้นพื้นฐานไม่ต่างกัน

พิทักษ์ ตรุษทิม (2538: 24) ได้ให้แนวคิดเกี่ยวกับความพึงพอใจว่า เป็นปฏิกิริยาด้านความรู้สึกต่อสิ่งที่มากระตุ้นที่แสดงผลออกมาในลักษณะของผลลัพธ์ สุดท้ายของการบวนการประเมินนั้นจะบ่งบอกทิศทางของผลการประเมินว่าเป็นไปในลักษณะทิศทางบวกหรือลบ หรือไม่มีปฏิกิริยา ต่อสิ่งเร้าหรือสิ่งที่มากระตุ้น

จากแนวคิดความพึงพอใจที่กล่าวมาข้างต้น จะเห็นได้ว่าส่วนใหญ่จะมีแนวคิดไปทางเดียวกัน ซึ่งสรุปได้ว่า ความพึงพอใจเป็นความรู้สึกในตัวบุคคลแต่ละคนที่มีต่อสิ่งต่างๆ ที่มากระตุ้นหรือสิ่งที่อยู่รอบข้าง ซึ่งความรู้สึกพอใจเป็นความรู้สึกที่ดี(ทางบวก) บุคคลแต่ละคนก็มีความพึงพอใจมากหรือน้อยแตกต่างกันออกไป ความพอใจจะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อเรามีความสนใจในสิ่งๆ นั้นหรือสิ่งนั้นมาทำให้เรารู้สึกพอใจ

4.3 การวัดความพึงพอใจ

มีนักวิชาการได้ให้ทรรศนะเกี่ยวกับการวัดความพึงพอใจ พอสรุปได้ดังนี้

บุญเรือง ขจรศิลป์ (2539: 25) ได้ให้ทรรศนะเกี่ยวกับการวัดความพึงพอใจว่าเป็นทัศนคติหรือเจตคติที่เป็นนามธรรม ซึ่งมีการแสดงออกที่ซับซ้อน จึงเป็นการยากที่จะสามารถวัด

ทัศนคติได้โดยตรง แต่เราสามารถที่จะวัดทัศนคติได้โดยอ้อม โดยวัดความคิดเห็นของบุคคลเหล่านั้น แทน ดังนั้นการวัดความพึงพอใจก็มีขอบเขตที่จำกัดด้วย การวัดอาจมีความคลาดเคลื่อนขึ้นถ้าบุคคลเหล่านั้นแสดงความคิดเห็นไม่ตรงกับความรู้สึกที่จริง ซึ่งความคลาดเคลื่อนเหล่านี้ย่อมเกิดขึ้นได้เป็นธรรมดาของการวัดโดยทั่วๆ ไป

ภณิดา ชัยปัญญา (2541: 11) ได้กล่าวไว้ว่า การวัดความพึงพอใจสามารถทำได้หลายวิธีดังต่อไปนี้

1. การใช้แบบสอบถาม โดยผู้ออกแบบสอบถาม เพื่อต้องการทราบความคิดเห็น ซึ่งสามารถกระทำได้ในลักษณะกำหนดคำตอบให้เลือกหรือตอบคำถามอิสระ คำถามดังกล่าวอาจถามความพอใจในด้านต่าง ๆ
2. การสัมภาษณ์ เป็นวิธีการวัดความพึงพอใจทางตรง ซึ่งต้องอาศัยเทคนิคและวิธีการที่ดีจะได้ข้อมูลที่แท้จริง
3. การสังเกต เป็นวิธีวัดความพึงพอใจ โดยการสังเกตพฤติกรรมของบุคคลเป้าหมาย การแสดงออก ไม่ว่าจะเป็นการพูดจา กริยา ท่าทาง วิธีนี้ต้องอาศัยการกระทำอย่างจริงจัง และสังเกตอย่างมีระเบียบแบบแผน

สรุปได้ว่า ความพึงพอใจเป็นความรู้สึกที่เป็นนามธรรมก็จริงแต่สามารถวัดความพึงพอใจได้ด้วยความพึงพอใจมากหรือน้อย ซึ่งการวัดความพึงพอใจสามารถวัดได้หลายวิธี โดยการวัดความพึงพอใจเป็นสิ่งสำคัญต่อการเรียนการสอนเนื่องจากความพึงพอใจบ่งบอกความสนใจของผู้เรียนที่มีต่อกิจกรรมหรือสื่อการสอนที่ใช้ในการเรียนการสอน ซึ่งผู้สอนต้องเลือกวิธีที่เหมาะสมเพื่อที่จะได้ผลลัพธ์ของความพึงพอใจที่ดี และการวัดความพึงพอใจส่งผลต่อการพัฒนาศักยภาพของผู้สอนต่อการจัดการเรียนการสอนให้แก่ผู้เรียนด้วยเหมือนกัน

5. เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในประเทศและต่างประเทศ

5.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสื่อเสมือนจริง

หทัยชนก ผลววรรณ (2547) ได้ทำการศึกษาเพื่อวิเคราะห์และอธิบายลักษณะองค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อการจัดการเรียนการสอนในห้องเรียนเสมือนจริง โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย ผู้สอนและผู้ดูแลระบบห้องเรียนเสมือนจริงของมหาวิทยาลัยในเขตกรุงเทพมหานคร จำนวน 639 คน ผลการวิจัยสามารถสรุปได้ว่า องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อการจัดการเรียนการสอนในห้องเรียนเสมือนจริง มี 7 องค์ประกอบ คือ 1. สภาพทั่วไปของสถานศึกษาและความรู้ความสามารถของบุคลากร 2. การจัดการรายวิชา 3. ระบบการวัดผลและประเมินผล 4. ระบบการติดต่อสื่อสาร 5. โปรแกรมประยุกต์ 6. รูปแบบของสื่อ และ 7. การบริหารจัดการของผู้ใช้

ศุภางค์ ไทยสมบุรณ์สุข (2547) ได้พัฒนารูปแบบการเรียนแบบร่วมมือแบบร่วมกลุ่ม เรื่องการบริหารโครงการในห้องเรียนเสมือนจริงสำหรับนิสิตระดับปริญญาตรี คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยรูปแบบการเรียนแบบร่วมมือแบบร่วมกลุ่มเรื่องการบริหารโครงการใน

ห้องเรียนเสมือนจริงแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้ ขั้นก่อนการเรียนในห้องเรียนเสมือนจริง ขั้นระหว่างการเรียนในห้องเรียนเสมือนจริง ขั้นติดตามผลหลังการเรียนในห้องเรียนเสมือนจริง ผลการวิจัยพบว่า รูปแบบการเรียนแบบร่วมมือแบบร่วมกลุ่มเรื่องการบริหารโครงการในห้องเรียนเสมือนจริงที่ได้พัฒนาขึ้นทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และผู้เรียนมีความพึงพอใจในระดับมากเกี่ยวกับรูปแบบการเรียนที่ได้พัฒนาขึ้น

พจนันท์ สุริรักษ์ (2548) ได้พัฒนาสื่อการเรียนอิเล็กทรอนิกส์ วิชา양ธรรมชาติในรูปแบบห้องเรียนเสมือนจริง ผลการวิจัย พบว่า สื่อการเรียนอิเล็กทรอนิกส์ ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 83/85 สูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้ เมื่อทำการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียน พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .01 โดยค่าเฉลี่ยของแบบทดสอบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน แสดงให้เห็นว่า สื่อการเรียนอิเล็กทรอนิกส์วิชา양ธรรมชาติในรูปแบบห้องเรียนเสมือนจริงที่พัฒนาขึ้นสามารถช่วยให้นักศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น และนักศึกษามีความพึงพอใจต่อสื่อการเรียนอยู่ในระดับดี ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.96

สุปรียา ศิริพัฒนกุลขจร (2548) ได้พัฒนารูปแบบห้องเรียนเสมือนจริงแบบจำลองสถานการณ์ร่วมกับการฝึกปฏิบัติ เรื่อง การผลิตรายการโทรทัศน์ กลุ่มตัวอย่างคือนักศึกษาระดับปริญญาตรีคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรีที่ลงทะเบียนเรียนวิชาการผลิตรายการโทรทัศน์ภาคการศึกษาที่ 1/2547 ได้มาโดยการสุ่มตัวอย่างอย่างง่าย จำนวน 44 คน ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มที่เรียนห้องเรียนเสมือนจริงแบบจำลองสถานการณ์ร่วมกับการฝึกปฏิบัติกับการเรียนแบบบรรยายประกอบการสาธิตร่วมกับการฝึกปฏิบัติมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 และนักศึกษามีเจตคติที่ดีต่อการเรียนด้วยชุดบทเรียนที่สร้างขึ้น

สุรพล บุญลือ (2550) ได้พัฒนารูปแบบการสอนโดยใช้ห้องเรียนเสมือนจริงแบบใช้ปัญหาเป็นหลักในระดับอุดมศึกษา กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองได้แก่นักศึกษาระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 3 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าพระบุรีที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2548 จำนวน 6 ห้องเรียน 220 คน โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 110 คน ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนจากห้องเรียนเสมือนจริงแบบใช้ปัญหาเป็นหลักมีผลการเรียนสูงกว่านักศึกษาที่เรียนจากห้องเรียนปกติโดยใช้ปัญหาเป็นหลักอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นักศึกษาที่เรียนผ่านห้องเรียนเสมือนจริงมีความพึงพอใจต่อการเรียนการสอนด้วยห้องเรียนเสมือนจริงแบบใช้ปัญหาเป็นหลักในระดับอุดมศึกษาอยู่ในระดับพึงพอใจมาก

วิรงรอง วงษ์วัฒน์ (2551) ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในการศึกษานอกสถานที่แบบการใช้ความเป็นจริงเสมือนกับแบบการใช้ความเป็นจริงเสมือนและการเรียนเป็นคู่ กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนที่กำลังศึกษาในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (ฝ่ายประถม) โดยใช้วิธีเลือกแบบเจาะจง และเลือกมาเป็นกลุ่มทดลอง จำนวน 2 ห้อง ได้แก่ ห้องเรียนที่ 1 จำนวน 30 คน กำหนดให้เป็นกลุ่มทดลองที่ 1

ศึกษาด้วยบทเรียนการศึกษานอกสถานที่ด้วยการใช้ความเป็นจริงเสมือน และห้องเรียนที่ 2 จำนวน 30 คน กำหนดให้เป็นกลุ่มทดลองที่ 2 ศึกษาด้วยบทเรียนการศึกษานอกสถานที่ด้วยการใช้ความเป็นจริงเสมือนและการเรียนเป็นคู่ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ บทเรียนการศึกษานอกสถานที่ด้วยการใช้ความเป็นจริงเสมือน ผลการวิจัยพบว่า ค่าเฉลี่ยคะแนนหลังเรียนของกลุ่มทดลองทั้ง 2 กลุ่ม สูงกว่าคะแนนก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และค่าเฉลี่ยของคะแนนหลังเรียนของกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยบทเรียนการศึกษานอกสถานที่ด้วยการใช้ความเป็นจริงเสมือนและการเรียนเป็นคู่สูงกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยบทเรียนการศึกษานอกสถานที่ด้วยการใช้ความเป็นจริงเสมือน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ศันสนีย์ สังสรรค์อนันต์ (2551) ได้ทำการพัฒนาแบบจำลองห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตในวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ โดยกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยได้แก่ นักศึกษาปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 ปีการศึกษา 2550 คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ จำนวน 60 คน ที่ลงเรียนวิชาปฏิบัติการฟิสิกส์ ในภาคเรียนที่ 1 ผลการวิจัยสรุปว่า ประสิทธิภาพของห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตในวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักศึกษาด้านวิทยาศาสตร์เท่ากับ 79.66/77.85 และนักศึกษามีความพึงพอใจต่อห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตในวิชาฟิสิกส์อยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยความพึงพอใจเท่ากับ 3.78

ชัยวัฒน์ เชื้อมั่ง; และวัลลภ คงนะ (2552) ได้ทำการพัฒนาสื่อการสอนห้องปฏิบัติการเคมีเสมือนใช้ในระบบ e-learning เป็นการจำลองห้องปฏิบัติการเคมีในคอมพิวเตอร์หรือผ่านทางอินเทอร์เน็ตไปยังผู้เรียน ผู้วิจัยได้ใช้โปรแกรม Virtual Chemistry Laboratory สร้างบทปฏิบัติการทดลองเคมี ซึ่งคล้ายกับการปฏิบัติการทดลองในห้องปฏิบัติการเคมีจริง ผู้วิจัยได้ใช้สื่อการสอนห้องปฏิบัติการเคมีเสมือนและใช้โปรแกรม Moodle ช่วยในการจัดการระบบเป็น e-learning เมื่อนำไปใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมหิตลวิทยานุสรณ์ จำนวน 48 คน ในเรื่องปริมาณสัมพันธ์ ปฏิกริยาเคมี และกรด-เบส ผลการวิจัยพบว่า 1) สื่อการสอนที่สร้างขึ้นมีค่า E_1 และ E_2 เท่ากับ 83.48 และ 87.56 ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 2) นักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนเพิ่มขึ้นร้อยละ 85.80 จากการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยสถิติทดสอบค่า t-test แบบ dependent อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ 3) นักเรียนมีความพึงพอใจต่อสื่อการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นในระดับมาก

อรรถศาสตร์ เวียงสงค์ (2553) ได้พัฒนาสื่อความเป็นจริงเสมือนเพื่อการประชาสัมพันธ์มหาวิทยาลัยมหาสารคาม 1. เพื่อศึกษารูปแบบของสื่อความเป็นจริงเสมือนที่เหมาะสมกับการประชาสัมพันธ์มหาวิทยาลัยมหาสารคาม 2. เพื่อพัฒนาสื่อความเป็นจริงเสมือนในการประชาสัมพันธ์มหาวิทยาลัยมหาสารคาม 3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนิสิตที่มีต่อสื่อความเป็นจริงเสมือนเพื่อการประชาสัมพันธ์มหาวิทยาลัยมหาสารคาม โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้มาโดยการสุ่มอย่างง่ายจากนิสิตที่เรียนในรายวิชาสารสนเทศพื้นฐาน จำนวน 205 คน ผลการวิจัยพบว่า ได้รูปแบบสำหรับการพัฒนาสื่อความเป็นจริงเสมือนที่เหมาะสมกับการประชาสัมพันธ์มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ได้สื่อความเป็นจริงเสมือนที่

พัฒนาขึ้นตามรูปแบบที่ได้จากการศึกษา และนิสิตมีความพึงพอใจต่อการใช้สื่อความเป็นจริงเสมือนโดยรวมอยู่ในระดับมาก

ฮิลตซ์ (Hiltz. 1997) ได้ศึกษาเกี่ยวกับผลกระทบต่อโครงสร้างของระบบการเรียนการสอนในระดับอุดมศึกษาของมหาวิทยาลัยเสมือนที่ใช้ระบบ Virtual Classroom ศึกษาโดยใช้แบบสอบถามก่อนและหลังการเรียน การสังเกตกิจกรรมการเรียนออนไลน์ของนักศึกษา การสัมภาษณ์นักศึกษากลุ่มตัวอย่าง การเปรียบเทียบผลการสอบและการใช้มาตรวัดประสิทธิภาพอื่นๆ และรายงานจากอาจารย์ผู้สอน จากผลการวิจัยพบว่า เมื่อเปรียบเทียบกับชั้นที่เรียนแบบปกติ จะเห็นว่าการเรียนการสอนโดยใช้ระบบห้องเรียนเสมือนจริงนักศึกษาส่วนใหญ่จะได้คะแนนสูงกว่าในด้านต่อไปนี้ เช่น เนื้อหาที่น่าสนใจ มีการกระตุ้นให้มีส่วนร่วมในการเรียนมากขึ้น สามารถติดต่อกับอาจารย์ได้ดี มีความสะดวกต่อการเรียน มีผลการเรียนรู้ออกมาดีขึ้น มีความพอใจในระบบการเรียนการสอนแบบนี้ และเป็นการเพิ่มคุณค่าให้กับการศึกษา ส่วนผลกระทบต่างๆ ที่มีต่อคณาจารย์หลังจากที่ได้รวบรวมข้อคิดเห็นที่ได้จากการสนทนากระดานสนทนาอิเล็กทรอนิกส์ มีความเห็นว่า การเรียนการสอนในระบบนี้ทำให้เกิดภาระงานสอนมากขึ้นกว่าการเรียนปกติในชั้นเรียน

แมทเทียส และคณะ (Mattheos; et al. 2001) ได้ทำการศึกษาการเรียนการสอนทางไกลแบบใช้ปัญหาเป็นหลักในห้องเรียนเสมือนจริงระดับอุดมศึกษา วิชาโครงสร้างและลักษณะของพื้น โดยได้ทำการทดลองเรียนโดยใช้ห้องเรียนเสมือนจริง โดยให้นักศึกษาจำนวน 28 คน จาก 12 ประเทศในทวีปยุโรปได้เรียนร่วมกัน ซึ่งได้มีการเลือกนักศึกษาที่มีความรู้ด้านคอมพิวเตอร์ และสามารถที่จะใช้ในการติดต่อสื่อสารได้ โดยใช้ขั้นตอนในการแก้ปัญหา 6 ขั้นตอน เริ่มจาก 1) การให้นิยามปัญหา 2) ตั้งสมมุติฐาน 3) ตั้งเป้าหมายในการเรียนรู้ 4) หาข้อมูลที่ต้องเพิ่มจากภายนอกกลุ่ม 5) สังเคราะห์ข้อมูลใหม่ที่ได้ 6) ทดสอบสมมุติฐานการศึกษา จากการวิจัยพบว่าเกิดการเรียนรู้สูงขึ้นและผลงานที่น่าเสนออยู่ในระดับดีมาก

แฟน และคณะ (Fan; et al. 2006) ได้ศึกษาการเรียนการสอนด้วยห้องปฏิบัติการเสมือนจริงผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ใช้งานบนระบบเครือข่ายไร้สาย สรุปผลได้ว่า จากการที่ได้นำไปทดลองใช้ในแต่ละห้องปฏิบัติการในมหาวิทยาลัยจิลิน พบว่า การเรียนการสอนด้วยห้องปฏิบัติการเสมือนจริงผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตนั้นประสบความสำเร็จ และมีประสิทธิภาพที่สูง

เฮอก้า และดีเนฟสกี (Herga; & Dinevski. 2012) ได้ศึกษาผลการเรียนรู้ของนักเรียนโดยใช้ห้องปฏิบัติการเสมือนจริง ในวิชาเคมี กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 7 จำนวน 38 คน ซึ่งได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง โดยแบ่งนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลอง (Experimental Group - EG) และกลุ่มควบคุม (Control Group - CG) โดยกลุ่มทดลองจะได้รับการเรียนการสอนโดยใช้ห้องปฏิบัติการเสมือนจริงด้วยโปรแกรม Crocodile Clips Chemistry ส่วนกลุ่มควบคุมจะได้รับการเรียนการสอนแบบปกติ สรุปได้ว่า จากการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มจากคะแนนรวมก่อนเรียนและหลังเรียน ผลปรากฏว่าผลการเรียนก่อนเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ในระดับความรู้นักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีความรู้ไม่แตกต่างกัน ในระดับความเข้าใจนักเรียนกลุ่มทดลองมีความเข้าใจสูงกว่า

นักเรียนกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และในระดับการนำไปประยุกต์ใช้ นักเรียนกลุ่มทดลอง มีการนำไปประยุกต์ใช้สูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

จากงานวิจัยข้างต้นสรุปได้ว่า การเรียนการสอนโดยใช้สื่อเสมือนจริง ไม่ว่าจะเป็นห้องเรียนเสมือนจริง ห้องปฏิบัติการเสมือนจริง มหาวิทยาลัยเสมือน โดยส่วนใหญ่จะเห็นได้ว่า ผู้เรียนมีผลการเรียนรู้หรือผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้น ผู้เรียนรู้จักที่จะเรียนรู้ด้วยตนเอง มีทักษะกระบวนการคิดที่ดีมากขึ้น ผู้เรียนมีความสนใจที่อยากจะเรียน ผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อสื่อเสมือนจริง และมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนมากขึ้น แสดงให้เห็นว่าสื่อเสมือนจริงมีประสิทธิภาพในการนำมาใช้ ในด้านการศึกษา ไม่ว่าจะเป็นการเรียนการสอน และทางการศึกษาด้านอื่นๆ เพื่อพัฒนาผลการเรียนรู้ของผู้เรียนให้สูงขึ้น



บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1. การกำหนดประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง
2. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การเก็บรวบรวมข้อมูล
4. การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล

การกำหนดประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร

การวิจัยครั้งนี้ประชากรเป้าหมาย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556 โรงเรียนอำนาจเจริญ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 29

การเลือกกลุ่มตัวอย่าง

1. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้หาประสิทธิภาพบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556 โรงเรียนอำนาจเจริญ จำนวน 30 คน

2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556 โรงเรียนอำนาจเจริญ จำนวน 1 ห้องเรียน ซึ่งมีนักเรียน 40 คน

โดยได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง ซึ่งผู้วิจัยเจาะจงเลือกห้องเรียนที่สะดวกในการเก็บข้อมูล และผู้เรียนมีเวลาเหมาะสมกับสถานที่ในการจัดการเรียนรู้ อีกทั้งพิจารณาห้องเรียนจากคะแนนการสอบเข้า จากเกณฑ์การสอบเข้าของนักเรียนที่โรงเรียนจัดห้องไว้แล้ว เพื่อให้เหมาะสมกับเครื่องมือที่นำไปทดลอง

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย มีดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องสารละลายกรดและเบส สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร วิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

2. ใบกิจกรรม เรื่องสารละลายกรดและเบส ประกอบด้วย จุดประสงค์การเรียนรู้ ขั้นตอนการทดลอง ตารางบันทึกผลการทดลอง คำถามท้ายการทดลอง และสรุปผลการทดลอง

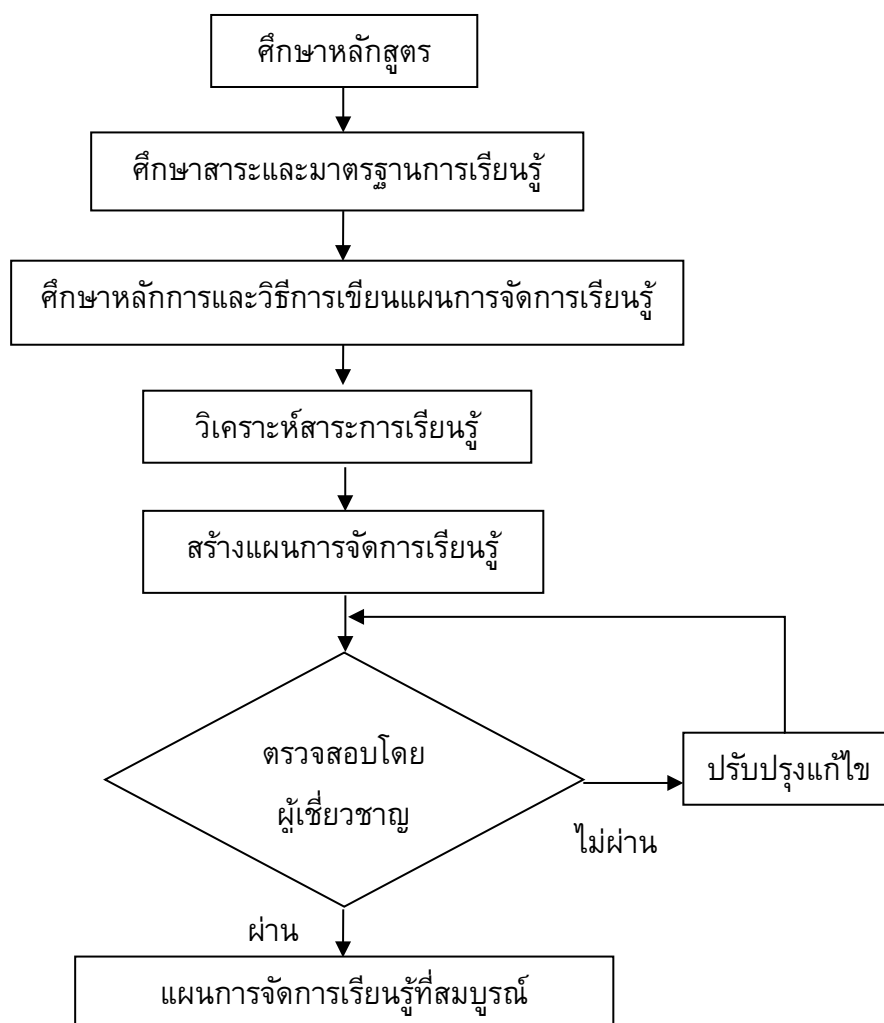
3. บทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส คือ การจำลองการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส ไว้ในเครื่องคอมพิวเตอร์ ในลักษณะของโปรแกรมการทดลอง โดยนักเรียนจะทำการทดลองผ่านเครื่องคอมพิวเตอร์ นักเรียนจะต้องควบคุมการทำการทดลองด้วยตนเองโดยการนำเมาส์ไปคลิก เครื่องมือ สารเคมี และอุปกรณ์ต่างๆ ที่ปรากฏบนหน้าจอคอมพิวเตอร์ ตามขั้นตอนในใบกิจกรรม นอกจากนี้ยังสามารถทราบผลการปฏิบัติการได้ทันที

4. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องสารละลายกรดและเบส ก่อนเรียนและหลังเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จำนวน 30 ข้อ เป็นแบบเลือกตอบ (Multiple choice) ชนิด 4 ตัวเลือก

5. แบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส ที่สร้างขึ้น จำนวน 15 ข้อ เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่าตามแบบของลิเคิร์ท

ขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือชิ้นที่ 1

การสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่องสารละลายกรดและเบส มีขั้นตอนการสร้างดังนี้



ภาพประกอบ 2 ขั้นตอนการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้

การสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่องสารละลายกรดและเบส มีรายละเอียดดังนี้

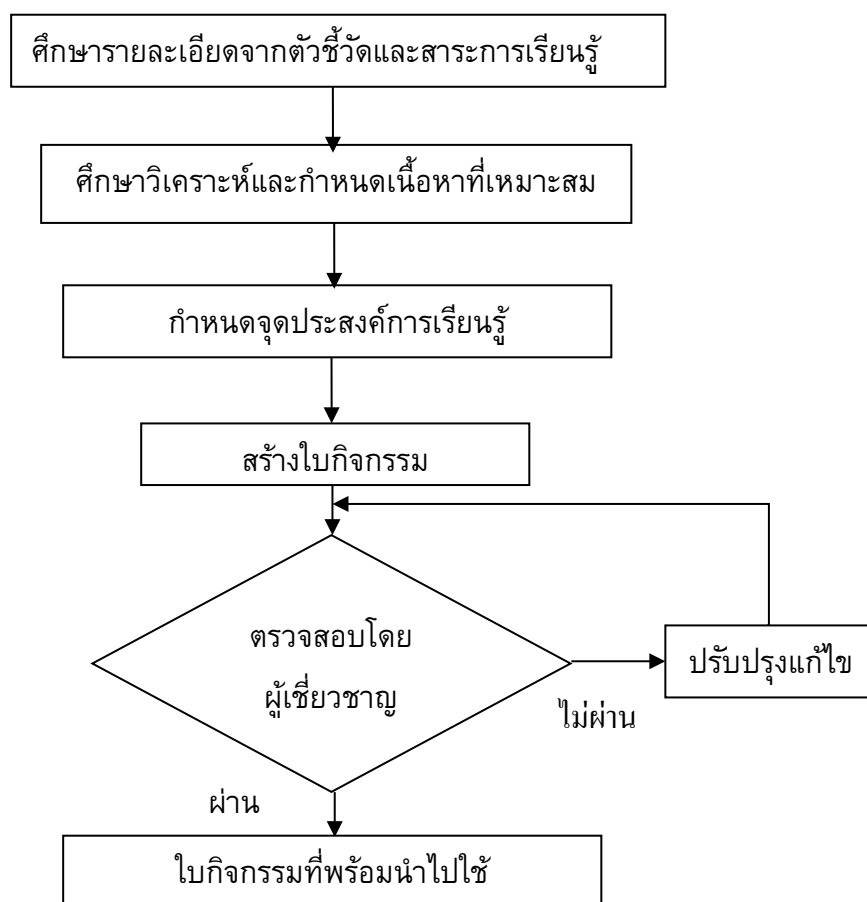
1. ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
2. ศึกษาสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ตัวชี้วัดสาระการเรียนรู้และผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง สำหรับเนื้อหาเรื่องสารละลายกรดและเบส สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร วิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
3. ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับหลักการและวิธีการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ หลักการวัดและประเมินผล เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้
4. วิเคราะห์สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เรื่องสารละลายกรดและเบส เพื่อกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้และสาระการเรียนรู้
5. จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ เรื่องสารละลายกรดและเบส ที่กำหนดไว้ ซึ่งแผนการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย
 - 5.1 มาตรฐานการเรียนรู้
 - 5.2 ตัวชี้วัด
 - 5.3 สาระสำคัญ
 - 5.4 จุดประสงค์การเรียนรู้
 - 5.5 สาระการเรียนรู้
 - 5.6 กิจกรรมการเรียนการสอน มีขั้นตอนดังนี้
 - 5.6.1 ชี้นำ
 - 5.6.2 ชี้นสอน
 - 5.6.3 ชี้นสรุป
 - 5.7 สื่อการเรียนรู้
 - 5.8 ประเมินผล
6. นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างเสร็จแล้ว ไปให้ประธานควบคุมปริญญานิพนธ์ ตรวจสอบพิจารณาความถูกต้องขั้นต้น จากนั้นนำแผนการจัดการเรียนรู้ไปให้ผู้เชี่ยวชาญทางการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ จำนวน 3 ท่าน พิจารณาข้อคำถามแล้วลงความเห็นเป็นรายข้อว่า ข้อคำถามนั้นๆ สามารถใช้วัดตัวแปรที่จะศึกษาได้หรือไม่ และตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาว่าสามารถวัดได้ถูกต้องตรงประเด็นและครบถ้วนครอบคลุมเนื้อหาสาระของสิ่งที่ตั้งการจะวัด ซึ่งมีค่าที่เป็นไปได้ 3 ค่า คือ +1, 0, -1 โดยการให้คะแนนแต่ละค่ามีเงื่อนไข ดังนี้
 - +1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อคำถามนั้นสามารถวัดตัวแปรที่ศึกษาได้
 - 0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อคำถามนั้นสามารถวัดตัวแปรที่ศึกษาได้
 - 1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อคำถามนั้นสามารถวัดตัวแปรที่ศึกษาได้

หลังจากนั้น นำผลที่ได้จากการประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญมาคำนวณหา ดัชนีความสอดคล้อง(Index of Congruence: IOC) (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540: 117) โดยพิจารณาค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป จากการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ พบว่าทุกข้อมีค่าดัชนีความสอดคล้องเท่ากับ 1 ซึ่งแสดงรายละเอียดในภาคผนวก ข

7. นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านการตรวจสอบและปรับปรุงแก้ไขแล้วไปใช้ในการ วิจัยต่อไป

ขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือชิ้นที่ 2

การสร้างใบกิจกรรม มีขั้นตอนการสร้างดังนี้



ภาพประกอบ 3 ขั้นตอนการสร้างใบกิจกรรม

การสร้างใบกิจกรรม มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ศึกษารายละเอียดจากตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551
2. วิเคราะห์เนื้อหา และกำหนดเนื้อหาที่เหมาะสม โดยทำการศึกษารายละเอียดของ เนื้อหา เรื่องสารละลายกรดและเบส ซึ่งเนื้อหาโดยส่วนใหญ่ได้จากการศึกษาจากหนังสือเรียนวิชา

วิทยาศาสตร์พื้นฐาน ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

3. กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ ในแต่ละเรื่องของการทดลอง โดยศึกษารายละเอียด จากตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และศึกษาจากหนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

4. ทำการสร้างใบกิจกรรมในแต่ละตอนของการทดลอง เรื่องสารละลายกรด-เบส จากเนื้อหาที่กำหนดไว้ ซึ่งใบกิจกรรม ประกอบด้วย หัวข้อต่างๆ ดังนี้

- จุดประสงค์การเรียนรู้
- ขั้นตอนการทดลอง
- ตารางบันทึกผลการทดลอง
- คำถามท้ายการทดลอง
- สรุปผลการทดลอง

5. นำใบกิจกรรมที่สร้างเสร็จแล้ว ไปให้ประธานควบคุมปริญาณิพันธ์ตรวจสอบ พิจารณาความถูกต้องขั้นต้น จากนั้นนำไปกิจกรรมไปให้ผู้เชี่ยวชาญทางการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ จำนวน 3 ท่าน พิจารณาข้อคำถามแล้วลงความเห็นเป็นรายข้อว่า ข้อคำถามนั้นๆ สามารถใช้วัดตัวแปรที่จะศึกษาได้หรือไม่ และตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาว่าสามารถวัดได้ถูกต้องตรง ประเด็นและครบถ้วนครอบคลุมเนื้อหาสาระของสิ่งที่ตั้งการจะวัด ซึ่งมีค่าที่เป็นไปได้ 3 ค่า คือ +1, 0, -1 โดยการให้คะแนนแต่ละค่ามีเงื่อนไข ดังนี้

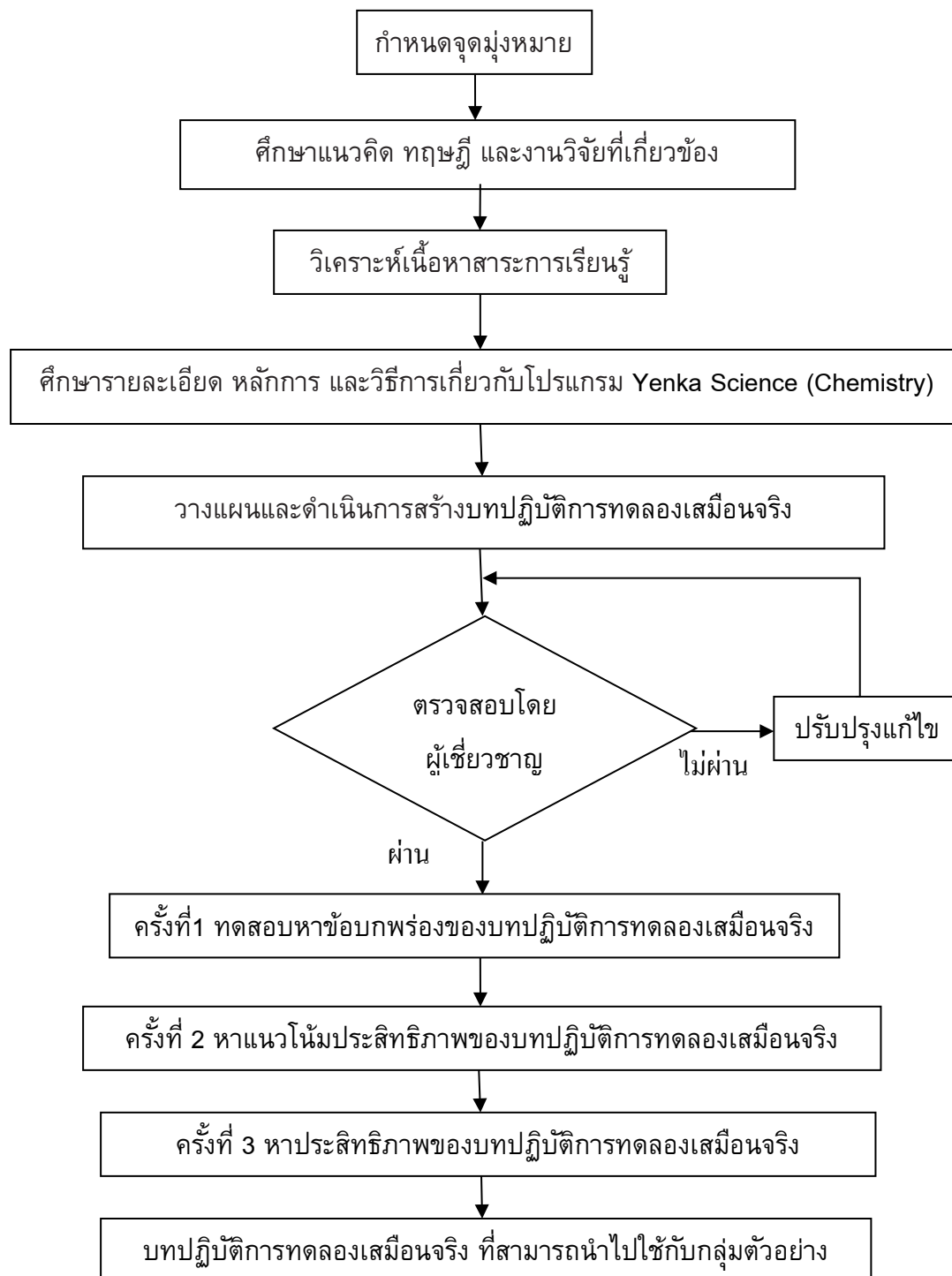
- +1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อคำถามนั้นสามารถใช้วัดตัวแปรที่ศึกษาได้
- 0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อคำถามนั้นสามารถใช้วัดตัวแปรที่ศึกษาได้
- 1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อคำถามนั้นสามารถใช้วัดตัวแปรที่ศึกษาได้

หลังจากนั้น นำผลที่ได้จากการประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญมาคำนวณหา ดัชนีความสอดคล้อง (Index of Congruence: IOC) (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540: 117) โดยพิจารณาค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป จากการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ พบว่าทุกข้อมีค่าดัชนีความสอดคล้องเท่ากับ 1 ซึ่งแสดงรายละเอียดในภาคผนวก ข

6. นำใบกิจกรรมที่ผ่านการตรวจสอบและปรับปรุงแก้ไขจากผู้เชี่ยวชาญนำไปใช้ในการวิจัยต่อไป

ขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือชิ้นที่ 3

การสร้างบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส มีขั้นตอนการสร้างดังนี้



ภาพประกอบ 4 ขั้นตอนการสร้างบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส

การสร้างบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส มีรายละเอียดดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายในการพัฒนาบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส

2. ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง

3. ศึกษาสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ที่ใช้ในงานวิจัย คือ สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 วิเคราะห์เนื้อหา และกำหนดเนื้อหาที่เหมาะสม โดยศึกษารายละเอียดเนื้อหาบทปฏิบัติการเรื่องสารละลายกรดและเบส เอกสารต่างๆ ที่เกี่ยวข้องซึ่งเนื้อหาโดยส่วนใหญ่ได้จากการศึกษาจากหนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามหลักสูตรการแกนกลางศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ซึ่งมีขอบเขตเนื้อหา ดังนี้

- สมบัติของสารละลายกรดและสารละลายเบสเบส
- การตรวจสอบความเป็นกรดเป็นเบสของสารละลาย
- pH ของสารละลายกรดและเบส

4. ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับหลักการและวิธีการสร้างบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง จากเอกสารต่างๆ และคู่มือที่เกี่ยวข้องกับโปรแกรม Yenka Science (Chemistry) (บริษัท เอ เชียน ไอ.ที.จำกัด ม.ป.ป.: 1-63) ศึกษาส่วนประกอบต่างๆ ของโปรแกรม และวิธีการใช้โปรแกรม เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง

5. วางแผนและดำเนินการสร้างบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส ให้มีความเหมาะสมกับเนื้อหาและสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ เรื่องสารละลายกรดและเบส ที่กำหนดไว้ โดยบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นในงานวิจัยนี้มี 3 ส่วนใหญ่ๆ คือ

ส่วนที่ 1 แถบอุปกรณ์และสารเคมี เป็นแถบที่ผู้วิจัยได้จัดเตรียมอุปกรณ์และสารเคมีที่จำเป็นต้องใช้ในการทำการทดลองเพื่อให้สอดคล้องกับเนื้อหาในเรื่องนั้นๆ และ เพื่อให้นักเรียนสามารถใช้อุปกรณ์และสารเคมีได้อย่างสะดวก โดยแถบอุปกรณ์และสารเคมีที่ผู้วิจัยได้จัดเตรียมนั้นได้มาจากส่วนที่เป็นอุปกรณ์และสารเคมีที่มีในโปรแกรมเพื่อใช้ในการสร้างแบบจำลอง

ส่วนที่ 2 พื้นที่การทำงานหรือพื้นที่ทำการทดลอง เป็นพื้นที่ที่ให้นักเรียนสามารถทำการทดลอง พื้นที่การทำงานนี้จะสามารถนำอุปกรณ์มาวางเพื่อสร้างแบบจำลองได้ โดยนักเรียนสามารถนำอุปกรณ์และสารเคมีที่ต้องการทดลองมาทำการทดลองยังพื้นที่นี้ได้โดยการลากจากแถบอุปกรณ์และสารเคมีที่ได้จัดเตรียมไว้ให้มายังพื้นที่นี้ ซึ่งพื้นที่นี้จะมีการเกิดปฏิกิริยาของสารเคมีหรือมีการเกิดการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นระหว่างการทำการทดลอง

ส่วนที่ 3 พื้นที่ในการนำเสนอ เป็นส่วนที่ไว้นำเสนอสิ่งต่างๆที่ผู้วิจัยต้องการสร้างให้สอดคล้องกับเนื้อหาเรื่องนั้นๆ เช่น ข้อความ คำอธิบาย เป็นต้น

บทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส เป็นการจำลองการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส ไว้ในเครื่องคอมพิวเตอร์ ในลักษณะของโปรแกรมการทดลอง โดยนักเรียนจะทำการทดลองผ่านโปรแกรมที่ผู้วิจัยได้สร้างไว้ นักเรียนจะต้องควบคุมการทำปฏิบัติการด้วยตนเองโดยการนำเมาส์ไปคลิก เครื่องมือ สารเคมี และอุปกรณ์ต่างๆ ที่ปรากฏบนหน้าจอคอมพิวเตอร์ ตามคำอธิบายที่มีให้ นอกจากนี้ยังสามารถทราบผลการปฏิบัติการได้ทันที

6. นำบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส ที่สร้างเสร็จแล้ว ไปให้ประธานควบคุมปริญญาโทตรวจสอบและพิจารณาความถูกต้องขั้นต้น จากนั้นนำบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส ไปตรวจสอบโดยผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญทางการสอนวิทยาศาสตร์ จำนวน 2 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญทางด้านเทคโนโลยี จำนวน 1 ท่าน พิจารณาข้อคำถามแล้วลงความเห็นเป็นรายข้อว่า ข้อคำถามนั้นๆ สามารถใช้วัดตัวแปรที่จะศึกษาได้หรือไม่ และตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาว่าสามารถวัดได้ถูกต้องตรงประเด็นและครอบคลุมเนื้อหาสาระของสิ่งที่ตั้งการจะวัด ซึ่งมีค่าที่เป็นไปได้ 3 ค่า คือ +1, 0, -1 โดยการให้คะแนนแต่ละค่ามีเงื่อนไข ดังนี้

- +1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อคำถามนั้นสามารถใช้วัดตัวแปรที่ศึกษาได้
- 0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อคำถามนั้นสามารถใช้วัดตัวแปรที่ศึกษาได้
- 1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อคำถามนั้นสามารถใช้วัดตัวแปรที่ศึกษาได้

หลังจากนั้น นำผลที่ได้จากการประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญมาคำนวณหาดัชนีความสอดคล้อง (Index of Congruence: IOC) (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2540: 117) โดยพิจารณาค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป จากการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ พบว่าทุกข้อมีค่าดัชนีความสอดคล้องเท่ากับ 1 ซึ่งแสดงรายละเอียดในภาคผนวก ข

7. นำบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส ที่ผ่านการตรวจสอบและประเมินจากผู้เชี่ยวชาญแล้ว ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 3 คน โดยกำหนดให้นักเรียน 1 คน ต่อ คอมพิวเตอร์ 1 เครื่อง ซึ่งในระหว่างการทดลองผู้วิจัยจะสังเกตพฤติกรรมในระหว่างเรียน ชักถามปัญหา และสอบถามนักเรียนแล้วจดบันทึกปัญหาและข้อเสนอแนะต่างๆ ที่นักเรียนไม่เข้าใจ เพื่อที่จะนำปัญหาและข้อบกพร่องที่พบมาปรับปรุงและแก้ไขเพื่อให้ได้บทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส ที่มีคุณภาพมากขึ้น ซึ่งผู้วิจัยได้พบปัญหาและข้อบกพร่องต่างๆ ที่นำไปปรับปรุงแก้ไขดังนี้

1. สีของตัวอักษรและพื้นหลังของตัวอักษรบางจุดไม่ชัดเจน
2. ขนาดของตัวอักษรบางจุดยังไม่เหมาะสม
3. การวางภาพให้อยู่ในกรอบของจอคอมพิวเตอร์

ผู้วิจัยได้นำมาปรับปรุงแก้ไขให้เหมาะสมตามข้อเสนอแนะดังกล่าว ดังนี้

1. แก้ไขตัวอักษรและพื้นหลังของตัวอักษรให้เหมาะสมเพื่อให้เห็นชัดเจนขึ้น
2. แก้ไขโดยการปรับขนาดของตัวอักษรโดยเพิ่มขนาดตัวอักษรที่มีขนาดเล็กและลดขนาดตัวอักษรที่มีขนาดใหญ่ให้ดูเหมาะสม
3. แก้ไขการจัดวางภาพให้อยู่ในกรอบของจอคอมพิวเตอร์

หลังจากปรับปรุงแก้ไขเรียบร้อยแล้ว จึงนำบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส ไปใช้ทดลองในชั้นถัดไป

8. นำบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส ที่ได้รับการปรับปรุงในครั้งที่ 1 ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 9 คน โดยให้นักเรียน 1 คน ต่อคอมพิวเตอร์ 1 เครื่อง ซึ่งผู้เรียนจะต้องทำใบกิจกรรมระหว่างเรียนหลังจากเรียนจบเนื้อหาในแต่ละตอน และเมื่อเรียนจบทุกตอนแล้ว ผู้เรียนจะต้องทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียน จากนั้นนำผลคะแนนที่ได้จากการทำใบกิจกรรมระหว่างเรียนและจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียนไปวิเคราะห์หาแนวโน้มประสิทธิภาพของบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส โดยนำผลรวมของคะแนนกิจกรรมระหว่างเรียนของผู้เรียนทุกคนและผลรวมของคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบหลังเรียนของผู้เรียนทุกคนมาวิเคราะห์หาประสิทธิภาพ โดยใช้สูตร E_1 / E_2 พร้อมกันนี้ผู้วิจัยได้สังเกตและเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาและข้อบกพร่องต่างๆ เพื่อนำมาปรับปรุงและแก้ไขให้มีความเหมาะสมมากยิ่งขึ้น จากการวิเคราะห์หาแนวโน้มประสิทธิภาพ พบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนจากการทำใบกิจกรรมระหว่างเรียนของนักเรียนเท่ากับ 24.5 และค่าเฉลี่ยของคะแนนจากการทำแบบทดสอบหลังเรียนได้ค่าเฉลี่ยของคะแนนเท่ากับ 24.22 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่าบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส มีค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยจากการทำใบกิจกรรมระหว่างเรียนเท่ากับ 81.66 และมีค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบหลังเรียนเท่ากับ 80.74 แสดงให้เห็นว่าแนวโน้มประสิทธิภาพของบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส มีประสิทธิภาพ 80/80 ตามที่กำหนดไว้ ดังแสดงผลในตาราง 5 อีกทั้งผู้วิจัยได้ตรวจสอบและปรับปรุงแก้ไขบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส โดยเพิ่มเติมข้อความได้ภาพในบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริงให้ชัดเจนขึ้น จากนั้นจึงนำบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส ไปใช้ทดลองในชั้นถัดไป

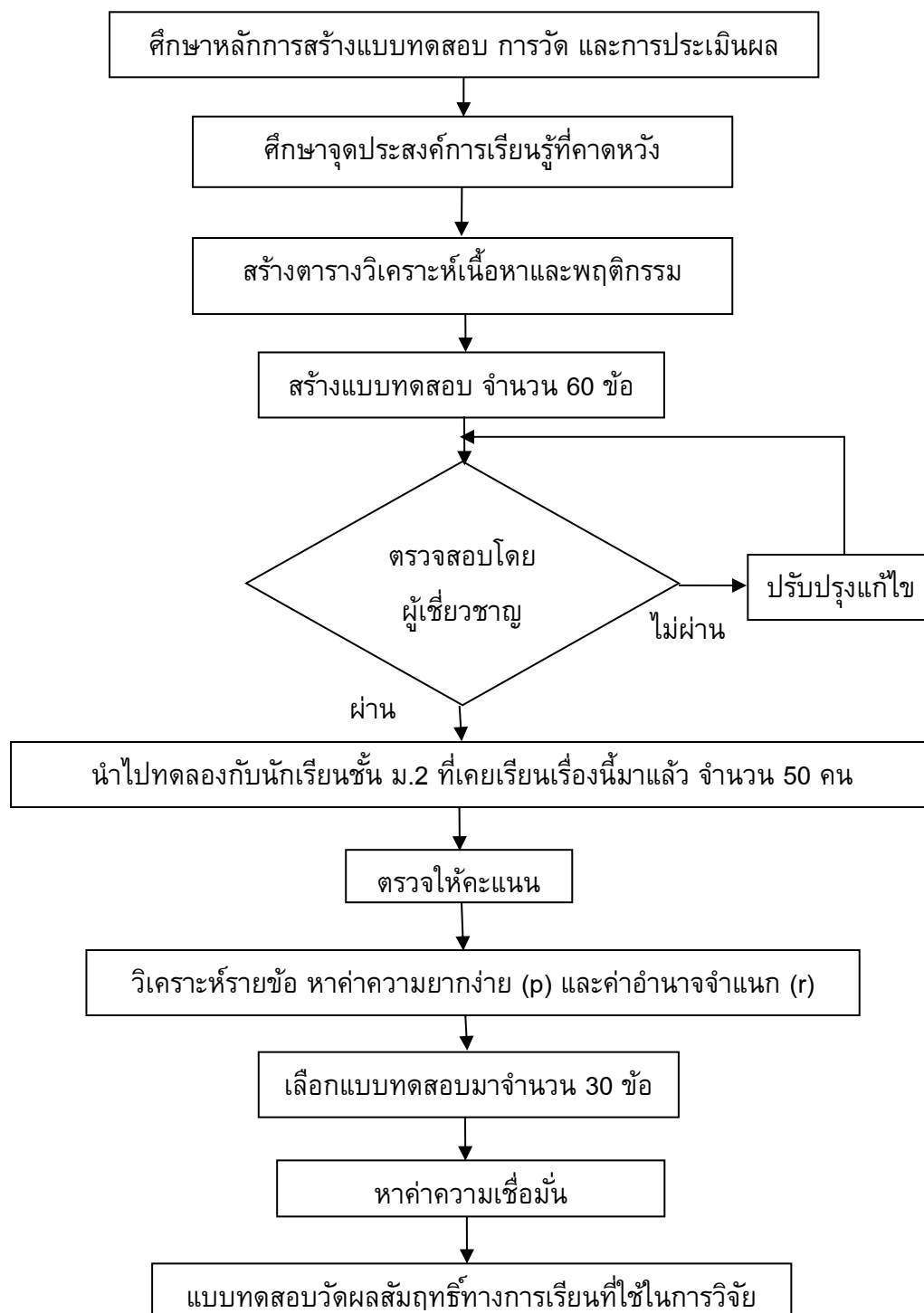
ตาราง 5 การวิเคราะห์หาแนวโน้มประสิทธิภาพของบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส

N	ใบกิจกรรม			แบบทดสอบ			ประสิทธิภาพ 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	81.66/80.74

9. นำบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส ที่ได้รับการปรับปรุงในครั้งที่ 2 ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 30 คน โดยให้นักเรียน 1 คน ต่อคอมพิวเตอร์ 1 เครื่อง ซึ่งผู้เรียนจะต้องทำใบกิจกรรมระหว่างเรียนในขณะที่เรียนเนื้อหาในแต่ละตอน และเมื่อเรียนจบเนื้อหาทุกตอนแล้ว ผู้เรียนทุกคนจะต้องทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียน จากนั้นนำผลคะแนนที่ได้จากการทำใบกิจกรรมระหว่างเรียนและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียนไปวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส โดยนำผลรวมของคะแนนใบกิจกรรมระหว่างเรียนของผู้เรียนทุกคนและผลรวมของคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียนของผู้เรียนทุกคนมาวิเคราะห์หาประสิทธิภาพ โดยใช้สูตร E_1/E_2 ซึ่งแสดงรายละเอียดในภาคผนวก ค

ขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือชิ้นที่ 2

การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องสารละลายกรดและเบส มีขั้นตอนดังนี้



ภาพประกอบ 5 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องสารละลายและเรื่องสารละลายกรดและเบส เป็นแบบทดสอบเลือกตอบ จำนวน 30 ข้อ มีรายละเอียดดังนี้

1. ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับ หลักการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลักการวัดและประเมินผลการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ พร้อมทั้งรวบรวมเนื้อหาในแต่ละเรื่อง วิเคราะห์เนื้อหาและรายละเอียดใน เรื่องสารละลายกรดและเบส ของระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1

2. ศึกษาจุดประสงค์การเรียนรู้ที่คาดหวัง และเนื้อหา เรื่องสารละลายกรดเบส วิชา วิทยาศาสตร์พื้นฐาน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

3. กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ที่สอดคล้องกับเนื้อหาวิชา เรื่องสารละลายกรดและเบส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และสร้างตารางวิเคราะห์เนื้อหาและพฤติกรรมเพื่อสร้างแบบทดสอบ

4. สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยในงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้เลือกแบบทดสอบเป็นแบบเลือกตอบ ชนิด 4 ตัวเลือก โดยการให้คะแนนดังนี้ คือ ตอบถูกให้ 1 คะแนน ตอบผิดหรือไม่ตอบหรือตอบมากกว่า 1 ข้อ ให้ 0 คะแนน จำนวน 60 ข้อ โดยแบ่งพฤติกรรมที่ต้องการวัดเป็น 4 ด้าน คือ 1) ด้านความรู้-ความจำ 2) ด้านความเข้าใจ 3) ด้านการนำไปใช้ 4) ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งสร้างให้มีความสอดคล้องกับเนื้อหาและผลการเรียนรู้ที่คาดหวังที่กำหนดไว้ จำนวน 60 ข้อโดยจำแนกเป็นด้านความรู้-ความจำ จำนวน 15 ข้อ ด้านความเข้าใจ จำนวน 15 ข้อ ด้านการนำไปใช้ จำนวน 15 ข้อ และด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยทักษะการสังเกต ทักษะการจำแนกประเภท และทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล จำนวน 15 ข้อ โดยให้สอดคล้องกับตารางวิเคราะห์จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมเพื่อให้แบบทดสอบมีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา

5. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโท ตรวจสอบพิจารณาความถูกต้องขั้นต้น จากนั้นนำแบบทดสอบที่ผ่านการพิจารณาตรวจสอบปรับปรุงแก้ไขแล้วไปตรวจสอบและประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ผู้เชี่ยวชาญจะพิจารณาข้อคำถามแล้วลงความเห็นเป็นรายข้อว่า ข้อคำถามนั้นๆ สามารถใช้วัดตัวแปรที่จะศึกษาได้หรือไม่ และตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาว่าสามารถวัดได้ถูกต้องตรงประเด็นและครบถ้วนครอบคลุมเนื้อหาสาระของสิ่งที่ต้องการจะวัด ซึ่งมีค่าที่เป็นไปได้ 3 ค่า คือ +1, 0, -1 โดยการให้คะแนนแต่ละค่ามีเงื่อนไข ดังนี้

+1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อคำถามนั้นสามารถใช้วัดตัวแปรที่ศึกษาได้

0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อคำถามนั้นสามารถใช้วัดตัวแปรที่ศึกษาได้

-1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อคำถามนั้นไม่สามารถใช้วัดตัวแปรที่ศึกษาได้

หลังจากนั้น นำผลที่ได้จากการประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญมาคำนวณหาดัชนีความสอดคล้อง(Index of Congruence: IOC) (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540: 117) โดยพิจารณาค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป จากการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ พบว่า ทุกข้อมีค่าดัชนีความสอดคล้องเท่ากับ 1 ซึ่งแสดงรายละเอียดในภาคผนวก ข

6. นำแบบทดสอบที่ผ่านการตรวจสอบและปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญแล้ว ไปทดลองกับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เคยผ่านการเรียน เรื่องสารละลายกรดเบสมาแล้ว จำนวน 50 คน

7. นำข้อมูลที่ได้มาคำนวณหาค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนก ของข้อสอบแต่ละข้อ โดยใช้เทคนิค 50% (บุญมี พันธุ์ไทย. 2554: 152) ซึ่งค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนก ที่คำนวณได้แสดงรายละเอียดในภาคผนวก ค

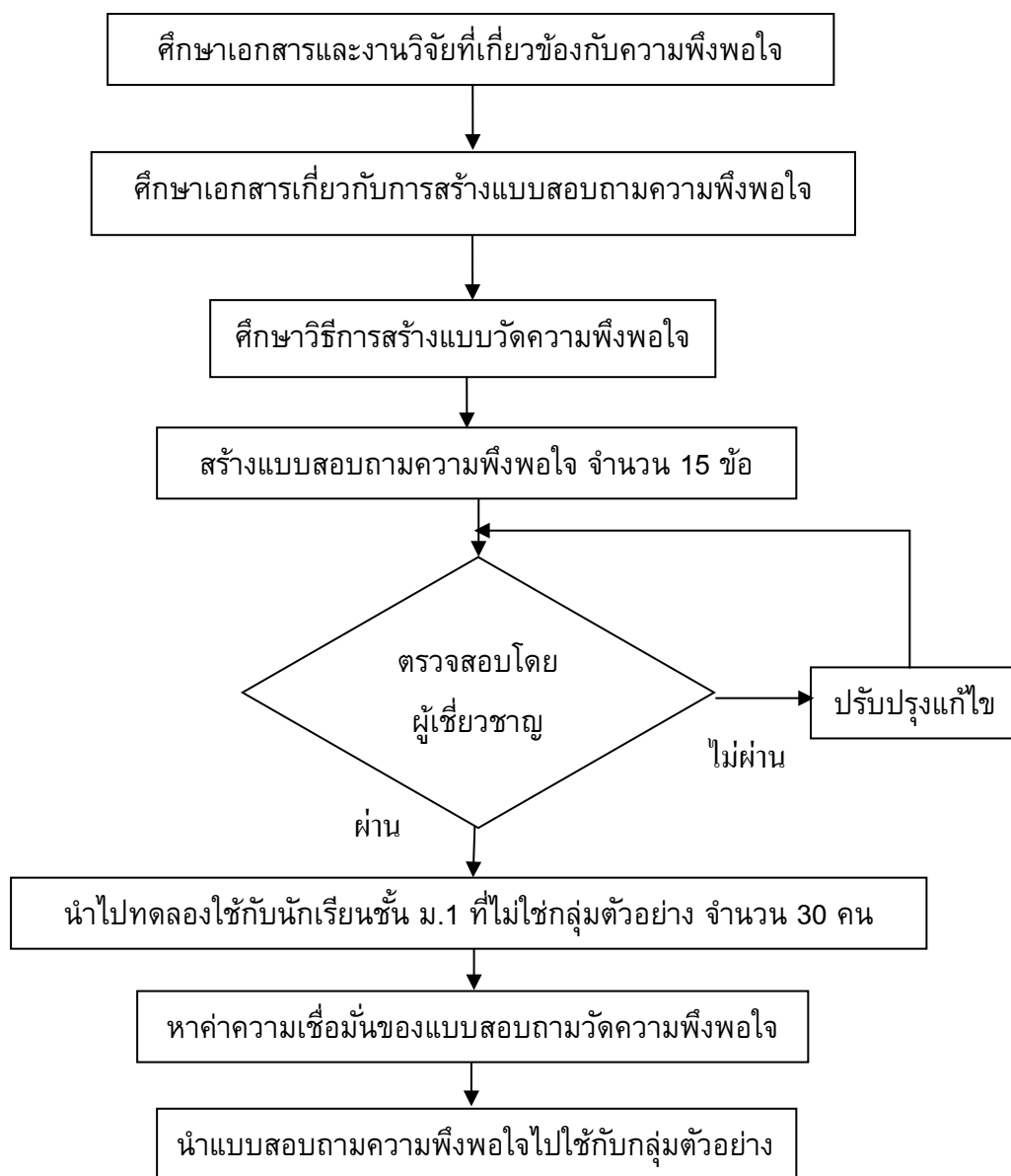
8. ทำการเลือกแบบทดสอบจาก 60 ข้อ มาให้เหลือ 30 ข้อ โดยใช้วิธีเลือกจากการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนกที่ได้ โดยคัดเลือกข้อที่มีค่าความยากง่าย (p) ระหว่าง 0.2 - 0.8 และมีค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป มาเป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

9. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจำนวน 30 ข้อ มาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นด้วยสูตร KR-20 ของ คูเดอร์-ริชาร์ดสัน (บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์. 2537: 246) พบว่าค่าความเชื่อมั่นที่ได้ เท่ากับ 0.70

10. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจำนวน 30 ข้อ ที่ผ่านการหาค่าความเชื่อมั่นแล้วไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป ซึ่งจะแนบจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างแสดงรายละเอียดในภาคผนวก ค

2.5 แบบสอบถามความพึงพอใจ

การสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจต่อบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่อง สารละลายกรดและเบส มีขั้นตอนดังนี้



ภาพประกอบ 6 ขั้นตอนการสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจ

การสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจต่อบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่อง สารละลายกรดและเบส มีรายละเอียดดังนี้

1. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจ
2. ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับการสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจ แนวคิดและทฤษฎีความพึงพอใจ การวัดความพึงพอใจ โดยลักษณะของแบบสอบถามความพึงพอใจจะเป็นแบบมาตร

ส่วนการประมาณค่าตามแบบลิเคิร์ท แบ่งออกเป็น 5 ระดับ คือ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และ น้อยที่สุด โดยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

5 หมายถึง ระดับความพึงพอใจมากที่สุด

4 หมายถึง ระดับความพึงพอใจมาก

3 หมายถึง ระดับความพึงพอใจปานกลาง

2 หมายถึง ระดับความพึงพอใจน้อย

1 หมายถึง ระดับความพึงพอใจน้อยที่สุด

กำหนดเกณฑ์ที่ใช้ในการแปลความหมายค่าเฉลี่ยดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด. 2545: 103)

ค่าเฉลี่ย 4.51-5.00 แสดงถึง ระดับความพึงพอใจมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.51-4.50 แสดงถึง ระดับความพึงพอใจมาก

ค่าเฉลี่ย 2.51-3.50 แสดงถึง ระดับความพึงพอใจปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.51-2.50 แสดงถึง ระดับความพึงพอใจน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00-1.50 แสดงถึง ระดับความพึงพอใจน้อยที่สุด

3. ศึกษาวิธีการสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจจากเอกสาร ตำราที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจ

4. สร้างแบบสอบถามความพึงพอใจเพื่อประเมินความคิดเห็น และประเมินความพึงพอใจต่อบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส สำหรับผู้เรียน จำนวน 15 ข้อ ประกอบด้วยเนื้อหา 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลส่วนตัวของผู้เรียน

ตอนที่ 2 ความคิดเห็น และความพึงพอใจต่อบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส เป็นแบบสอบถามแบบประเมินค่า

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะและข้อคิดเห็นเพิ่มเติม เป็นแบบสอบถามปลายเปิด

5. นำแบบสอบถามความพึงพอใจที่สร้างเสร็จแล้วไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโท ตรวจสอบพิจารณาความถูกต้องขั้นต้น จากนั้นนำแบบสอบถามความพึงพอใจจำนวน 15 ข้อ เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน พิจารณาข้อคำถามแล้วลงความเห็นเป็นรายข้อว่า ข้อคำถามนั้นๆ สามารถใช้วัดตัวแปรที่จะศึกษาได้หรือไม่ และตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาว่าสามารถวัดได้ถูกต้องตรงประเด็นและครอบคลุมเนื้อหาสาระของสิ่งที่ต้องการจะวัด หลังจากนั้นนำผลที่ได้จากการประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญมาคำนวณหาดัชนีความสอดคล้อง (Index of Congruence: IOC) (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540: 117) โดยพิจารณาค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป จากการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ พบว่าทุกข้อมีค่าดัชนีความสอดคล้องมากกว่า 0.5 ซึ่งแสดงรายละเอียดในภาคผนวก ข

6. นำแบบสอบถามความพึงพอใจที่ผ่านการตรวจสอบโดยผู้เชี่ยวชาญแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน

7. หาค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามวัดความพึงพอใจต่อบทปฏิบัติการทดลอง เสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส โดยใช้วิธีการหาสัมประสิทธิ์แอลฟา (α – coefficient) ของครอนบาค (พิสนุ ฟองศรี. 2554: 290) พบว่าค่าความเชื่อมั่นที่ได้ เท่ากับ 0.75

8. นำแบบสอบถามความพึงพอใจไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. กำหนดแบบแผนการทดลอง

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง โดยมีแบบแผนการทดลอง (Experimental Design) เป็นแบบแผนการทดลองแบบกลุ่มเดี่ยว One Group Pretest – Posttest Design (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540: 60-61) ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

1.1 เตรียมกลุ่มตัวอย่างจำนวน 40 คน ทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียน ด้วยบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส จำนวน 30 ข้อ

1.2 เริ่มการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส กับกลุ่มตัวอย่าง

1.3 กลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียน จำนวน 30 ข้อ เพื่อนำคะแนนก่อนกับหลังเรียนที่ได้ไปวิเคราะห์ด้วยสถิติ t – test for dependent sample และทำแบบสอบถามความพึงพอใจ

ตาราง 6 แบบแผนการทดลอง One Group Pretest – Posttest Design

กลุ่มตัวอย่าง	การทดสอบ ก่อนเรียน	การจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส	การทดสอบ หลังเรียน
E	T ₁	X	T ₂

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการทดลอง

- E แทน กลุ่มทดลอง (Experimental Group)
- X แทน การจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง (Treatment)
- T₁ แทน การทดสอบก่อนเรียน (Pre - test)
- T₂ แทน การทดสอบหลังเรียน (Post - test)

2. วิธีการดำเนินการทดลอง

ผู้วิจัยดำเนินการทดลองด้วยตนเองโดยประสานงานกับโรงเรียนอำนาจเจริญ เพื่อขอความร่วมมือในการเก็บข้อมูลและดำเนินการทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556 โดยผู้วิจัยทำการหาประสิทธิภาพของบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส กับนักเรียนจำนวน 30 คน จากนั้นนำบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส ที่มีประสิทธิภาพแล้วไปทดลองกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง 40 คน ตามแผนการจัดการเรียนรู้ ใช้เวลาทั้งหมดจำนวน 6 คาบ คาบเรียนละ 50 นาที เป็นเวลาทั้งหมด 300 นาที เป็นเวลา 3 สัปดาห์

ดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล มีดังต่อไปนี้

- เตรียมสถานที่และอุปกรณ์ โดยผู้วิจัยจะทำการลงโปรแกรม Yenka Science (Chemistry) และบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นในเครื่องคอมพิวเตอร์ของห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ โรงเรียนอำนาจเจริญ ไว้ล่วงหน้าก่อนการทำการทดลอง
- เก็บข้อมูลก่อนการทดลอง โดยเก็บคะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 ข้อ ภายในเวลา 40 นาที
- ดำเนินการตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยทำการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง 1 เรื่องการทดลอง ต่อ 2 คาบเรียน คาบเรียนละ 50 นาที ซึ่งจัดให้นักเรียน 1 คน ต่อเครื่องคอมพิวเตอร์ 1 เครื่อง
- แจกใบกิจกรรมให้กับนักเรียน โดยนักเรียนจะได้รับใบกิจกรรม 1 ชุดต่อ 1 คน โดยจะให้นักเรียนทำใบกิจกรรมระหว่างเรียน
- ชี้แจงและอธิบายจุดประสงค์การเรียนรู้ ขั้นตอนการทดลอง วิธีการใช้บทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส และใบกิจกรรม ให้แก่นักเรียน
- ทำการดำเนินการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส โดยให้นักเรียนทำการทดลองด้วยบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส พร้อมทั้งบันทึกผลการทดลองลงในใบกิจกรรมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น
- เก็บข้อมูลหลังการทดลอง เมื่อนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส ครบทุกการทดลองแล้ว ให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน จำนวน 30 ข้อ ภายในเวลา 40 นาที
- นำคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนกับหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส ไปวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติ t-test for Dependent Sample
- ให้นักเรียนทำแบบสอบถามความพึงพอใจต่อบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส

การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลดังต่อไปนี้

1. การตรวจสอบคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ ใบบทกิจกรรม บทปฏิบัติการ ทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบสอบถามความพึงพอใจ โดยการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Congruence: IOC) โดยคำนวณจากสูตร ต่อไปนี้ (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540: 117)

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

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์
 $\sum R$ แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็น
 N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

2. สถิติพื้นฐานเพื่อใช้ในการประเมินผลของ บทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่อง สารละลายกรดและเบส แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบสอบถามความพึงพอใจ โดยสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่

1.1 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต โดยคำนวณจากสูตร (ล้วน สายยศ; และอังคณา สายยศ. 2538: 73)

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

เมื่อ \bar{X} แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนน
 $\sum x$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
 n แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

1.2 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยคำนวณจากสูตร (พิสนุ ฟองศรี. 2554: 275)

$$S.D = \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

เมื่อ $S.D$ แทน ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
 x แทน ข้อมูลแต่ละจำนวน
 \bar{x} แทน ค่าเฉลี่ย
 n แทน จำนวนข้อมูล หรือนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

3. การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส สามารถคำนวณได้จากสูตร E_1/E_2 ดังต่อไปนี้ (มนตรี แยมกสิกร. 2550: 12)

$$E_1 = \frac{\sum X}{N} \times 100$$

E_1	แทน	ค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยที่เกิดจากการทำกิจกรรมระหว่างเรียนของผู้เรียน
$\sum X$	แทน	ผลรวมของคะแนนกิจกรรมระหว่างเรียนของผู้เรียนทุกคน
N	แทน	จำนวนผู้เรียนที่ใช้ในการประเมินประสิทธิภาพบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส
A	แทน	คะแนนเต็มของการทำกิจกรรมระหว่างเรียน

$$E_2 = \frac{\sum Y}{B} \times 100$$

E_2	แทน	ค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยที่เกิดจากการทำแบบทดสอบหลังการเรียนของผู้เรียน
$\sum Y$	แทน	ผลรวมของคะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียนของผู้เรียนทุกคน
N	แทน	จำนวนผู้เรียนที่ใช้ในการประเมินประสิทธิภาพบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส
B	แทน	คะแนนเต็มของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียน

4. การตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยหาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบเป็นรายข้อ โดยใช้เทคนิค 50% และหาค่าความเชื่อมั่น โดยใช้สูตรดังต่อไปนี้

4.1 การหาค่าความยากง่าย (p) (พรณี ลีกิจวิณะ. 2555: 207)

$$p = \frac{R_H + R_L}{2n}$$

เมื่อ	p	แทน	ค่าความยากง่าย
	R_H	แทน	จำนวนผู้ตอบถูกของข้อนั้นในกลุ่มสูง
	R_L	แทน	จำนวนผู้ตอบถูกของข้อนั้นในกลุ่มต่ำ
	n	แทน	จำนวนผู้ตอบในแต่ละกลุ่ม

4.2 ค่าอำนาจจำแนก (r) (พรณี ลีกิจวิณะ. 2555: 210)

$$r = \frac{R_H - R_L}{n}$$

เมื่อ	r	แทน	ค่าอำนาจจำแนก
	R_H	แทน	จำนวนผู้ตอบถูกของข้อนั้นในกลุ่มสูง
	R_L	แทน	จำนวนผู้ตอบถูกของข้อนั้นในกลุ่มต่ำ
	n	แทน	จำนวนผู้ตอบในแต่ละกลุ่ม

4.3 หาค่าความเชื่อมั่น โดยคำนวณจากสูตร KR-20 (บุญธรรม กิจปรีตาบริษัท.

2537: 246)

$$r = \frac{k}{k-1} \left[1 - \frac{\sum pq}{s^2} \right]$$

เมื่อ	r	แทน	ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
	k	แทน	จำนวนข้อของแบบทดสอบ
	p	แทน	สัดส่วนของผู้ทำถูกในข้อนั้น
	q	แทน	สัดส่วนของผู้ทำผิดในข้อนั้น(1-p)
	s^2	แทน	ความแปรปรวนของแบบทดสอบทั้งฉบับ

5. หาค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อบทปฏิบัติการทดลอง เสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α – coefficient) ด้วยวิธีของครอนบาค (cronbach) โดยคำนวณจากสูตร ต่อไปนี้ (พิสนุ ฟองศรี. 2554: 290)

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

เมื่อ	α	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น
	k	แทน	จำนวนข้อคำถาม
	S_i^2	แทน	ความแปรปรวนของข้อมูลแต่ละข้อ
	S^2	แทน	ความแปรปรวนของข้อมูลที่ได้

6. สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อน กับหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส โดยใช้สถิติ t – test for Dependent Sample (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540: 165 – 167)

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

เมื่อ	t	แทน	ค่าที่ใช้พิจารณาการแจกแจงแบบที่
	D	แทน	ความแตกต่างของคะแนนแต่ละคู่
	n	แทน	จำนวนคู่ของคะแนนจากการสอบครั้งแรกและครั้งหลัง
	$\sum D$	แทน	ผลรวมของผลต่างระหว่างคะแนนก่อนกับหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส
	$\sum D^2$	แทน	ผลรวมของผลต่างระหว่างคะแนนก่อนกับหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส แต่ละตัวยกกำลังสอง

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

N	แทน	จำนวนนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง
$\sum D$	แทน	ผลรวมของผลต่างระหว่างคะแนนก่อนกับหลังการจัดการเรียนรู้ด้วย บทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส
$\sum D^2$	แทน	ผลรวมของผลต่างระหว่างคะแนนก่อนกับหลังการจัดการเรียนรู้ด้วย บทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส แต่ละตัว ยกกำลังสอง
\bar{X}	แทน	ค่าเฉลี่ย
$S.D.$	แทน	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
df	แทน	ลำดับชั้นของความเป็นอิสระ
t	แทน	ค่าที่ใช้พิจารณาการแจกแจงแบบที่
**	แทน	ความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับดังนี้

1. ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส มีดังนี้
2. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระหว่างก่อนกับหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส
3. ผลการวิเคราะห์หาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส มีดังนี้

จากการนำบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส ที่ได้รับการปรับปรุงในครั้งที่ 2 ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 30 คน โดยให้นักเรียน 1 คน ต่อคอมพิวเตอร์ 1 เครื่อง ซึ่งผู้เรียนจะต้องทำใบกิจกรรมระหว่างเรียนหลังจากเรียนจบเนื้อหาในแต่ละตอนและเมื่อเรียนจบทุกตอนแล้วผู้เรียนทุกคนจะต้องทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียน จากนั้นนำผลคะแนนที่ได้จากการทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียนและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียนที่ได้ไปวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส ตามเกณฑ์ 80/80 ซึ่งแสดงผลดังตาราง 7 ดังนี้

ตาราง 7 การหาประสิทธิภาพของบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส

N	ใบกิจกรรม			แบบทดสอบ			ประสิทธิภาพ E ₁ /E ₂
	คะแนนเต็ม	\bar{X}	S.D.	คะแนนเต็ม	\bar{X}	S.D.	
30	30	24.95	2.60	30	24.40	1.92	83.17/81.33

จากตาราง 7 ในการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส พบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนจากการทำใบกิจกรรมระหว่างเรียนของนักเรียนเท่ากับ 24.95 และค่าเฉลี่ยของคะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียนเท่ากับ 24.40 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า บทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส มีค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยจากการทำใบกิจกรรมระหว่างเรียนเท่ากับ 83.17 และมีค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียนเท่ากับ 81.33 ซึ่งสรุปได้ว่า ประสิทธิภาพของบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส เท่ากับ 83.17/81.33 ซึ่งแสดงให้เห็นว่า ประสิทธิภาพของบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส มีประสิทธิภาพ 80/80 ตามที่กำหนดไว้

2. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระหว่างก่อนกับหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส ซึ่งแสดงผลดังตาราง 8 ดังนี้

ตาราง 8 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างคะแนนก่อนกับหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	<i>N</i>	คะแนนเต็ม	\bar{X}	<i>S.D</i>	$\sum D$	$\sum D^2$	df	<i>t</i>
หลังเรียน	40	30	24.48	2.70	465	5607	39	40.37**
ก่อนเรียน	40	30	12.85	2.85				

$$t_{\alpha.05.39} = 1.685$$

**มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 8 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ซึ่งมีคะแนนเต็ม 30 คะแนน นักเรียนกลุ่มตัวอย่างจำนวน 40 คน มีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 12.85 และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 24.48 โดยมีผลต่างของคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียนเท่ากับ 11.63 ผลรวมของผลต่างระหว่างคะแนนก่อนกับหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบสเท่ากับ 465 และผลรวมของผลต่างระหว่างคะแนนก่อนกับหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส แต่ละตัวยกกำลังสองเท่ากับ 5,607 จากการคำนวณโดยใช้สถิติ *t* - test for Dependent Sample ค่า *t* ที่คำนวณได้เท่ากับ 40.37 และค่า *t* ในลำดับชั้นของความเป็นอิสระ 39 ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 มีค่าเท่ากับ 1.685 (ค่า *t* ในตาราง) จะเห็นได้ว่าค่า *t* ที่คำนวณได้มีค่าสูงกว่าค่า *t* ในตาราง ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. ผลการวิเคราะห์หาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส ซึ่งแสดงผลดังตาราง 9 ดังนี้

ตาราง 9 ผลการประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส

รายการ	\bar{X}	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
1. ด้านเนื้อหา			
1.1 เนื้อหาการทดลองมีความน่าสนใจ	4.53	0.72	มากที่สุด
1.2 เนื้อหาการทดลองเข้าใจง่าย	4.03	0.83	มาก
1.3 การจัดเนื้อหาการทดลองเหมาะสมกับเวลาเรียน	4.05	0.96	มาก
2. ด้านภาพ ภาษา ตัวอักษร และสี			
2.1 ภาพและการออกแบบบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริงดูน่าสนใจ	4.40	0.78	มาก
2.2 ภาษาที่ใช้เข้าใจง่าย	4.08	0.76	มาก
2.3 ตัวอักษรอ่านง่ายและมีขนาดพอเหมาะ	4.25	0.74	มาก
2.4 สีของภาพและสีของตัวอักษรมีสวยงามและดึงดูดความสนใจ	4.03	0.86	มาก
3. ด้านความรู้สึกรู้สึกนึกคิดต่อบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง			
3.1 บทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริงมีความเสมือนกับการทดลองจริง	4.30	0.99	มาก
3.2 ไม่ยุ่งยากในการเตรียมอุปกรณ์การทดลอง สารเคมี และแสดงผลการทดลองได้อย่างรวดเร็ว	4.43	0.90	มาก
3.3 การใช้บทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริงไม่ต้องทำการทดลองในห้องทดลองแต่ทำได้ทุกที่มีคอมพิวเตอร์	4.48	0.78	มาก
3.4 บทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริงใช้งานยาก	4.00	0.72	มาก
4. ด้านการแสดงออกต่อกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง			
4.1 นักเรียนสนุกสนานและตื่นตัวกับการเรียน	4.28	0.85	มาก
4.2 นักเรียนมีส่วนร่วมในการทดลองทุกขั้นตอนและเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง	4.08	0.86	มาก
4.3 เกิดความสนใจในการเรียนมากขึ้น	4.38	0.81	มาก
4.4 อยากเรียนบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริงแบบนี้อีก	4.25	0.93	มาก
เฉลี่ยรวม	4.24	0.83	มาก

จากตารางที่ 9 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความพึงพอใจมากต่อทบทวนปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส ซึ่งมีช่วงของค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 4.00 ถึง 4.53 โดยนักเรียนส่วนใหญ่มีความพึงพอใจมากที่สุดต่อเนื้อหาการทดลองมีความน่าสนใจ ($\bar{x} = 4.53$) และมีค่าเฉลี่ยรองลงมาตามลำดับดังนี้ การใช้บทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริงไม่ต้องทำการทดลองในห้องทดลองแต่ทำได้ทุกทีที่มีคอมพิวเตอร์ ($\bar{x} = 4.48$) ไม่ยุ่งยากในการเตรียมอุปกรณ์การทดลอง สารเคมี และแสดงผลการทดลองได้อย่างรวดเร็ว ($\bar{x} = 4.43$) ภาพและการออกแบบบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริงดูน่าสนใจ ($\bar{x} = 4.40$) เกิดความสนใจในการเรียนมากขึ้นเมื่อเรียนด้วยบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง ($\bar{x} = 4.38$) บทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริงมีความเสมือนกับการทดลองจริง ($\bar{x} = 4.30$) นักเรียนสนุกสนาน และตื่นตัวกับการเรียนด้วยบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง ($\bar{x} = 4.28$) ตัวอักษรอ่านง่ายและมีขนาดพอเหมาะ ($\bar{x} = 4.25$) ซึ่งเท่ากับกับอยากเรียนบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริงแบบนี้อีก ($\bar{x} = 4.25$) ภาษาที่ใช้เข้าใจง่าย ($\bar{x} = 4.08$) ซึ่งเท่ากับกับนักเรียนมีส่วนร่วมในการทดลองทุกขั้นตอนและเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ($\bar{x} = 4.08$) การจัดเนื้อหาการทดลองเหมาะสมกับเวลาเรียน ($\bar{x} = 4.05$) เนื้อหาการทดลองเข้าใจง่าย ($\bar{x} = 4.03$) ซึ่งเท่ากับกับ สีของภาพ และสีของตัวอักษรมีสวยงามและดึงดูดความสนใจ ($\bar{x} = 4.03$) บทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริงใช้งานง่าย ($\bar{x} = 4.00$)

เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยรวมพบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจมากต่อทบทวนปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส ($\bar{x} = 4.24$) และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเฉลี่ยเท่ากับ 0.83 แสดงให้เห็นว่าการกระจายของข้อมูลน้อย

ส่วนข้อเสนอแนะเพิ่มเติมที่มีนักเรียนเขียนเสนอมานั้น สรุปได้ดังนี้

1. การทดลองมีความสะดวกและเห็นผลการทดลองได้อย่างรวดเร็ว ไม่ต้องใช้เวลานานและมีความแม่นยำ
2. อยากให้มีการทดลองในเรื่องต่างๆ แบบนี้อีก
3. สามารถสอนให้เข้าใจเนื้อหาต่างๆ ได้

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยนี้เป็นงานวิจัยเชิงทดลอง เป็นการศึกษาค้นคว้าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่อง สารละลายกรดและเบส ซึ่งกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนอำนาจเจริญ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556 โดยได้มาจากเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) เนื้อหาในการวิจัยครั้งนี้ เป็นเนื้อหาวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 เรื่องสารละลายกรดและเบส สารที่ 3 สารและสมบัติของสาร โดยกำหนดเนื้อหา 3 เรื่อง คือ สมบัติของสารละลายกรดและเบส การตรวจสอบความเป็นกรดและเบสของสารละลาย และ pH ของสารละลายกรดและเบส เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ บทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส ใบกิจกรรม แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบเลือกตอบ (Multiple choice) ชนิด 4 ตัวเลือก และแบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส ระยะเวลาในการทดลองเพื่อเก็บข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้เวลาในการทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพของบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส เป็นเวลา 4 สัปดาห์ จากนั้นทำการศึกษาค้นคว้าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจ ซึ่งใช้คาบเรียน 6 คาบ คาบเรียนละ 50 นาที เป็นเวลา 3 สัปดาห์ โดยเนื้อหา 1 เรื่องย่อย ใช้เวลา 2 คาบ โดยผู้วิจัยดำเนินการทดลองด้วยตนเอง

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพของบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส ให้มีประสิทธิภาพ 80/80
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระหว่างก่อนกับหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส
3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส

สมมติฐานของการวิจัย

1. บทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส ที่พัฒนาขึ้น มีประสิทธิภาพไม่น้อยกว่า 80/80
2. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
3. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส มีความพึงพอใจมากต่อบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส

การดำเนินการทดลอง

1. การหาประสิทธิภาพของบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส นำบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส ที่ผ่านการตรวจสอบและประเมินจากผู้เชี่ยวชาญแล้ว ผ่านการหาปัญหาและข้อบกพร่องต่างๆ รวมทั้งผ่านการวิเคราะห์หาแนวโน้มประสิทธิภาพแล้ว จากนั้นนำบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส ที่ได้รับการปรับปรุงเรียบร้อยแล้ว ไปทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพของบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส โดยทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 30 คน โดยให้นักเรียน 1 คน ต่อคอมพิวเตอร์ 1 ซึ่งผู้เรียนจะต้องทำใบกิจกรรมระหว่างเรียนหลังจากเรียนจบเนื้อหาในแต่ละตอน และเมื่อเรียนจบทุกตอนแล้วผู้เรียนทุกคนจะต้องทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียน จากนั้นนำผลคะแนนที่ได้จากการทำใบกิจกรรมระหว่างเรียนและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียนที่ได้ไปวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส
2. การทดลองเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส
 - 2.1 เก็บข้อมูลก่อนเรียน นักเรียนต้องทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส จำนวน 30 ข้อ เป็นเวลา 40 นาที
 - 2.2 ทำการดำเนินการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส ที่หาประสิทธิภาพแล้ว โดยให้นักเรียนทำการทดลองด้วยบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส พร้อมทั้งบันทึกผลการทดลองลงในใบกิจกรรมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ กำหนดให้ 1 เรื่องการทดลอง ต่อ 2 คาบเรียน คาบเรียนละ 50 นาที ซึ่งจัดให้นักเรียน 1 คน ต่อเครื่องคอมพิวเตอร์ 1 เครื่อง
 - 2.3 เก็บข้อมูลหลังเรียน เมื่อนักเรียนได้รับการเรียนการสอนโดยใช้บทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส ครบทุกการทดลองแล้ว ให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนจำนวน 30 ข้อ ภายในเวลา 40 นาที นำค่าคะแนนของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส ไปวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติ t -test for Dependent Sample

3. การทดลองเพื่อหาความพึงพอใจที่มีต่อบทปฏิบัติการทดลองเสมือน เรื่องสารละลายกรดและเบส

ให้นักเรียนทำแบบสอบถามความพึงพอใจต่อบทปฏิบัติการทดลองเสมือน เรื่องสารละลายกรดและเบส หลังจากนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส ครบทุกตอนแล้ว

สรุปผลการวิจัย

1. บทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส มีประสิทธิภาพเท่ากับ 83.17/81.33 ซึ่งมีประสิทธิภาพตามที่กำหนดไว้

2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. นักเรียนมีความพึงพอใจมากต่อบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส

อภิปรายผลการวิจัย

จากการวิจัยเพื่อหาประสิทธิภาพของบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส พบว่า ประสิทธิภาพของบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส มีค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยที่เกิดจากการทำใบกิจกรรมระหว่างเรียนด้วยบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง (E_1) เท่ากับ 83.17 ค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยที่เกิดจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียนด้วยบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง (E_2) เท่ากับ 81.33 ซึ่งมีประสิทธิภาพตามที่กำหนดไว้ และสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ ในการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และในการศึกษาความพึงพอใจต่อบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส พบว่านักเรียนมีความพึงพอใจมากต่อบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส ซึ่งสามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

1. บทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส มีประสิทธิภาพตามที่กำหนดไว้ เนื่องจาก ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนการวิจัยและพัฒนาบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริงอย่างเป็นระบบ โดยมีการกำหนดจุดมุ่งหมายในการพัฒนาบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง วิเคราะห์เนื้อหาสาระการเรียนรู้ ศึกษารายละเอียด หลักการ และวิธีการเกี่ยวกับโปรแกรม วางแผนและดำเนินการสร้างบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่อง

สารละลายกรดและเบส โดยมีการปรึกษาและตรวจสอบแก้ไขจากอาจารย์ที่ปรึกษา รวมทั้งผ่านการประเมินและปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหาและด้านสื่อเทคโนโลยีการศึกษา อีกทั้งยังนำบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส ไปทดลองเพื่อหาปัญหาและข้อบกพร่องต่างๆ เพื่อวิเคราะห์หาแนวโน้มประสิทธิภาพ และเพื่อหาประสิทธิภาพของบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส ผลปรากฏว่า บทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส มีประสิทธิภาพเป็นไปตามที่กำหนด ทำให้บทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ก่อนนำไปใช้ในการทดลองกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งผลการศึกษาครั้งนี้สอดคล้องกับการวิจัยของ พงษ์นันท สุริรักษ์ (2548) ได้พัฒนาสื่อการเรียนอิเล็กทรอนิกส์ วิชา양ธรรมชาติในรูปแบบห้องเรียนเสมือนจริง ผู้วิจัยพัฒนาสื่อตามขั้นตอนการวิจัยและพัฒนาอย่างเป็นระบบ ผลการวิจัยพบว่า สื่อการเรียนอิเล็กทรอนิกส์ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 83/85 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ และงานวิจัยของชัยวัฒน์ เชื้อมั่ง; และวัลลภ คงนะ (2552) ได้พัฒนาสื่อการสอนห้องปฏิบัติการเคมีเสมือนใช้ในระบบ E-Learning ผู้วิจัยได้พัฒนาสื่อตามขั้นตอนการวิจัยและพัฒนาอย่างเป็นระบบ ผลการวิจัยพบว่า สื่อการสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ เท่ากับ 83.48/87.56 ซึ่งเป็นไปตามประสิทธิภาพ 80/80 ที่กำหนดไว้

2. ในการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส นักเรียนจะได้ศึกษาและทำใบกิจกรรมไปพร้อมๆ กับการใช้บทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส ซึ่งในใบกิจกรรมจะแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ให้นักเรียนทราบก่อน และนักเรียนต้องศึกษาขั้นตอนการทดลองจากใบกิจกรรมแล้วทำการทดลองในบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส และบันทึกผลการทดลองที่ได้ลงในตารางบันทึกผลการทดลองในใบกิจกรรม จากนั้นนักเรียนต้องตอบคำถามท้ายการทดลอง ที่กล่าวมานั้นทำให้นักเรียนได้ฝึกทำการทดลองด้วยตนเอง และยังสามารถใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อีกด้วย จึงทำให้นักเรียนเกิดทักษะการคิด เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง และทำให้เกิดความเข้าใจเพิ่มขึ้น รวมทั้งผู้วิจัยจะเข้าไปให้ความช่วยเหลือนักเรียนเมื่อมีข้อสงสัยหรือไม่เข้าใจ และมีการดำเนินตามแผนการสอนที่ผู้วิจัยวางไว้ ส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

3. เวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบสนั้นมีเวลามาก โดยใช้เวลาในการเรียนเรื่องย่อยละ 2 คาบ คาบเรียนละ 50 นาที รวมแล้วใช้เวลาเรื่องย่อยละ 100 นาที จึงทำให้นักเรียนสามารถทำกิจกรรมต่างๆ ที่ก่อให้เกิดการเรียนรู้ได้อย่างไม่ต้องเร่งรีบ นักเรียนจะมีเวลาฝึกทำการทดลอง เวลาคิด และทำความเข้าใจได้มากยิ่งขึ้น อีกทั้งยังสามารถฝึกทำการทดลองด้วยบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส ได้หลายๆ ครั้ง อย่างเต็มความสามารถของนักเรียนแต่ละคน ซึ่งส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของนักเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

4. จากการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส พบว่านักเรียนรู้สึกตื่นเต้น กระตือรือร้น มีความตั้งใจให้ความสนใจเป็นอย่างดี และรู้สึกที่ตัวเองมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส ทั้งนี้เพราะบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส ประกอบไปด้วยข้อความ และภาพกราฟิก อีกทั้งรูปแบบบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส มีการการออกแบบให้เสมือนห้องปฏิบัติการทดลอง ซึ่งนักเรียนที่ได้เรียนด้วยบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส จะเกิดการจินตนาการและรู้สึกได้เข้าร่วมอยู่ภายใน เสมือนว่าทำการทดลองในห้องปฏิบัติการทดลอง ซึ่งสอดคล้องกับที่กล่าวไว้ว่า ความ เป็นจริงเสมือน เป็นเป็นกลุ่มเทคโนโลยีเชิงโต้ตอบที่ผลักดันให้ผู้ใช้เกิดความรู้สึกของการเข้าร่วมอยู่ ภายในสิ่งแวดล้อมที่ไม่ได้มีอยู่จริงที่สร้างขึ้นด้วยคอมพิวเตอร์ (กิดานันท์ มลิทอง. 2543: 303) และ ที่ว่าในวงการศึกษาการสร้างจินตนาการเป็นวิธีการในการเสนอข้อมูลและมโนทัศน์แก่ผู้เรียนเพื่อช่วย ให้เกิดความเข้าใจและการปรับตัวให้เข้ากับสังคม จึงมีการใช้สื่อประกอบการสอนขึ้น ทำให้มีการนำ เทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนมาใช้เพิ่มพูนประสบการณ์แก่ผู้เรียนได้เป็นอย่างดี (กิดานันท์ มลิทอง. 2543: 310-311)

5. ในการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส นักเรียนมีความพึงพอใจต่อบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส เนื่องจากบท ปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส ที่พัฒนาขึ้นมีภาพและการออกแบบที่ น่าสนใจ ใช้งานง่ายไม่ยุ่งยากในการเตรียมอุปกรณ์การทดลอง สารเคมี สามารถทำการทดลองได้ทุกที่ ที่มีคอมพิวเตอร์ การจัดเนื้อหาการทดลองเหมาะสมกับเวลาเรียน และแสดงผลได้รวดเร็วและถูกต้อง ซึ่งเนื้อหาการทดลองที่ออกแบบมาเป็นบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริงทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจ ในด้านเนื้อหาที่เรียนเพิ่มมากขึ้น และนักเรียนมีส่วนร่วมในการทดลองทุกขั้นตอนและเกิดการเรียนรู้ ด้วยตนเอง จึงส่งผลให้นักเรียนมีความพึงพอใจมากต่อบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่อง สารละลายกรดและเบส ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ศันสนีย์ สังสรรค์อนันต์ (2551) ที่ได้ทำการ พัฒนาแบบจำลองห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตใน วิชาฟิสิกส์ สำหรับนักศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ พบว่านักศึกษามีความพึงพอใจมากต่อห้องปฏิบัติการ เสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตในวิชาฟิสิกส์

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1. ในการพัฒนาบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง ผู้วิจัยควรศึกษาเนื้อหาที่จะนำมา สร้างเป็นบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริงให้เข้าใจเป็นอย่างดี เพื่อให้เนื้อหาแต่ละเรื่องสอดคล้องกับ บทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง รวมทั้งศึกษารายละเอียด หลักการ ทฤษฎี และวิธีการสร้าง

เกี่ยวกับโปรแกรมนั้นๆ อย่างละเอียด เพื่อจะได้บทยุติการทดลองเสมือนจริงที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้

2. ในระหว่างการจัดการเรียนรู้ด้วยบทยุติการทดลองเสมือนจริง ควรสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน เพื่อคอยช่วยเหลือ แนะนำ และอธิบายให้กับนักเรียน เมื่อนักเรียนมีข้อสงสัยในการใช้บทยุติการทดลองเสมือนจริง หรือไม่เข้าใจในเนื้อหาต่างๆ

3. ก่อนที่จะเริ่มการจัดการเรียนรู้ด้วยบทยุติการทดลองเสมือนจริง ควรตรวจสอบเครื่องคอมพิวเตอร์ว่าพร้อมสำหรับการใช้งานหรือไม่ เพื่อจะได้ไม่มีปัญหาระหว่างการจัดการเรียนรู้ รวมทั้งอธิบายการใช้งานบทยุติการทดลองเสมือนจริงให้กับนักเรียนอย่างละเอียด และควรรศึกษารายละเอียดต่างๆ ในบทยุติการทดลองเสมือนจริงมาเป็นอย่างดี เพื่อสามารถอธิบายให้กับนักเรียนได้อย่างถูกต้อง

4. ในระหว่างการจัดการเรียนรู้ด้วยบทยุติการทดลองเสมือนจริง ควรมีการตั้งคำถามกับนักเรียนเพื่อทดสอบความเข้าใจของนักเรียน รวมทั้งเพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาบทเรียนมากขึ้น และหลังจากทำกิจกรรมต่างๆ เสร็จ ควรมีการสรุปความเข้าใจในบทเรียนนั้นๆ ร่วมกันกับนักเรียนเพื่อให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในเนื้อหาอย่างถูกต้องและตรงกัน

ข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษาค้นคว้าครั้งต่อไป

1. ควรมีการพัฒนาบทยุติการทดลองเสมือนจริงกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์เรื่องต่างๆ และในระดับชั้นอื่นๆ ต่อไป

2. ในการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจ ควรมีการศึกษาโดยการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจระหว่างกลุ่มที่เรียนด้วยบทยุติการทดลองเสมือนจริง กับกลุ่มที่ไม่ได้เรียนด้วยบทยุติการทดลองเสมือนจริง

3. ควรรศึกษาวิจัยเพิ่มเติมเกี่ยวกับความคณทนของความรู้ของผู้เรียนที่เรียนด้วยบทยุติการทดลองเสมือนจริง

4. ควรมีการศึกษาเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยบทยุติการทดลองเสมือนจริง



บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กรมวิชาการ, กระทรวงศึกษาธิการ. (2534). *หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์กรมการศาสนา.
- กรมวิชาการ. (2546). *การจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- กระทรวงศึกษาธิการ, สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2551). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตร แกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา.
- กาญจนา อรุณสอนศรี. (2546). *ความพึงพอใจของสมาชิกสหกรณ์ต่อการดำเนินงานของสหกรณ์ การเกษตรไชยปราการจำกัด อำเภอชัยปราการ จังหวัดเชียงใหม่*. คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. ถ่ายเอกสาร.
- กิดานันท์ มลิทอง. (2543). *เทคโนโลยีการศึกษาและนวัตกรรม*. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: ภาควิชาโสตทัศนศึกษา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- กิติมา ปรีดีดิolk. (2529). *ทฤษฎีการบริหารองค์การ*. กรุงเทพฯ: ธนะการพิมพ์.
- ครรชิต มาลัยวงศ์. (2540). *รวมคำบรรยายเพื่อการสร้างวิสัยทัศน์ในงานไอที*. กรุงเทพฯ: กองบริการสื่อสารสนเทศ ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ. สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ. กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม.
- จันทนา บุญยาภรณ์. (2539). *การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนซ่อมเสริมวิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3*. ปริญญาโท กศ.ม. (เทคโนโลยีทางการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ชวาล แพรัตกุล. (2518). *เทคนิคการวัดผล*. กรุงเทพฯ: วัฒนาพานิช.
- ชัยวัฒน์ ไชยพจน์พานิช; และ ปัทมา จันทวิมล. (2546). *ระบบการเรียนการสอนผ่านเครือข่าย VClass, เอกสารประกอบการประชุมเชิงปฏิบัติการ การดำเนินกิจกรรมบนเครือข่าย สารสนเทศเพื่อพัฒนาการศึกษา ครั้งที่ 10, สืบค้นเมื่อ 20 พฤศจิกายน 2555, จาก <http://www.ait.ac.th>, 26/04/2548*.
- ชัยวัฒน์ เชื้อมั่ง; และนายวัลลภ คงนะ (2552). *การพัฒนาสื่อการสอนห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน ใช้ในระบบ E-Learning*. นครปฐม: โรงเรียนมหิดลวิทยานุสรณ์. ถ่ายเอกสาร
- ชนิยา ปัญญาแก้ว. (2541). *ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความพึงพอใจในงานของข้าราชการครู จังหวัด เชียงใหม่*. การค้นคว้าแบบอิสระ รัฐศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการเมืองและการปกครอง บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยเชียงใหม่. ถ่ายเอกสาร.
- แน่นน้อย พงษ์สามารถ. (2519). *จิตวิทยาอุตสาหกรรม*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

- บริษัท เอเชียน ไอ.ที.จำกัด. (ม.ป.ป.). *คู่มือการใช้โปรแกรม Yenka Science (Chemistry)*.
พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: เอเชียน ไอ.ที.จำกัด.
- บุญเกื้อ ควรวาเวช. (2543). *นวัตกรรมการศึกษา*. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ: เอสอาพรินดิง.
_____. (2553). *ห้องเรียนเสมือนจริง Virtual Classrooms*. สืบค้นเมื่อ 6 พฤศจิกายน 2555,
จาก <http://www.thaicai.com/articles/vc1.html>
- บุญชม ศรีสะอาด. (2532). *วิธีการทางสถิติสำหรับการวิจัย*. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: เจริญผล
การพิมพ์.
- บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์. (2537). *เทคนิคการสร้างเครื่องรวบรวมข้อมูลสำหรับการวิจัย*.
กรุงเทพฯ: บีแอนด์บีพับลิชชิง.
- บุญมี พันธุ์ไทย. (2554). *ระเบียบวิธีวิจัยการศึกษาเบื้องต้น*. กรุงเทพฯ: ภาควิชาการประเมินและ
การวิจัย มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- บุญเรียง ขจรศิลป์. (2539). *วิธีวิจัยทางการศึกษา*. กรุงเทพฯ: ห้างหุ้นส่วนจำกัด พี.เอ็น. การพิมพ์
พจนันท์ สุริรักษ์. (2548). *การพัฒนาสื่อการเรียนอิเล็กทรอนิกส์ วิชา양ธรรมชาติในรูปแบบ
ห้องเรียนเสมือนจริง*. วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต. กรุงเทพฯ:
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. ถ่ายเอกสาร.
- พนม ลิมอารีย์. (2538). *การเก็บข้อมูลเป็นรายบุคคล*. กรุงเทพฯ: โอเอส พรินดิงเฮาส์.
- พรพิมล คงจิม. (2552). *การศึกษาความพึงพอใจและความต้องการของลูกค้าที่ได้รับบริการ
จากบริษัท เอ็ม.เอช.อี – ดีแมก (ที) จำกัด*. สารนิพนธ์ กศ.ม.(จิตวิทยาการแนะแนว).
กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- พรรณิ ลีกิจวัฒน์. (2555). *วิธีการวิจัยทางการศึกษา*. พิมพ์ครั้งที่ 8. กรุงเทพฯ: คณะครุศาสตร์
อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2530). *การสร้างและพัฒนาแบบทดสอบ*. กรุงเทพฯ: สำนักทดสอบทาง
การศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
_____. (2540). *วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์*. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ:
สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- _____. (2543). *วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์*. พิมพ์ครั้งที่ 8. กรุงเทพฯ:
สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- พิทักษ์ ตรีษทิม. (2538). *ความพึงพอใจของประชาชนต่อระบบและกระบวนการให้บริการของ
กรุงเทพมหานคร: ศึกษากรณีสำนักงานเขตยานนาวา*. ภาคนิพนธ์ปริญญาโท. บัณฑิต
พัฒนศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.
- พิสนุ ฟองศรี. (2554). *การประเมินทางการศึกษา: แนวคิดสู่การปฏิบัติ*. พิมพ์ครั้งที่ 6.
กรุงเทพฯ: บริษัท ด้านสุขภาพการพิมพ์.

- ไพศาล หวังพานิช. (2523). *การวัดผลการศึกษา*. กรุงเทพฯ: สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- _____. (2526). *การวัดผลการศึกษา*. กรุงเทพฯ: โอเดียนการพิมพ์.
- ภานิดา ชัยปัญญา. (2541). *ความพึงพอใจของเกษตรกรต่อกิจกรรมไร่นาสวนผสมภายใต้โครงการปรับโครงสร้างและระบบการผลิตการเกษตรของจังหวัดเชียงราย*. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. ถ่ายเอกสาร.
- ภพ เลหาไพบูลย์. (2537). *แนวการสอนวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- _____. (2542). *แนวการสอนวิทยาศาสตร์*. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- มนตรี แยมกสิกร. (2550, ตุลาคม-มกราคม). *เกณฑ์ประสิทธิภาพในการวิจัยและพัฒนาสื่อการสอนความแตกต่าง 90/90 และ E₁/E₂*. *วารสารศึกษาศาสตร์*. 19(1): 1-16.
- เยาวดี วิบูลย์ศรี. (2539). *การวัดผลและการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- _____. (2540). *การวัดผลและการสร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์*. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ราชบัณฑิตยสถาน. (2542). *พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2542*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์นานมีบุ๊คส์.
- รุจโรจน์ แก้วอุไร. (2543). *การพัฒนากระบวนการเรียนการสอนผ่านเครือข่ายใยแมงมุม*. วิทยานิพนธ์ การศึกษาดุษฎีบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีการศึกษา. กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ล้วน สายยศ; และ อังคณา สายยศ. (2531). *หลักการวิจัยทางการศึกษา*. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: ศึกษาพร.
- _____. (2538). *เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา*. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- วนิดา ฉัตรวิราม. (2554). *นวัตกรรมและเทคโนโลยีทางการสอนวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- วรรณทิพา รอดแรงคำ; และ พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์. (2532). *กิจกรรมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับครู สถาบันพัฒนาคุณวิชาการ (พว.)*. กรุงเทพฯ: พัฒนาคุณภาพทางวิชาการ.
- วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี. (2553). *ห้องปฏิบัติการเสมือน*. สืบค้นเมื่อ 15 พฤษภาคม 2555, จาก <http://th.wikipedia.org/wiki>
- วิชัย เหลืองธรรมชาติ. (2531). *ความพึงพอใจในการปรับตัวต่อสภาพแวดล้อมใหม่ของประชากรหมู่บ้านอพยพโครงการเขื่อนรัชชประภา จังหวัดสุราษฎร์ธานี*. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.
- วิเชียร เกตุสิงห์ (2517). *การวัดผลการศึกษาและสถิติเบื้องต้น*. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ.

- วิรงรอง วงษ์วัฒน์. (2551). ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ใน การศึกษานอกสถานที่แบบการใช้ความเป็นจริงเสมือนกับแบบการใช้ความเป็นจริง เสมือนและการเรียนเป็นคู่. วิทยานิพนธ์ กศ.ม (การสอนและเทคโนโลยีการศึกษา) กรุงเทพมหานคร: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- วิรุฬ พรรณเทวี. (2542). ความพึงพอใจของประชาชนต่อการให้บริการของหน่วยงานกระทรวง มหาดไทยในอำเภอเมือง จังหวัดแม่ฮ่องสอน. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. ถ่ายเอกสาร.
- ศรีศักดิ์ จามรมาน; และ กนกวรรณ ว่องวัฒนะสิน. (2542). อินเทอร์เน็ตเพื่อการพัฒนาโครงสร้าง พื้นฐานสารสนเทศ. รายงานการประชุมคณบดีบัณฑิตวิทยาลัยแห่งประเทศไทยครั้งที่ 16. กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยอัสสัมชัญ.
- คันสนีย์ สังสรรค์อนันต์. (2551). ห้องปฏิบัติการเสมือนจริงบนระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต: นวัตกรรมเพื่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์. วารสารสีมาจารย์. 20(43).
- ศุภางค์ ไทยสมบุญสุข. (2547). การพัฒนารูปแบบการเรียนแบบร่วมมือ แบบร่วมกลุ่มเรื่อง การบริหารโครงการในห้องเรียนเสมือนจริง สำหรับนิสิตระดับปริญญาตรี คณะครุศาสตร์. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต. กรุงเทพมหานคร: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546). การจัดสาระการเรียนรู้ กลุ่มวิทยาศาสตร์ หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน. กรุงเทพมหานคร: สถาบันส่งเสริมการสอน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สมจิต สวชนไพบูลย์. (2527). สมรรถภาพการสอนของครู. กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาหลักสูตรและ การสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- สมพงษ์ เกษมสิน. (2518). การปกครองของไทย. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร: ไทยวัฒนาพานิช.
- สมหวัง คุรุรัตน์. (2539). เอกสารคำสอน การออกแบบ และพัฒนาระบบการสอน. ภาคเทคโนโลยี ทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ. (2543). มหาวิทยาลัยเสมือนจริง. สืบค้น เมื่อ 5 พฤศจิกายน 2555, จาก http://www.learn.in.th/distance_edu/body_chapter.html
- สุปรียา ศิริพัฒนกุลขจร. (2548). การพัฒนารูปแบบห้องเรียนเสมือนจริงแบบจำลองสถานการณ์ ร่วมกับการฝึกปฏิบัติ เรื่อง การผลิตรายกาโทรทัศน์. วิทยานิพนธ์ภาคเทคโนโลยี การศึกษา. กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สุรพล บุญลือ. (2550). การพัฒนารูปแบบการสอนโดยใช้ห้องเรียนเสมือนจริงแบบใช้ปัญหาเป็น หลักในระดับอุดมศึกษา. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษาดุขุบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- เสริมศักดิ์ วิศาลาภรณ์; และ เอนกกุล กริแสง. (2522). หลักการเบื้องต้นของการวัดผลการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 4 กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์พิมพ์เกษตร.

- หทัยชนก ผลววรรณ. (2547). *การวิเคราะห์องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อการจัดการเรียนการสอนในห้องเรียนเสมือนจริง*. วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรม. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. ถ่ายเอกสาร.
- อรรถศาสตร์ เวียงสงค์. (2553). *การพัฒนาสื่อความเป็นจริงเสมือนเพื่อการประชาสัมพันธ์*. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, ถ่ายเอกสาร.
- อเนก เพียรอนุกุลบุตร. (2524). *กาวัดและประเมินผลทางการศึกษา*. กรุงเทพฯ: วิกตอรีการพิมพ์.
- อารมณีส นานานุกู. (2539). *ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับงานวิจัย*. กรุงเทพฯ: ราชบัณฑิตยสถาน
- อุทัย ภิรมย์รัตน์. (2553). *การจัดห้องเรียนเสมือนจริง*. สืบค้นเมื่อ 20 ตุลาคม 2555, จาก http://www.st.ac.th/av/inno_virtclass.htm
- _____. (2540, กุมภาพันธ์-พฤษภาคม). *โฉมหน้ามหาวิทยาลัยในศตวรรษที่ 21*. สารศรีปทุม. 2(2).
- อเนก ประดิษฐ์พงษ์. (2545). *การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่าย อินเทอร์เน็ต เรื่องชีวิตและวิวัฒนาการ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย*. ปรินญาณินพนธ์ กศ.ม. (วิทยาศาสตรศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.
- Good, C.V. (1973). *Dictionary of Education*. 2nd ed. New York: McGraw - Hill
- Goodman R.I.; Fletcher K.A.; & Schneider E.W. (1980). The Effectiveness Index as Comparative Measure in Media Product Evaluation. *Educational Technology*. 20(09): 30-34.
- Grimes. G. (1993). Going the Distance with Technology. *Happy 100th Anniversary to Distance Education*. 6-8.
- Gronlund, N. E. (1993). *How to Make Achievement Tests and Assessment*. 5th ed. Boston: Allyn and bacon.
- Herga, N. R.; & Dinevski, D. (2012, May-June) Virtual Laboratory in Chemistry – Experimental Study of Understanding, Reproduction and Application of Acquired Knowledge of Subject's Chemical Content. *Organizacija*. 45(3): 108-116.
- Hiltz, S. (1993). Correlates of Learning in a Virtual Classroom. *International Journal of Man Machine Studies*. 71-98.
- Hiltz, S. R. (1997, August). Impact of college-level courses via Asynchronous Learning Networks: Some Preliminary Results. *Journal of Asynchronous Learning Networks*. 1(2): 1-19.

- Mattheos N, Nattestad A, Schitteck M, Attström R. (2001, November). A Virtual Classroom for Undergraduate Periodontology: A Pilot Study *European Journal of Dental Education*. *European Journal of Dental Education*. 5 (4): 139–147.
- Perrin, D.G. (1994). The University of the Future. *ED Journal*. 9(2): 140-143.
- Sandy, B.; & Oleg, L. (2001). A Framework for Pedagogical Evaluation of Virtual @Learning Environment, University of Wales Bangor, Equation in Structure Domains. *Education Technology*. 31(5): 25-33.
- The Virtual Campus. (1998). Retrieved May 15, 2012, from <http://angsila.compsci.buu.ac.th/~sc440186/samana/Virtual%20Classroom1.doc>
- Thomson, J. (1996). *The California Virtual University*. Retrieved July 15, 2012, from <http://www.id.ucsb.edu/detche/library/distance/calif/calvu.html>
- Turoff, M. (1995). *Designing a Virtual Classroom*. Retrieved May 15, 2012, from <http://www.njit.edu/njit/Department/CCCC/VC/Papers/Design.html>.
- Vroom, W.H. (1964). *Work and Motivation*. New York: John Willey and Sons Inc.
- Fan Y, Lin J, Sun T, Yuan W. (2006, April). A Wireless LAN-Based Robust and Scalable Virtual Laboratory for E-Learning. *Technologies for E-Learning and Digital Entertainment*. (3942): 322-325.



ภาคผนวก



รายนามผู้เชี่ยวชาญที่ตรวจสอบเครื่องมือ

ดร.วันเพ็ญ ประทุมทอง	สาขาวิชาการมัธยมศึกษา ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
อาจารย์ก้องเกียรติ หิรัญเกิด	ภาควิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
นางสุพัตรา เผือกสูงเนิน	ตำแหน่ง ครู ชำนาญการพิเศษ หมวดวิทยาศาสตร์ โรงเรียนอำนาจเจริญ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 29
นางรัชณี ชูมาก	ตำแหน่ง ครู ชำนาญการพิเศษ หมวดวิทยาศาสตร์ โรงเรียนอำนาจเจริญ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 29
นายสมใจ หมายมัน	ตำแหน่ง ครู ชำนาญการพิเศษ หมวดวิทยาศาสตร์ โรงเรียนอำนาจเจริญ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 29



ภาคผนวก ข
ข้อมูลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ

1. ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส
2. ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง สารละลายกรดและเบส ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของใบกิจกรรม เรื่องสารละลายกรดและเบส
3. ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องสารละลายกรดและเบส
4. ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส

ตาราง 10 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรด และเบส

รายการ	ผู้เชี่ยวชาญ			ค่า IOC	สรุปผล
	คนที่1	คนที่2	คนที่3		
1. ด้านเนื้อหา					
1.1 เนื้อหาการทดลองมีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
1.2 เนื้อหาการทดลองมีความเหมาะสมกับวัยของนักเรียน	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
1.3 เนื้อหาการทดลองมีความยากง่ายพอเหมาะ	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
1.4 การจัดเนื้อหาเหมาะสมกับเวลาเรียน	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
1.5 เนื้อหาสาระของบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริงมีความชัดเจนและเหมาะสม	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
2. ด้านการออกแบบ					
2.1 ความถูกต้องของภาษาที่ใช้	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
2.2 สีของภาพ และตัวอักษรมีความเหมาะสม	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
2.3 ความเหมาะสมของภาพที่ใช้ประกอบในบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
2.4 ความเหมาะสมของขนาดภาพที่ใช้ประกอบบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
2.5 ความน่าสนใจของภาพที่ใช้ประกอบในบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
2.6 ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษรที่ใช้ในบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
2.7 ความน่าสนใจของการออกแบบบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริงโดยภาพรวม	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
3. ด้านการแสดงผล					
3.1 บทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริงแสดงผลการทดลองถูกต้อง	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
3.2 บทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริงแสดงสีได้ชัดเจน	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
3.3 บทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริงแสดงผลได้รวดเร็ว	+1	+1	+1	1	ใช้ได้

รายการ	ผู้เชี่ยวชาญ			ค่า IOC	สรุปผล
	คนที่1	คนที่2	คนที่3		
4. ด้านความสะดวกต่อการใช้					
4.1 ไม่มีข้อจำกัดด้านเวลาในการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
4.2 การใช้บทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริงไม่มีข้อจำกัดเรื่องสถานที่	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
4.3 บทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริงสามารถทำการทดลองได้หลายครั้ง	+1	+1	+1	1	ใช้ได้



ตาราง 11 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง สารละลายกรดและเบส

รายการ	ผู้เชี่ยวชาญ			ค่า IOC	สรุปผล
	คนที่1	คนที่2	คนที่3		
1.แผนการจัดการเรียนรู้มีองค์ประกอบสำคัญครบถ้วนและสัมพันธ์กัน	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
2.สาระการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
3.กิจกรรมสอดคล้องกับเนื้อหาและจุดประสงค์	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
4.กิจกรรมหลากหลายเหมาะสมและสอดคล้องกับความสามารถผู้เรียน	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
5.กิจกรรมเน้นทักษะกระบวนการคิด การลงมือปฏิบัติ และการเรียนรู้ด้วยตนเอง	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
6.กิจกรรมการเรียนรู้สอนมีความยากง่ายเหมาะสมกับระดับชั้น	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
7.สื่อการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์และกิจกรรมการเรียนการสอน	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
8.สื่อการเรียนรู้เหมาะสมกับวัย และความสามารถของผู้เรียน	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
9.การวัดและประเมินผลการเรียนรู้คล้องกับจุดประสงค์และกิจกรรมการเรียนการสอน	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
10.เครื่องมือที่ใช้วัดและประเมินผลการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์และกิจกรรมการเรียนการสอน	+1	+1	+1	1	ใช้ได้

ตาราง 12 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของใบกิจกรรม เรื่องสารละลายกรดและเบส

รายการ	ผู้เชี่ยวชาญ			ค่า IOC	สรุปผล
	คนที่1	คนที่2	คนที่3		
1.ใบกิจกรรมมีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
2.ใบกิจกรรมมีความสอดคล้องกับเนื้อหาการทดลอง	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
3.ใบกิจกรรมมีความสอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนการสอน	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
4.ใบกิจกรรมมีความยากง่ายพอเหมาะ	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
5.ใบกิจกรรมมีความเหมาะสมกับวัยและความสามารถของผู้เรียน	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
6.ภาษาที่ใช้ในใบกิจกรรมมีความถูกต้องและเหมาะสม	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
7.ใบกิจกรรมอ่านแล้วเข้าใจง่าย	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
8.องค์ประกอบต่างๆ ในใบกิจกรรมมีความเหมาะสม	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
9. ใบกิจกรรมมีความสอดคล้องกับบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
10.เนื้อหาในใบกิจกรรมมีความเหมาะสม	+1	+1	+1	1	ใช้ได้

ตาราง 13 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สารละลายกรดและเบส

ข้อ	ผู้เชี่ยวชาญ			ค่า IOC	สรุป	ข้อ	ผู้เชี่ยวชาญ			ค่า IOC	สรุป
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3				คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้	31	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
2	+1	+1	+1	1	ใช้ได้	32	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
3	+1	+1	+1	1	ใช้ได้	33	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
4	+1	+1	+1	1	ใช้ได้	34	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
5	+1	+1	+1	1	ใช้ได้	35	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
6	+1	+1	+1	1	ใช้ได้	36	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
7	+1	+1	+1	1	ใช้ได้	37	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
8	+1	+1	+1	1	ใช้ได้	38	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
9	+1	+1	+1	1	ใช้ได้	39	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
10	+1	+1	+1	1	ใช้ได้	40	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
11	+1	+1	+1	1	ใช้ได้	41	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
12	+1	+1	+1	1	ใช้ได้	42	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
13	+1	+1	+1	1	ใช้ได้	43	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
14	+1	+1	+1	1	ใช้ได้	44	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
15	+1	+1	+1	1	ใช้ได้	45	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
16	+1	+1	+1	1	ใช้ได้	46	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
17	+1	+1	+1	1	ใช้ได้	47	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
18	+1	+1	+1	1	ใช้ได้	48	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
19	+1	+1	+1	1	ใช้ได้	49	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
20	+1	+1	+1	1	ใช้ได้	50	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
21	+1	+1	+1	1	ใช้ได้	51	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
22	+1	+1	+1	1	ใช้ได้	52	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
23	+1	+1	+1	1	ใช้ได้	53	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
24	+1	+1	+1	1	ใช้ได้	54	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
25	+1	+1	+1	1	ใช้ได้	55	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
26	+1	+1	+1	1	ใช้ได้	56	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
27	+1	+1	+1	1	ใช้ได้	57	+1	+1	+1	1	ใช้ได้

ข้อ	ผู้เชี่ยวชาญ			ค่า IOC	สรุป	ข้อ	ผู้เชี่ยวชาญ			ค่า IOC	สรุป
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3				คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
28	+1	+1	+1	1	ใช้ได้	58	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
29	+1	+1	+1	1	ใช้ได้	59	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
30	+1	+1	+1	1	ใช้ได้	60	+1	+1	+1	1	ใช้ได้



ตาราง 14 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส

รายการ	ผู้เชี่ยวชาญ			ค่า IOC	สรุปผล
	คนที่1	คนที่2	คนที่3		
1. ด้านเนื้อหา					
1.1 เนื้อหาการทดลองมีความน่าสนใจ	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
1.2 เนื้อหาการทดลองเข้าใจง่าย	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
1.3 การจัดเนื้อหาการทดลองเหมาะสมกับเวลาเรียน	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
2. ด้านภาพ ภาษา ตัวอักษร และสี					
2.1 ภาพและการออกแบบบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริงดูน่าสนใจ	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
2.2 ภาษาที่ใช้เข้าใจง่าย	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
2.3 ตัวอักษรอ่านง่ายและมีขนาดพอเหมาะ	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
2.4 สีของภาพและสีของตัวอักษรมีความสวยงามและดึงดูดความสนใจ	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
3. ด้านความรู้สึกนึกคิดต่อบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง					
3.1 บทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริงมีความเสมือนกับการทดลองจริง	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
3.2 ไม่ยุ่งยากในการเตรียมอุปกรณ์การทดลอง สารเคมี และแสดงผลการทดลองได้อย่างรวดเร็ว	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
3.3 การใช้บทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริงไม่ต้องการทดลองในห้องทดลองแต่ทำได้ทุกที่มีคอมพิวเตอร์	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
3.4 บทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริงใช้งานยาก	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
4. ด้านการแสดงออกต่อกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง					
4.1 นักเรียนสนุกสนาน และตื่นตัวกับการเรียนด้วยบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
4.2 นักเรียนมีส่วนร่วมในการทดลองทุกขั้นตอนและเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
4.3 เกิดความสนใจในการเรียนมากขึ้นเมื่อเรียนด้วยบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
4.4 อยากเรียนบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริงแบบนี้อีก	0	+1	+1	0.66	ใช้ได้

ภาคผนวก ค

ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับผลการวิจัยและการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องสารละลายกรดและเบส
2. การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนกับหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส
4. ค่า t -test จากการคำนวณด้วยโปรแกรม SPSS

ตาราง 15 ค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ข้อ	ค่าความยากง่าย(p)	ค่าอำนาจจำแนก(r)	ข้อ	ค่าความยากง่าย(p)	ค่าอำนาจจำแนก(r)
1	0.94	0.04	31	0.52	0.16
2	0.96	0	32	0.60	0
3	0.62	0.12	33	0.56	0.40
4	0.68	0.24	34	0.46	0.20
5	0.58	0.36	35	0.56	0.16
6	0.30	0.04	36	0.64	0.48
7	0.38	0.28	37	0.66	0.44
8	0.52	0	38	0.70	0.28
9	0.36	0.08	39	0.48	0.32
10	0.22	0.36	40	0.48	0.24
11	0.50	0.20	41	0.88	0.24
12	0.34	0.36	42	0.7	0.52
13	0.52	0.16	43	0.68	0.64
14	0.74	0.20	44	0.88	0.24
15	0.84	0.16	45	0.68	0.56
16	0.74	0.28	46	0.72	0.32
17	0.32	-0.08	47	0.48	0.80
18	0.88	0	48	0.52	0.48
19	0.72	0.32	49	0.40	0.32
20	0.20	0.16	50	0.70	0.60
21	0.54	0.44	51	0.26	0.12
22	0.90	0.12	52	0.36	0.32
23	0.80	0.40	53	0.48	0.32
24	0.52	-0.08	54	0.68	0.40
25	0.84	0.08	55	0.74	0.28
26	0.62	-0.12	56	0.50	0.36
27	0.26	-0.04	57	0.50	0.20
28	0.16	0.08	58	0.52	0.56
29	0.34	0.2	59	0.64	0.32
30	0.66	0.04	60	0.46	0.28

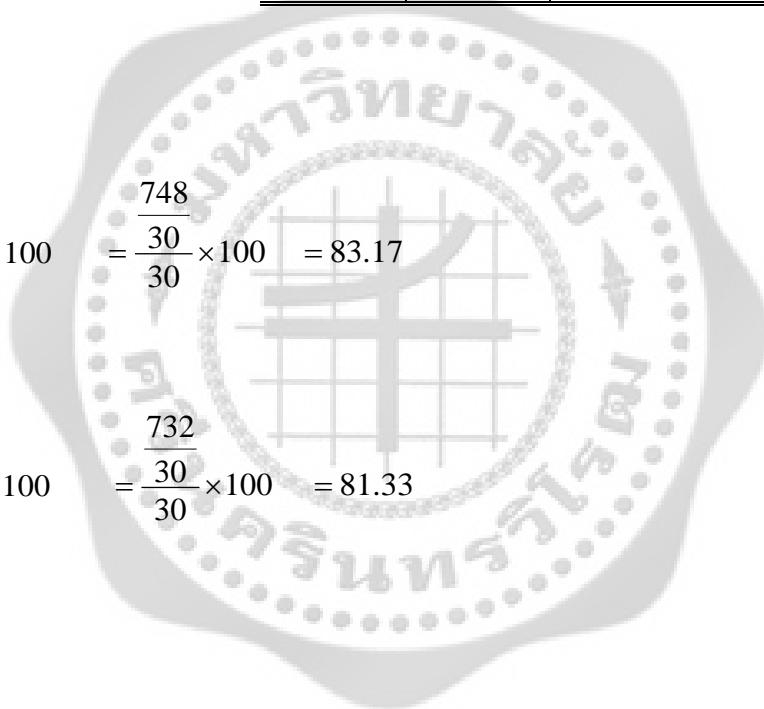
ตาราง 16 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรด และเบส

จำนวน นักเรียน	คะแนนระหว่างเรียน 30 คะแนน			รวม	คะแนนหลังเรียน 30 คะแนน จากแบบทดสอบ
	ใบงานที่1	ใบงานที่2	ใบงานที่3		
1	9	8	7	24	23
2	9	9	8.5	26.5	24
3	10	8	7	25	25
4	9	7	8.5	24.5	24
5	8.5	9	7	24.5	27
6	7	7	5.5	19.5	28
7	9	7	7	23	24
8	9	9	7	25	26
9	10	10	10	30	26
10	9.5	8	8.5	26	24
11	8	8	5	21	26
12	9	9	8.5	26.5	25
13	8	8	5.5	21.5	26
14	9	8	7	24	27
15	9	7	7	23	25
16	9	7	7	23	26
17	7	9	5.5	21.5	25
18	10	10	10	30	26
19	9	9	7	25	23
20	8	10	5.5	23.5	24
21	10	8	8.5	26.5	23
22	9	9	8.5	26.5	22
23	9	9	8.5	26.5	23
24	10	9	8.5	27.5	22
25	9	8	7	24	20
26	9	9	10	28	26

จำนวน นักเรียน	คะแนนระหว่างเรียน 30 คะแนน			รวม	คะแนนหลังเรียน 30 คะแนน จากแบบทดสอบ
	ใบงานที่1	ใบงานที่2	ใบงานที่3		
27	9	9	7	25	23
28	10	9	8.5	27.5	24
29	10	10	8.5	28.5	20
30	8	8	5.5	21.5	25
			รวม	748.5	732
			ค่าเฉลี่ย	24.95	24.40

$$E_1 = \frac{\sum X}{N} \times 100 = \frac{748}{30} \times 100 = 83.17$$

$$E_2 = \frac{\sum Y}{N} \times 100 = \frac{732}{30} \times 100 = 81.33$$



ตาราง 17 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนกับหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส

จำนวนนักเรียน	คะแนนสอบ		ผลต่าง (D)	ผลต่าง ² (D ²)
	ก่อนเรียน	หลังเรียน		
1	14	22	8	64
2	15	27	12	144
3	14	28	14	196
4	10	22	12	144
5	13	24	11	121
6	12	21	9	81
7	12	23	11	121
8	14	23	9	81
9	9	20	11	121
10	16	28	12	144
11	14	25	11	121
12	16	28	12	144
13	13	25	12	144
14	17	28	11	121
15	16	24	8	64
16	15	26	11	121
17	16	29	13	169
18	17	28	11	121
19	14	26	12	144
20	10	22	12	144
21	9	21	12	144
22	13	27	14	196
23	16	25	9	81
24	9	26	17	361
25	15	27	12	144
26	16	26	10	100
27	9	21	12	144
28	10	20	10	100

จำนวนนักเรียน	คะแนนสอบ		ผลต่าง (D)	ผลต่าง ² (D ²)
	ก่อนเรียน	หลังเรียน		
29	13	23	10	100
30	11	22	11	121
31	15	26	11	121
32	6	20	14	196
33	14	27	13	169
34	13	25	12	144
35	8	20	12	144
36	14	26	12	144
37	10	22	12	144
38	13	25	12	144
39	15	27	12	144
40	8	24	16	256
รวม	514	979	465	5607

ค่า t-test จากการคำนวณด้วยโปรแกรม SPSS

Paired Samples Statistics

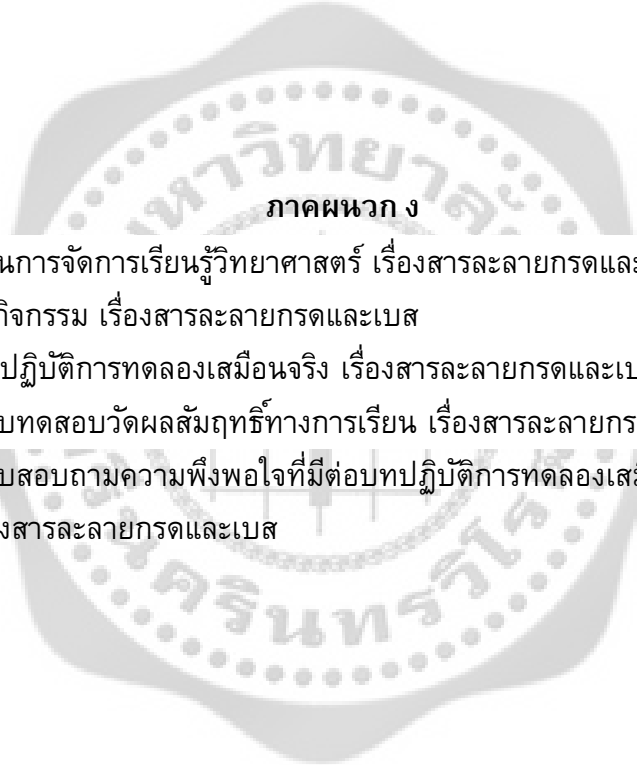
		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	Pre-test Scores	12.85	40	2.851	.451
	post-test Scores	24.48	40	2.698	.427

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	Pre-test Scores & post-test Scores	40	.786	.000

Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	Pre-test Scores - post-test Scores	-11.63	1.821	.288	-12.21	-11.04	-40.367	39	.000



ภาคผนวก ง

1. แผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องสารละลายกรดและเบส
2. ใบกิจกรรม เรื่องสารละลายกรดและเบส
3. บทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส
4. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องสารละลายกรดและเบส
5. แบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส

แผนการจัดการเรียนรู้

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 ชื่อหน่วย การตรวจสอบความเป็นกรดและเบสของสารละลาย
 เรื่อง สารละลายกรดและเบส รหัสวิชา ว21101
 รายวิชา วิทยาศาสตร์พื้นฐาน กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556 เวลา 2 คาบ (100 นาที)
 ผู้สอน นางสาวสุรจิรา บุญเลิศ

1. มาตรฐานการเรียนรู้

สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร

ว 3.1 เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะ หาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ นำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2. ตัวชี้วัด

ว 3.1 ม.1/3 ทดลองและอธิบายสมบัติความเป็นกรด เบส ของสารละลาย

ว 3.1 ม.1/4 ตรวจสอบค่า pH ของสารละลายและนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

3. สาระสำคัญ

การตรวจสอบความเป็นกรดและเบส สามารถตรวจสอบได้โดยใช้กระดาษลิตมัส สารละลายที่มีสมบัติเป็นกรดจะเปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากสีน้ำเงินเป็นสีแดง ส่วนสารละลายที่มีสมบัติเป็นเบสจะเปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากสีแดงเป็นสีน้ำเงิน และสารละลายที่มีสมบัติเป็นกลางจะไม่เปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสทั้งทั้งสองสี

นอกจากนี้ยังมีสารละลายชนิดอื่นๆ ที่สามารถนำมาใช้ในการตรวจสอบสมบัติของกรดและเบสได้ ซึ่งสารที่ใช้ตรวจสอบสมบัติของสารละลายกรดและเบสที่มีน้ำเป็นตัวทำละลาย เรียกว่า อินดิเคเตอร์ อินดิเคเตอร์ที่ได้จากการสังเคราะห์ได้แก่ ฟีนอล์ฟทาลีน เมทิลออเรนจ์ บรอมไทมอลบลู ยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์ ฯลฯ

การตรวจสอบโดยใช้อินดิเคเตอร์ที่กล่าวข้างต้น ไม่สามารถระบุได้ว่าสารละลายแต่ละชนิดที่ทดสอบมีความเป็นกรดเป็นเบสแตกต่างกันมากน้อยเพียงใด ดังนั้นจึงต้องการระบุระดับความเป็นกรดและเบสของสารละลายขึ้นมาเพื่อใช้เป็นเกณฑ์ในการบอกความเป็นกรดหรือเบสของสาร ซึ่งเรียกว่า พีเอช (pH)

4. ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

1. สามารถบอกได้ว่าสารละลายเป็นกรด เบส หรือกลาง โดยใช้อินดิเคเตอร์ได้
2. สามารถตรวจสอบความเป็นกรดและเบสของสารละลายด้วยอินดิเคเตอร์สำหรับกรดและเบสต่างๆ ได้

3. สามารถอธิบายและเปรียบเทียบสีของอินดิเคเตอร์แต่ละชนิดในสารละลายกรดและสารละลายเบสด้วยอินดิเคเตอร์ชนิดต่างๆ ได้

5. สารละลายเรียนรู้

สารละลายที่มีน้ำเป็นตัวทำละลายอาจจะมีสมบัติเป็นกรด เบส หรือกลาง ซึ่งสามารถทดสอบได้ด้วยกระดาษลิตมัส หรืออินดิเคเตอร์

6. กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

ขั้นนำ (10 นาที)

ครูตั้งคำถามให้นักเรียนช่วยกันคิดว่า นักเรียนจะทราบได้อย่างไรว่าสารละลายที่นักเรียนเห็นมีสมบัติเป็นกรด เบส หรือกลาง นักเรียนจะใช้วิธีใดในการตรวจสอบสารละลายที่มีสมบัติเป็นกรดและเบส โดยให้นักเรียนตอบอย่างอิสระ เพื่อนำเข้าสู่กิจกรรมของบทเรียน เรื่องการตรวจสอบความเป็นกรดและเบสของสารละลาย

ขั้นสอน (60 นาที)

1. ครูให้นักเรียนเข้าสู่กิจกรรมการทดลอง เรื่อง การตรวจสอบความเป็นกรดและเบสของสารละลาย

1.1 ครูให้นักเรียนประจำเครื่องคอมพิวเตอร์ 1 คน ต่อ 1 เครื่อง

1.2 ครูแนะนำวิธีการเรียนรู้ เรื่อง การตรวจสอบความเป็นกรดและเบสของสารละลาย ในบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง จากโปรแกรม Yenka Science (Chemistry)

1.3 ครูแจกเอกสารประกอบการเรียนรู้ (ใบกิจกรรม) เรื่องการตรวจสอบความเป็นกรดและเบสของสารละลายให้กับนักเรียน

1.4 จากนั้นครูชี้แจงเกี่ยวกับจุดประสงค์การเรียนรู้เรื่องการตรวจสอบความเป็นกรดและเบสของสารละลายที่จะให้นักเรียนทำการทดลอง

1.5 นักเรียนทำกิจกรรมการทดลอง เรื่องการตรวจสอบความเป็นกรดและเบสของสารละลาย ด้วยบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริงในคอมพิวเตอร์

1.6 นักเรียนบันทึกผลการทดลองในเอกสารประกอบการเรียนรู้ (ใบกิจกรรม) เรื่องการตรวจสอบความเป็นกรดและเบสของสารละลาย

2. ครูถามคำถามนักเรียนเพื่อให้นักเรียนเกิดความเข้าใจยิ่งขึ้น โดยใช้คำถามดังนี้

-เมื่อนำกระดาษลิตมัสทดสอบกับสารละลายตัวอย่าง สีที่แสดงเป็นอย่างไรบ้าง และสีแต่ละสีแสดงว่าสารละลายมีสมบัติอย่างไร

-อินดิเคเตอร์ตัวใดสามารถบอกความค่า pH ของกรดและเบสได้ดีที่สุด

-สารที่เราใช้ตรวจสอบความเป็นกรดและเบสเรียกว่าอะไร

3. นักเรียนร่วมกันอภิปรายผลจากการทำกิจกรรมการทดลอง โดยครูเลือกนักเรียนออกมาอภิปรายและสรุปผลให้ฟัง

4. ครูอธิบายเพิ่มเติมว่า การตรวจสอบความเป็นกรดและเบส สามารถตรวจสอบได้โดยใช้กระดาษลิตมัส สารละลายที่มีสมบัติเป็นกรดจะเปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากสีน้ำเงินเป็นสีแดง ส่วนสารละลายที่มีสมบัติเป็นเบสจะเปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากสีแดงเป็นสีน้ำเงิน และสารละลายที่มีสมบัติเป็นกลางจะไม่เปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสทั้งทั้งสองสี

นอกจากนี้ยังมีสารละลายชนิดอื่นๆ ที่สามารถนำมาใช้ในการตรวจสอบสมบัติของกรดและเบสได้ ซึ่งสารที่ใช้ตรวจสอบสมบัติของสารละลายกรดและเบสที่มีน้ำเป็นตัวทำละลาย เรียกว่า อินดิเคเตอร์ อินดิเคเตอร์ที่ได้จากการสังเคราะห์ได้แก่ ฟีนอล์ฟทาลีน เมทิลออเรนจ์ บรอมไทมอลบลู ยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์

ขั้นสรุป (30 นาที)

1. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการทดลองตามรายละเอียดของกิจกรรมการทดลอง เพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า สารที่ใช้ทดสอบความเป็นกรดและเบสของสารตัวอย่างแต่ละชนิด จะให้สีของสารละลายในกรดและเบสต่างกัน สารที่ใช้ตรวจสอบความเป็นกรดและเบสของสารละลายละลาย เรียกว่า อินดิเคเตอร์ และความเป็นกรดและเบสของสารเป็นสมบัติเฉพาะตัวของสารแต่ละชนิดจึงใช้เป็นเกณฑ์ในการจัดกลุ่มสารเป็นกรด เบส และกลางได้ จากการตรวจสอบสารละลายที่มีสมบัติเป็นกรด คือ กรดไฮโดรคลอริก สารละลายที่มีสมบัติเป็นเบส คือ โซเดียมไฮดรอกไซด์ สารละลายผงฟู และสารละลายปูนขาว สารละลายที่มีสมบัติเป็นกลางคือ น้ำ

2. ครูแจกเอกสารประกอบการเรียนรู้ (ใบกิจกรรม) เรื่องการตรวจสอบความเป็นกรดและเบสของสารละลาย

3. นักเรียนตอบคำถามท้ายการทดลองในเอกสารประกอบการเรียนรู้ (ใบกิจกรรม) เรื่องการตรวจสอบความเป็นกรดและเบสของสารละลาย

7. สื่อการเรียนรู้

1. บทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องการตรวจสอบความเป็นกรดและเบสของสารละลาย
2. เอกสารประกอบการเรียนรู้ เรื่องการตรวจสอบความเป็นกรดและเบสของสารละลาย

8. การวัดและการประเมินผลการเรียนรู้การประเมินผลการเรียนรู้

วัดและประเมินผลการเรียนรู้ตามผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง จากเอกสารประกอบการเรียนรู้ (ใบกิจกรรม) เรื่องการตรวจสอบความเป็นกรดและเบสของสารละลาย

แผนการจัดการเรียนรู้

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 ชื่อหน่วย สมบัติของสารละลายกรดและเบส
 เรื่อง สารละลายกรดและเบส รหัสวิชา ว21101
 รายวิชา วิทยาศาสตร์พื้นฐาน กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556 เวลา 2 คาบ (100 นาที)
 ผู้สอน นางสาวสุรจิรา บุญเลิศ

1. มาตรฐานการเรียนรู้

สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร

ว 3.1 เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะ หาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ นำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2. ตัวชี้วัด

ว 3.1 ม.1/3 ทดลองและอธิบายสมบัติความเป็นกรด เบส ของสารละลาย

ว 3.1 ม.1/4 ตรวจสอบค่า pH ของสารละลายและนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

3. สาระสำคัญ

กรด คือ สารที่มีสมบัติกัดกร่อนโลหะโดยทำปฏิกิริยากับโลหะบางชนิด เช่น อะลูมิเนียม แมกนีเซียม สังกะสี จะให้แก๊สไฮโดรเจน และทำปฏิกิริยากับสารประกอบคาร์บอเนต ให้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ กรดส่วนใหญ่มีรสเปรี้ยว นำไฟฟ้าได้ เปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากสีน้ำเงินเป็นสีแดง และมี pH ต่ำกว่า 7

เบส คือ สารที่มีสมบัติลื่นมือคล้ายสบู่ ไม่ทำปฏิกิริยากับโลหะแมกนีเซียม และโลหะอื่นๆ ยกเว้นทำปฏิกิริยากับโลหะอะลูมิเนียม จะได้แก๊สไฮโดรเจน แต่ทำปฏิกิริยากับเกลือแอมโมเนียได้ แก๊สแอมโมเนีย เบสมีรสฝาด นำไฟฟ้าได้ เปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากแดงเป็นสีน้ำเงิน และมี pH มากกว่า 7

4. ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

1. สามารถบอกสมบัติบางประการของสารละลายกรดและเบสได้
2. อธิบายสมบัติทางเคมีของสารละลายกรดและสารละลายเบสโดยทำปฏิกิริยากับสารบางชนิดได้
3. อธิบายผลของปฏิกิริยาของสารละลายกรดและสารละลายเบสกับกับสารบางชนิดได้

5. สาระการเรียนรู้

สารละลายที่มีน้ำเป็นตัวทำละลายอาจจะมีสมบัติเป็นกรด กลางหรือเบส ซึ่งสามารถทดสอบได้ด้วยกระดาษลิตมัส หรืออินดิเคเตอร์

6. กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

ขั้นนำ (10 นาที)

ครูตั้งคำถามให้นักเรียนช่วยกันคิดว่า เมื่อนำน้ำยาล้างห้องน้ำไปบนพื้นนักเรียนสังเกตเห็นอะไรบ้าง ทำไมจึงเป็นเช่นนั้น นักเรียนคิดว่าสารละลายกรดและสารละลายเบสแต่ละชนิดมีสมบัติอย่างไร โดยให้นักเรียนตอบอย่างอิสระ เพื่อนำเข้าสู่กิจกรรมของบทเรียน เรื่องสมบัติของสารละลายกรดและเบส

ขั้นสอน (60 นาที)

1. ครูให้นักเรียนเข้าสู่กิจกรรมการทดลอง เรื่องสมบัติของสารละลายกรดและเบส
 - 1.1 ครูให้นักเรียนประจำเครื่องคอมพิวเตอร์ 1 คน ต่อ 1 เครื่อง
 - 1.2 ครูแนะนำวิธีการเรียนรู้ เรื่องสมบัติของสารละลายกรดและเบส ในบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง จากโปรแกรม Yenka Science (Chemistry)
 - 1.3 ครูแจกเอกสารประกอบการเรียนรู้ (ใบกิจกรรม) เรื่องสมบัติของสารละลายกรดและเบส ให้นักเรียน
 - 1.3.1 จากนั้นครูชี้แจงเกี่ยวกับจุดประสงค์การเรียนรู้เรื่องสมบัติของสารละลายกรดและเบสที่จะให้นักเรียนทำการทดลอง
 - 1.5 นักเรียนทำกิจกรรมการทดลอง เรื่องสมบัติของสารละลายกรดและเบส ด้วยบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริงในคอมพิวเตอร์
 - 1.6 นักเรียนบันทึกผลการทดลองในเอกสารประกอบการเรียนรู้ (ใบกิจกรรม) เรื่องสมบัติของสารละลายกรดและเบส
2. ครูถามคำถามนักเรียนเพื่อให้นักเรียนเกิดความเข้าใจยิ่งขึ้น โดยใช้คำถามดังนี้
 - เมื่อนำโลหะทั้ง 3 ชนิด ใส่ลงในกรดไฮโดรคลอริก ทำไมจึงเกิดฟองแก๊ส
 - เมื่อนำโลหะทั้ง 3 ชนิด ใส่ลงในโซเดียมไฮดรอกไซด์ สังกะสี หินปูน ทำไมจึงไม่เกิดฟองแก๊ส
 - เมื่อนำโลหะทั้ง 3 ชนิด ใส่ลงในกรดไฮโดรคลอริก เวลาผ่านไปโลหะทั้ง 3 ชนิดจะเป็นอย่างไร
3. นักเรียนร่วมกันอภิปรายผลจากการทำกิจกรรมการทดลอง โดยครูเลือกนักเรียนออกมาอภิปรายและสรุปผลให้ฟัง
4. ครูอธิบายเพิ่มเติมว่า กรด คือ สารที่มีสมบัติกัดกร่อนโลหะโดยทำปฏิกิริยากับโลหะบางชนิดจะให้แก๊สไฮโดรเจน และทำปฏิกิริยากับสารประกอบคาร์บอเนต ให้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ กรดส่วนใหญ่มีฤทธิ์เปรี้ยว นำไฟฟ้าได้ เปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากสีน้ำเงินเป็นสีแดง และมี pH ต่ำกว่า 7
เบส คือ สารที่มีสมบัติลื่นมือคล้ายสบู่ ไม่ทำปฏิกิริยากับโลหะแมกนีเซียม และโลหะอื่นๆ ยกเว้นทำปฏิกิริยากับโลหะอลูมิเนียม จะได้แก๊สไฮโดรเจน แต่ทำปฏิกิริยากับเกลือแอมโมเนียมได้

แก๊สแอมโมเนีย เบสมีรสฝาด นำไฟฟ้าได้ เปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากแดงเป็นสีน้ำเงิน และมี pH มากกว่า 7

ขั้นสรุป (30 นาที)

1. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการทดลองตามรายละเอียดของกิจกรรมการทดลอง เพื่อให้ได้ข้อสรุปว่ากรดไฮโดรคลอริกมีสมบัติเป็นกรด โซเดียมไฮดรอกไซด์มีสมบัติเป็นเบส สมบัติทางเคมีของกรดและเบส ได้แก่ สารละลายกรดเปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากสีน้ำเงินเป็นสีแดงและทำปฏิกิริยากับโลหะ เช่น สังกะสี อะลูมิเนียมละหิณปูน เกิดฟองแก๊สเกิดขึ้น และทำปฏิกิริยาก้อน ส่วนสารละลายเบสเปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากแดงเป็นสีน้ำเงิน จะไม่ทำปฏิกิริยากับโลหะสังกะสีและหิณปูนแต่ทำปฏิกิริยากับโลหะอะลูมิเนียมให้ฟองแก๊สเกิดขึ้นและทำให้อะลูมิเนียมกร้อน

2. ครูแจกเอกสารประกอบการเรียนรู้ (ใบกิจกรรม) เรื่องสมบัติของสารละลายกรดและเบส

3. นักเรียนตอบคำถามทำการทดลองในเอกสารประกอบการเรียนรู้ (ใบกิจกรรม) เรื่องสมบัติของสารละลายกรดและเบส

7. สื่อการเรียนรู้

1. บทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสมบัติของสารละลายกรดและเบส

2. เอกสารประกอบการเรียนรู้ เรื่องสมบัติของสารละลายกรดและเบส

8. การวัดและการประเมินผลการเรียนรู้

วัดและประเมินผลการเรียนรู้ตามผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง จากเอกสารประกอบการเรียนรู้ เรื่องสมบัติของสารละลายกรดและเบส

แผนการจัดการเรียนรู้

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 ชื่อหน่วย pH ของสารละลายกรดและเบส

เรื่อง สารละลายกรดและเบส รหัสวิชา ว21101

รายวิชา วิทยาศาสตร์พื้นฐาน กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ภาคเรียนที่ 1

ปีการศึกษา 2556

เวลา 2 คาบ (100 นาที)

ผู้สอน นางสาวสุรจิรา บุญเลิศ

1. มาตรฐานการเรียนรู้

สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร

ว 3.1 เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะ หาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ นำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2. ตัวชี้วัด

ว 3.1 ม.1/3 ทดลองและอธิบายสมบัติความเป็นกรด เบส ของสารละลาย

ว 3.1 ม.1/4 ตรวจสอบค่า pH ของสารละลายและนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

3. สาระสำคัญ

pH เป็นค่าที่ใช้ระบุความเป็นกรดเป็นเบสของสารละลายดังนี้

-สารละลายที่มีสมบัติเป็นกลาง มี pH เท่ากับ 7

-สารละลายที่มีสมบัติเป็นกรด มี pH น้อยกว่า 7

-สารละลายที่มีสมบัติเป็นเบส มี pH มากกว่า 7

การหาค่า pH ของสารละลายจากการเปลี่ยนสีของอินดิเคเตอร์ จะต้องเลือกอินดิเคเตอร์ในการพิจารณาหลายๆ ชนิด เพื่อให้ได้ค่า pH ของสารละลาย ในการตรวจสอบค่า pH ของสารละลาย นอกจากการสังเกตการเปลี่ยนสีของอินดิเคเตอร์แล้ว ยังสามารถใช้เครื่องมือวัดค่า pH ที่เรียกว่า มาตรฐานความเป็นกรดเป็นเบส ตรวจสอบค่า pH ของสารละลายได้อีกด้วย

มาตรฐานความเป็นกรดเป็นเบส (pH meter) เป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับวัดค่า pH ของสารละลาย โดยบอกค่า pH เป็นตัวเลขที่หน้าปัดจึงได้ค่าที่ละเอียด และสามารถแสดงค่า pH ที่เปลี่ยนแปลงไปอย่างต่อเนื่องตลอดเวลาที่เกิดปฏิกิริยา

4. ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

1. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างค่า pH กับสมบัติความเป็นกรด เบส ของสารละลายโดยใช้อินดิเคเตอร์ได้

2. อธิบายวิธีการปรับค่าความเป็นกรดและเบสของสารละลายโดยการเติมสารที่มีสมบัติตรงกันข้ามได้

5. สารการเรียนรู้

ความเป็นกรดและเบสของสารละลายระบุเป็นค่า pH ซึ่งตรวจสอบได้ด้วยเครื่องมือวัดค่า pH หรือยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์

6. กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

ขั้นนำ (10 นาที)

ครูตั้งคำถามให้นักเรียนช่วยกันคิดว่า นักเรียนจะทราบได้อย่างไรว่าสารละลายมีค่า pH เท่าไร และค่า pH สามารถบอกอะไรได้บ้าง และนักเรียนโดยให้นักเรียนตอบอย่างอิสระ เพื่อนำเข้าสู่กิจกรรมของบทเรียน เรื่อง pH ของสารละลายกรดและเบส

ขั้นสอน (60 นาที)

1. ครูให้นักเรียนเข้าสู่กิจกรรมการทดลอง เรื่อง pH ของสารละลายกรดและเบส
 - 1.1 ครูให้นักเรียนประจำเครื่องคอมพิวเตอร์ 1 คน ต่อ 1 เครื่อง
 - 1.2 ครูแนะนำวิธีการเรียนรู้ เรื่อง pH ของสารละลายกรดและเบสในบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง จากโปรแกรม Yenka Science (Chemistry)
 - 1.3 ครูแจกเอกสารประกอบการเรียนรู้ (ใบกิจกรรม) เรื่อง pH ของสารละลายกรดและเบส ให้นักเรียน
 - 1.3 จากนั้นครูชี้แจงเกี่ยวกับจุดประสงค์การเรียนรู้เรื่อง pH ของสารละลายกรดและเบสที่จะให้นักเรียนทำการทดลอง
 - 1.5 นักเรียนทำกิจกรรมการทดลอง เรื่อง pH ของสารละลายกรดและเบสด้วยบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริงในคอมพิวเตอร์
 - 1.6 นักเรียนบันทึกผลการทดลองในเอกสารประกอบการเรียนรู้ (ใบกิจกรรม) เรื่อง pH ของสารละลายกรดและเบส ครูถามคำถามนักเรียนเพื่อให้นักเรียนเกิดความเข้าใจยิ่งขึ้น โดยใช้คำถามดังนี้
 - เมื่อนำสารละลายกรดผสมกับสายละลายเบสจะเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร
 - เราสามารถทำให้ค่า pH ของสารละลายเปลี่ยนแปลงได้ไหม ทำอย่างไร
 - ถ้าเราจะทำให้ค่า pH ลดลงมากๆ ต้องเติมสารละลายที่มีสมบัติอะไร
 3. นักเรียนร่วมกันอภิปรายผลจากการทำกิจกรรมการทดลอง โดยครูเลือกนักเรียนออกมาอภิปรายและสรุปผลให้ฟัง
 4. ครูอธิบายเพิ่มเติมว่า pH เป็นค่าที่ใช้ระบุความเป็นกรดเป็นเบสของสารละลายดังนี้
 - สารละลายที่มีสมบัติเป็นกลาง มี pH เท่ากับ 7
 - สารละลายที่มีสมบัติเป็นกรด มี pH น้อยกว่า 7
 - สารละลายที่มีสมบัติเป็นเบส มี pH มากกว่า 7
 ซึ่งระดับค่า pH จะมีค่าตั้งแต่ 1-14

การหาค่า pH ของสารละลายจากการเปลี่ยนสีของอินดิเคเตอร์ จะต้องเลือกอินดิเคเตอร์ในการพิจารณาหลาย ๆ ชนิด เพื่อให้ได้ค่า pH ของสารละลาย ในการตรวจสอบค่า pH ของสารละลาย นอกจากการสังเกตการเปลี่ยนสีของอินดิเคเตอร์แล้ว ยังสามารถใช้เครื่องมือวัดค่า pH ที่เรียกว่า มาตรฐานความเป็นกรดเป็นเบส ตรวจสอบค่า pH ของสารละลายได้อีกด้วย

ขั้นสรุป(30 นาที)

1. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการทดลองตามรายละเอียดของกิจกรรมการทดลอง เพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า การเติมสารละลายที่มีสมบัติตรงกันข้ามจะทำให้ความเป็นกรดและเบสของสารละลายเปลี่ยนแปลง

กรดไฮโดรคลอริกมีค่า pH เท่ากับ 1 สารมีสมบัติเป็นกรด โซเดียมไฮดรอกไซด์มีค่า pH เท่ากับ 14 สารมีสมบัติเป็นเบส การปรับค่า pH ของสารละลายโดยเติมเบส ค่า pH ของสารละลายจะเพิ่มขึ้น

โซเดียมไฮดรอกไซด์เมื่อทำปฏิกิริยาพอดีกับกรดไฮโดรคลอริกจะใช้ปริมาตรของโซเดียมไฮดรอกไซด์ และกรดไฮโดรคลอริกเท่ากัน สารละลายที่ได้มีสมบัติเป็นกลาง และมี pH เท่ากับ 7 และถ้าเพิ่มโซเดียมไฮดรอกไซด์ สารละลายจะมีความเป็นเบสเพิ่มขึ้น ทำให้ค่า pH มากกว่า 7

2. ครูแจกเอกสารประกอบการเรียนรู้ (ใบกิจกรรม) เรื่อง pH ของสารละลายกรดและเบส

3. นักเรียนตอบคำถามท้ายการทดลองในเอกสารประกอบการเรียนรู้ (ใบกิจกรรม) เรื่อง pH

ของสารละลายกรดและเบส

7. สื่อการเรียนรู้

1. บทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่อง pH ของสารละลายกรดและเบส

2. เอกสารประกอบการเรียนรู้ เรื่อง pH ของสารละลายกรดและเบส

8. การวัดและการประเมินผลการเรียนรู้

วัดและประเมินผลการเรียนรู้ตามผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง จากเอกสารประกอบการเรียนรู้ (ใบกิจกรรม) เรื่อง pH ของสารละลายกรดและเบส

ชื่อ _____ ชั้น _____ เลขที่ _____

ใบกิจกรรมที่ 1

เรื่อง สมบัติของสารละลายกรดและเบส

จุดประสงค์


1. ทดลองและอธิบายสมบัติทางเคมีของสารละลายกรดและสารละลายเบสโดยทำปฏิกิริยากับสารบางชนิด
2. อธิบายผลของปฏิกิริยาของสารละลายกรดและสารละลายเบสกับสารบางชนิด

อุปกรณ์และสารเคมี

- | | |
|--|-------------------|
| 1. บีกเกอร์ขนาด 250 cm ³ | 5. โลหะสังกะสี |
| 2. สารละลายกรดไฮโดรคลอริก 0.5 mol/dm ³ | 6. โลหะอลูมิเนียม |
| 3. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.5 mol/dm ³ | 7. กระดาษลิตมัส |
| 4. หินปูน | |

ขั้นตอนการทดลอง

กดปุ่ม 

1. นำสารละลายกรดไฮโดรคลอริก 0.5 mol/dm³ ปริมาตร 100 cm³ เทใส่บีกเกอร์ขนาด 250 cm³ จำนวน 3 บีกเกอร์ นำกระดาษลิตมัสจุ่มลงในสารละลายในบีกเกอร์อันใดอันหนึ่ง (เนื่องจากทุกบีกเกอร์เป็นสารละลายชนิดเดียวกัน) สังเกตการเปลี่ยนแปลงและบันทึกผลการทดลอง
 2. นำหินปูนใส่ลงในบีกเกอร์ใบที่ 1 สังเกตการณ์เปลี่ยนแปลงและบันทึกผลการทดลอง
 3. นำสังกะสีใส่ลงในบีกเกอร์ใบที่ 2 สังเกตการณ์เปลี่ยนแปลงและบันทึกผลการทดลอง
 4. นำอลูมิเนียมใส่ลงในบีกเกอร์ใบที่ 3 สังเกตการณ์เปลี่ยนแปลงและบันทึกผลการทดลอง
5. กดปุ่ม  เพื่อเริ่มทำการทดลองถัดไป
6. นำสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.5 mol/dm³ ปริมาตร 100 cm³ เทใส่บีกเกอร์ขนาด 250 cm³ จำนวน 3 บีกเกอร์ นำกระดาษลิตมัสจุ่มลงในสารละลายในบีกเกอร์อันใดอันหนึ่ง (เนื่องจากทุกบีกเกอร์เป็นสารละลายชนิดเดียวกัน) สังเกตการเปลี่ยนแปลงและบันทึกผลการทดลอง
 7. นำหินปูนใส่ลงในบีกเกอร์ใบที่ 1 สังเกตการณ์เปลี่ยนแปลงและบันทึกผลการทดลอง
 8. นำสังกะสีใส่ลงในบีกเกอร์ใบที่ 2 สังเกตการณ์เปลี่ยนแปลงและบันทึกผลการทดลอง
 9. นำอลูมิเนียมใส่ลงในบีกเกอร์ใบที่ 3 สังเกตการณ์เปลี่ยนแปลงและบันทึกผลการทดลอง
 - 10.

ตารางบันทึกผลการทดลอง

สารละลาย	ผลที่สังเกตได้เมื่อทดสอบด้วย			
	กระดาษ ลิตมัส	หินปูน	โลหะสังกะสี	โลหะอลูมิเนียม
กรดไฮโดรคลอริก (HCl)				
โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)				

สรุปผลการทดลอง

ชื่อ _____ ชั้น _____ เลขที่ _____

คำถามท้ายการทดลอง

ให้นักเรียนเลือกคำตอบจากกรอบด้านบนใส่ลงในช่องว่างให้ถูกต้อง

กรด	เกิดฟองแก๊สและโลหะกร่อน	กลาง
เปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากสีแดงเป็นสีน้ำเงิน		ไม่เกิดฟองแก๊สและโลหะไม่กร่อน
หินปูน	เบส	เปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากสีน้ำเงินเป็นสีแดง
สังกะสี	อะลูมิเนียม	

สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ มีสมบัติเป็น

- จากการทดลองกรดทำปฏิกิริยากับ _____
สารละลายเบสทำปฏิกิริยากับ _____ แต่ไม่ทำปฏิกิริยากับ _____
- กรดมีสมบัติอย่างไร

เบสมีสมบัติอย่างไร

สิ่งที่นักเรียนสังเกตได้ว่ากรดหรือเบสเกิดปฏิกิริยา คือ

ชื่อ _____ ชั้น _____ เลขที่ _____

ใบกิจกรรมที่ 2

เรื่อง การตรวจสอบความเป็นกรดเป็นเบสของสารละลาย

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. สามารถตรวจสอบความเป็นกรดและเบสของสารละลายด้วยอินดิเคเตอร์สำหรับกรดและเบสต่าง ๆ
2. อธิบายและเปรียบเทียบสีของอินดิเคเตอร์แต่ละชนิดในสารละลายกรดและสารละลายเบสด้วยอินดิเคเตอร์ชนิดต่าง ๆ

อุปกรณ์และสารเคมี

- | | |
|-----------------------------------|---|
| 1. หลอดทดลอง | 7. สารละลายปูนขาว 0.01 mol/dm^3 |
| 2. กระดาษลิตมัส | 8. สารละลายกรดไฮโดรคลอริก 1.0 mol/dm^3 |
| 3. บรอมไทมอลบลู | 9. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 1.0 mol/dm^3 |
| 4. ฟีนอล์ฟทาลีน | 10. สารละลายผงฟู 1.0 mol/dm^3 |
| 5. เมทิลออเรนจ์ | 11. น้ำ |
| 6. กระดาษยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์ | |

ขั้นตอนการทดลอง

กดปุ่ม 

1. นำสารละลายกรดไฮโดรคลอริก 1.0 mol/dm^3 ใส่หลอดทดลองทั้ง 3 หลอด
 - 1.1 นำกระดาษลิตมัสและกระดาษยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์มาทดสอบ โดยจุ่มกระดาษลิตมัสและกระดาษยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์ลงในหลอดทดลองหลอดใดหลอดหนึ่ง(เนื่องจากทุกหลอดเป็นสารละลายชนิดเดียวกัน) สังเกตการเปลี่ยนแปลงและบันทึกผลการทดลอง
 - 1.2 หยดบรอมไทมอลบลูในหลอดทดลองที่ 1 สังเกตการเปลี่ยนแปลงและบันทึกผลการทดลอง
 - 1.3 นำฟีนอล์ฟทาลีนมาหยดใส่ในหลอดทดลองที่ 2 สังเกตการเปลี่ยนแปลงและบันทึกผลการทดลอง
 - 1.4 นำเมทิลออเรนจ์มาหยดใส่ในหลอดทดลองที่ 3 สังเกตการเปลี่ยนแปลงและบันทึกผลการทดลอง

กดปุ่ม  เพื่อเริ่มทำการทดลองถัดไป

2. นำสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 1.0 mol/dm^3 ใส่หลอดทดลองทั้ง 3 หลอด
 - 2.1 นำกระดาษลิตมัสและกระดาษยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์มาทดสอบ โดยจุ่มกระดาษลิตมัสและกระดาษยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์ลงในหลอดทดลองหลอดใดหลอดหนึ่ง(เนื่องจากทุกหลอดเป็นสารละลายชนิดเดียวกัน) สังเกตการเปลี่ยนแปลงและบันทึกผลการทดลอง
 - 2.2 หยดบรอมไทมอลบลูในหลอดทดลองที่ 1 สังเกตการเปลี่ยนแปลงและบันทึกผลการทดลอง
 - 2.3 หยดฟีนอล์ฟทาลีนในหลอดทดลองที่ 2 สังเกตการเปลี่ยนแปลงและบันทึกผลการทดลอง
 - 2.4 หยดเมทิลออเรนจ์ในหลอดทดลองที่ 3 สังเกตการเปลี่ยนแปลงและบันทึกผลการทดลอง


กดปุ่ม  เพื่อเริ่มทำการทดลองถัดไป

3. นำสารละลายผงฟู 1.0 mol/dm^3 ใส่ลงในหลอดทดลองทั้ง 3 หลอด
 - 3.1 นำกระดาษลิตมัสและกระดาษยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์มาทดสอบ โดยจุ่มกระดาษลิตมัสและกระดาษยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์ลงในหลอดทดลองหลอดใดหลอดหนึ่ง(เนื่องจากทุกหลอดเป็นสารละลายชนิดเดียวกัน) สังเกตการเปลี่ยนแปลงและบันทึกผลการทดลอง
 - 3.2 หยดบรอมไทมอลบลูในหลอดทดลองที่ 1 สังเกตการเปลี่ยนแปลงและบันทึกผลการทดลอง
 - 3.3 หยดฟีนอล์ฟทาลีนในหลอดทดลองที่ 2 สังเกตการเปลี่ยนแปลงและบันทึกผลการทดลอง
 - 3.4 หยดเมทิลออเรนจ์ในหลอดทดลองที่ 3 สังเกตการเปลี่ยนแปลงและบันทึกผลการทดลอง

กดปุ่ม  เพื่อเริ่มทำการทดลองถัดไป

4. นำสารละลายปูนขาว 0.01 mol/dm^3 ใส่ลงในหลอดทดลองทั้ง 3 หลอด
 - 4.1 นำกระดาษลิตมัสและกระดาษยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์มาทดสอบ โดยจุ่มกระดาษลิตมัสและกระดาษยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์ลงในหลอดทดลองหลอดใดหลอดหนึ่ง(เนื่องจากทุกหลอดเป็นสารละลายชนิดเดียวกัน) สังเกตการเปลี่ยนแปลงและบันทึกผลการทดลอง
 - 4.2 หยดบรอมไทมอลบลูในหลอดทดลองที่ 1 สังเกตการเปลี่ยนแปลงและบันทึกผลการทดลอง
 - 4.3 หยดฟีนอล์ฟทาลีนในหลอดทดลองที่ 2 สังเกตการเปลี่ยนแปลงและบันทึกผลการทดลอง

4.4 หยอดเมทิลออเรนจ์ในหลอดทดลองที่ 3 สังเกตการเปลี่ยนแปลงและบันทึกผลการทดลอง

กดปุ่ม  เพื่อเริ่มทำการทดลองถัดไป

5. นำน้ำใส่ลงในหลอดทดลองทั้ง 3 หลอด
 - 5.1 นำกระดาษลิตมัสและกระดาษยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์มาทดสอบ โดยจุ่มกระดาษลิตมัสและกระดาษยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์ลงในหลอดทดลองหลอดใดหลอดหนึ่ง(เนื่องจากทุกหลอดเป็นสารละลายชนิดเดียวกัน) สังเกตการเปลี่ยนแปลงและบันทึกผลการทดลอง
 - 5.2 หยดบรอมไทมอลบลูในหลอดทดลองที่ 1 สังเกตการเปลี่ยนแปลงและบันทึกผลการทดลอง
 - 5.3 หยดฟีนอล์ฟทาลีนในหลอดทดลองที่ 2 สังเกตการเปลี่ยนแปลงและบันทึกผลการทดลอง
 - 5.4 หยอดเมทิลออเรนจ์ในหลอดทดลองที่ 3 สังเกตการเปลี่ยนแปลงและบันทึกผลการทดลอง



ตารางบันทึกผลการทดลอง

สารละลายตัวอย่าง	ผลที่สังเกตได้เมื่อเติมอินดิเคเตอร์				
	กระดาษ ลิตมัส	บรอมไท มอลบลู	ฟีนอล์ฟ ทาลีน	เมทิลออ เรนจ์	ยูนิเวอร์ซัล อินดิเคเตอร์
กรดไฮโดรคลอริก(HCl)					
โซเดียมไฮดรอกไซด์(NaOH)					
สารละลายผงฟู (NaHCO ₃)					
สารละลายปูนขาว(Ca(OH) ₂)					
น้ำ (H ₂ O)					

สรุปผลการทดลอง

ชื่อ _____ ชั้น _____ เลขที่ _____

คำถามท้ายการทดลอง

ให้นักเรียนเลือกคำตอบจากกรอบด้านบนใส่ลงในช่องว่างให้ถูกต้อง

สารละลายปูนขาว	โซเดียมไฮดรอกไซด์	บรอมไทมอลบลูกลาง
กรด น้ำ	ยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์	กรดไฮโดรคลอริก
ฟีนอล์ฟทาลีน	เบส	ยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์ไม่สามารถระบุค่า pH ได้
สารละลาย	ผงฟู	กระดาษลิตมัสไม่สามารถระบุค่า pH ได้

1. จากการทดลองสารละลายที่มีสมบัติเป็นกรดคือ

สารละลายที่มีสมบัติเป็นกลาง คือ _____

สารละลายที่มีสมบัติเป็นเบส คือ _____

2. อินดิเคเตอร์ชนิดใดบอกความเป็นกรดและเบส ได้ถูกต้องมากที่สุด

กระดาษลิตมัสแตกต่างจากกระดาษยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์อย่างไร

3. สารละลายตัวอย่างชนิดใดบ้างที่หยดฟีนอล์ฟทาลีนแล้วได้สีชมพูเหมือนกัน _____

_____ และมีสมบัติเป็น _____

ชื่อ _____ ชั้น _____ เลขที่ _____

ใบกิจกรรมที่ 3

เรื่อง pH ของสารละลายกรดและเบส

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ทดสอบและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างค่า pH กับสมบัติความเป็นกรด เบส ของสารละลายโดยใช้อินดิเคเตอร์
2. อธิบายวิธีการปรับค่าความเป็นกรดและเบสของสารละลายโดยการเติมสารที่มีสมบัติตรงกันข้าม

อุปกรณ์และสารเคมี


1. บีกเกอร์ขนาด 100 cm³
2. สารละลายกรดไฮโดรคลอริก 1.0 mol/dm³
3. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 1.0 mol/dm³
4. กระดาษยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์.
5. แผ่นเทียบสีของยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์

ขั้นตอนการทดลอง

กดปุ่ม



1. ใช้กระดาษยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์จุ่มลงในกรดไฮโดรคลอริกในบีกเกอร์ใบที่ 1 แล้วนำไปเทียบกับแผ่นเทียบสี บันทึกค่า pH ที่ได้
2. ครั้งที่ 1 เติมโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 1.0 mol/dm³ จำนวน 5 cm³ ลงในบีกเกอร์ใบที่ 1 ที่มีกรดไฮโดรคลอริกปริมาตร 30 cm³ จากนั้นใช้กระดาษยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์จุ่มลงในสารละลาย แล้วนำไปเทียบกับแผ่นเทียบสี บันทึก ค่า pH ที่ได้จากการทดลอง
3. ครั้งที่ 2 เติมโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 1.0 mol/dm³ จำนวน 10 cm³ ลงในบีกเกอร์ใบที่ 1 จากนั้นใช้กระดาษยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์จุ่มลงในสารละลาย แล้วนำไปเทียบกับแผ่นเทียบสี บันทึก ค่า pH ที่ได้จากการทดลอง
4. ครั้งที่ 3 เติมโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 1.0 mol/dm³ จำนวน 15 cm³ ลงในบีกเกอร์ใบที่ 1 จากนั้นใช้กระดาษยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์จุ่มลงในสารละลาย แล้วนำไปเทียบกับแผ่นเทียบสี บันทึก ค่า pH ที่ได้จากการทดลอง
5. ครั้งที่ 4 เติมโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 1.0 mol/dm³ จำนวน 20 cm³ ลงในบีกเกอร์ใบที่ 1 จากนั้นใช้กระดาษยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์จุ่มลงในสารละลาย แล้วนำไปเทียบกับแผ่นเทียบสี บันทึก ค่า pH ที่ได้จากการทดลอง

กดปุ่ม  เพื่อเริ่มทำการทดลองต่อไป

6. ใช้กระดาษยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์จุ่มลงในโซเดียมไฮดรอกไซด์ในบีกเกอร์ใบที่ 2 แล้วนำไปเทียบกับแผ่นเทียบสี บันทึกค่า pH ที่ได้
7. ครั้งที่ 1 เติมกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 1.0 mol/dm^3 จำนวน 5 cm^3 ลงในบีกเกอร์ใบที่ 2 ที่มีโซเดียมไฮดรอกไซด์ ปริมาตร 30 cm^3 จากนั้นใช้กระดาษยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์จุ่มลงในสารละลาย แล้วนำไปเทียบกับแผ่นเทียบสี บันทึก ค่า pH ที่ได้จากการทดลอง
8. ครั้งที่ 2 เติมกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 1.0 mol/dm^3 จำนวน 10 cm^3 ลงในบีกเกอร์ใบที่ 2 จากนั้นใช้กระดาษยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์จุ่มลงในสารละลาย แล้วนำไปเทียบกับแผ่นเทียบสี บันทึก ค่า pH ที่ได้จากการทดลอง
9. ครั้งที่ 3 เติมกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 1.0 mol/dm^3 จำนวน 15 cm^3 ลงในบีกเกอร์ใบที่ 2 จากนั้นใช้กระดาษยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์จุ่มลงในสารละลาย แล้วนำไปเทียบกับแผ่นเทียบสี บันทึก ค่า pH ที่ได้จากการทดลอง
10. ครั้งที่ 4 เติมกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 1.0 mol/dm^3 จำนวน 20 cm^3 ลงในบีกเกอร์ใบที่ 2 จากนั้นใช้กระดาษยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์จุ่มลงในสารละลาย แล้วนำไปเทียบกับแผ่นเทียบสี บันทึก ค่า pH ที่ได้จากการทดลอง

ตารางบันทึกผลการทดลอง

สารละลาย	ปริมาตรสารละลาย(cm^3)		สีของกระดาษ ยูนิเวอร์ซัล อินดิเคเตอร์	ค่า pH ของ สารละลายผสม
	กรดไฮโดรคลอริก	โซเดียม ไฮดรอกไซด์		
กรดไฮโดรคลอริก (HCl) ค่า pH เท่ากับ _____				
โซเดียม ไฮดรอกไซด์ (NaOH) ค่า pH เท่ากับ _____				

สรุปผลการทดลอง

ชื่อ _____ ชั้น _____ เลขที่ _____

คำถามท้ายการทดลอง

ให้นักเรียนเลือกคำตอบจากกรอบด้านบนใส่ลงในช่องว่างให้ถูกต้อง

ไม่มีการเปลี่ยนสี

ค่า pH ของสารละลายจะเพิ่มขึ้น น้อยกว่า

กระดาษลิตมัสบอกค่า pH ได้แต่กระดาษยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์บอกค่า pH ไม่ได้

มีการเปลี่ยนสี เท่ากับ

ค่า pH ของสารละลายจะลดลง มากกว่า

กระดาษลิตมัสไม่สามารถบอกค่า pH ได้แต่กระดาษยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์บอกค่า pH ได้

เมื่อเติมสารละลายกรดเพิ่มลงไปเรื่อยๆในสารละลายเบสทำให้ค่า pH เป็นอย่างไร

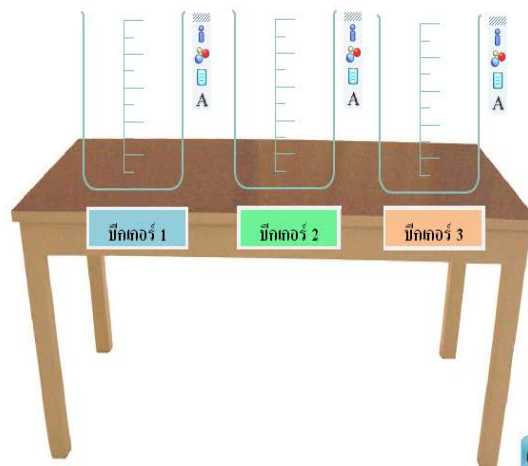
เมื่อเติมกรดไฮโดรคลอริกเพิ่มลงไปเรื่อยๆ สีของยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์จะเป็นอย่างไร

- ถ้าต้องการต้องการให้สารละลายมีสมบัติเป็นกลาง กรดไฮโดรคลอริกต้องมีปริมาตร _____
โซเดียมไฮดรอกไซด์
- ถ้าต้องการต้องการให้สารละลายมีสมบัติเป็นกรด กรดไฮโดรคลอริกต้องมีปริมาตร _____
โซเดียมไฮดรอกไซด์
- ถ้าต้องการต้องการให้สารละลายมีสมบัติเป็นเบส กรดไฮโดรคลอริกต้องมีปริมาตร _____
โซเดียมไฮดรอกไซด์

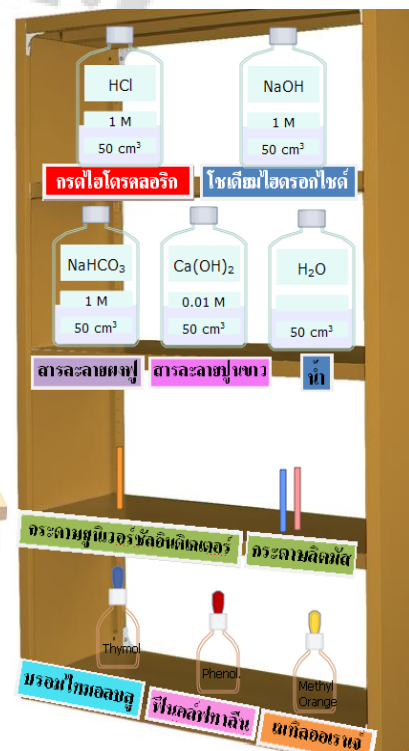
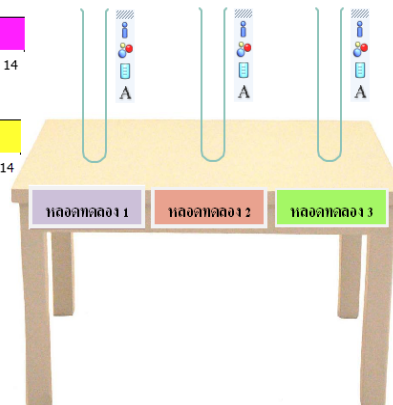
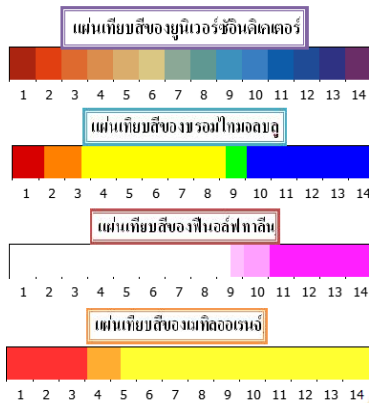
บทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส



เรื่อง สมบัติของสารละลายกรดและเบส



เรื่อง การตรวจสอบความเป็นกรดและเบสของสารละลาย



เรื่อง pH ของสารละลายกรดและเบส

แถบเทียบสีของยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14

บีกเกอร์ 1
กรดไฮโดรคลอริก 30 cm³

บีกเกอร์ 2
โซเดียมไฮดรอกไซด์ 30 cm³

กรดไฮโดรคลอริก

HCl	HCl	HCl	HCl
1 M	1 M	1 M	1 M
5 cm ³	10 cm ³	15 cm ³	20 cm ³

โซเดียมไฮดรอกไซด์

NaOH	NaOH	NaOH	NaOH
1 M	1 M	1 M	1 M
5 cm ³	10 cm ³	15 cm ³	20 cm ³

กระดาษยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์

เริ่มทำการทดลองใหม่

ข้อสอบชุด _____ เลขที่ข้อสอบ _____

แบบทดสอบ เรื่องสารละลายกรดเบส
 สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
 ข้อสอบ 30 ข้อ คะแนนรวม 30 คะแนน
 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556

- คำชี้แจง
- ข้อสอบชุดนี้เป็นข้อสอบปรนัย 30 ข้อ เวลาทำข้อสอบ 40 นาที
 - ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย X คำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียวลงในกระดาษคำตอบ โดยใช้ปากกาสีน้ำเงินหรือสีดำ
 - กรอกหัวกระดาษคำตอบและกระดาษข้อสอบให้ครบถ้วนก่อนทำข้อสอบ
 - ห้ามนำหนังสือและสิ่งของทุกชนิดเข้าห้องสอบ ยกเว้น ปากกา ยางลบ
 - ห้ามขีดหรือเขียนอะไรลงในแบบทดสอบเด็ดขาด

ข้อมูลในการทำข้อสอบ

อินดิเคเตอร์	ช่วง pH ที่เปลี่ยนสี	สีที่เปลี่ยน
เมทิลออเรนจ์	3.1-4.4	แดง → เหลือง
บรอมไทมอลบลู	6.0-7.6	เหลือง → น้ำเงิน
ฟีนอล์ฟทาลีน	8.3-10.2	ไม่มีสี → ชมพูเข้ม

แผ่นเทียบสีของยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์

pH=1

pH=7

pH=14

สีแดง ←

สีเขียว

→ สีม่วง

1. ข้อใดต่อไปนี้เป็นสมบัติของสารละลายกรด
 - ก. มีรสฝาด
 - ข. มีค่า pH มากกว่า 7
 - ค. เปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสสีแดงเป็นสีน้ำเงิน
 - ง. เมื่อทำปฏิกิริยากับหินปูนจะเกิดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เกิดขึ้น
2. ข้อใดต่อไปนี้เป็นสมบัติของสารละลายเบส
 - ก. มีค่า pH เท่ากับ 7
 - ข. เปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสสีน้ำเงินเป็นสีแดง
 - ค. เมื่อทำปฏิกิริยากับอะลูมิเนียมแล้วเกิดแก๊สไฮโดรเจน
 - ง. เมื่อทำปฏิกิริยากับหินปูนจะเกิดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เกิดขึ้น
3. สารในข้อใดทำปฏิกิริยากันแล้วไม่มีฟองแก๊สเกิดขึ้น
 - ก. กรดซัลฟิวริกกับหินปูน
 - ข. กรดไฮโดรคลอริกกับสังกะสี
 - ค. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์กับหินปูน
 - ง. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์กับอะลูมิเนียม
4. แก๊สใดที่เกิดจากการทำความสะอาดเครื่องสุกษณ์ด้วยน้ำยาล้างห้องน้ำที่เป็นกรด
 - ก. แก๊สคลอรีน
 - ข. แก๊สไฮโดรเจน
 - ค. แก๊สแอมโมเนีย
 - ง. แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์
5. ภูฏานำแป้งดินสอพองมาผสมกับน้ำมะนาว พบว่าเกิดฟองแก๊สขึ้น ข้อใดให้แก๊สการทดลองเหมือนของภูฏานำ
 - ก. เทกรดซัลฟิวริกลงในถ้วยที่มีหินปูน
 - ข. หยดกรดไฮโดรคลอริกลงบนแผ่นสังกะสี
 - ค. ใส่โลหะอะลูมิเนียมลงในกรดไฮโดรคลอริก
 - ง. ใส่โลหะอะลูมิเนียมลงในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์

6. เมื่อนำเปลือกไข่ใส่ลงในสารละลายเบสจะเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร
- มีฟองแก๊สเกิดขึ้น และเปลือกไข่เกิดการกร่อน
 - มีฟองแก๊สเกิดขึ้น และเปลือกไข่ไม่เกิดการกร่อน
 - ไม่มีฟองแก๊สเกิดขึ้น และเปลือกไข่เกิดการกร่อน
 - ไม่มีฟองแก๊สเกิดขึ้น และเปลือกไข่ไม่เกิดการกร่อน
7. ภาชนะใดที่เหมาะสมนำมาใส่น้ำส้มสายชูมากที่สุด
- ภาชนะที่เป็นแก้ว
 - ภาชนะที่เป็นพลาสติก
 - ภาชนะที่เป็นโลหะสังกะสี
 - ภาชนะที่เป็นโลหะอะลูมิเนียม
8. ข้อใดไม่ใช่ข้อมูลจากการสังเกตในการทดลองเรื่องสมบัติของสารละลายกรดและเบส
- สารละลายหกขขณะนำหินปูนใส่ในสารละลายเบส
 - เมื่อนำโลหะใส่ในสารละลายกรดมีฟองแก๊สเกิดขึ้น
 - เมื่อนำหินปูนใส่ในสารละลายเบสไม่มีฟองแก๊สเกิดขึ้น
 - เมื่อนำโลหะใส่ในสารละลายกรดโลหะเกิดการสึกกร่อน
9. นำโลหะสังกะสีใส่ลงในกรดไฮโดรคลอริก เมื่อเวลาผ่านไป มีฟองแก๊สเกิดขึ้น นักเรียนคิดว่า จะเกิดอะไรขึ้นกับโลหะสังกะสี
- โลหะสังกะสีเปลี่ยนสี
 - โลหะสังกะสีเหมือนเดิม
 - โลหะสังกะสีละลายหายไป
 - โลหะสังกะสีจะเกิดการสึกกร่อน
10. อินดิเคเตอร์ที่สามารถระบุค่า pH ของสารละลายได้ดีที่สุด คือข้อใด
- เมทิลออเรนจ์
 - ฟีนอล์ฟทาลีน
 - บรอมไทมอลบลู
 - ยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์

11. ข้อใดเป็นสีกระดาษลิตมัสหลังจากตรวจสอบสารละลายที่เป็นกลาง
- ก. ไม่มีการเปลี่ยนสีกระดาษลิตมัส
 - ข. เปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสสีแดงเป็นสีน้ำเงิน
 - ค. เปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสสีน้ำเงินเป็นสีแดง
 - ง. ถูกต้องทั้งข้อ ก และ ข
12. สารใดเมื่อหยดฟีนอล์ฟทาลีนแล้วเปลี่ยนเป็นสีชมพูทั้งหมด
- ก. น้ำ สารละลายน้ำตาล
 - ข. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ น้ำส้มสายชู
 - ค. กรดไฮโดรคลอริก น้ำส้มสายชู
 - ง. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ สารละลายผงฟู
13. อ้มนำกระดาษลิตมัสไปทดสอบกับสารละลาย A ปรากฏว่าไม่เปลี่ยนสี แต่เมื่อนำไปทดสอบกับยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์ ปรากฏว่าเปลี่ยนเป็นสีเขียว แสดงว่าสารละลายมีสมบัติเป็นอะไร
- ก. กรด
 - ข. เบส
 - ค. กลาง
 - ง. ถูกทั้งข้อ ก และ ค
14. อินดิเคเตอร์ A มีช่วงการเปลี่ยนสี 4.6-7.2 จากสีเหลืองเป็นสีน้ำเงิน เมื่อนำไปทดสอบกับน้ำบริสุทธิ์สารละลายที่ได้จะมีสีอะไร
- ก. สีม่วง
 - ข. สีเขียว
 - ค. สีเหลือง
 - ง. สีน้ำเงิน
15. จากการสังเกต เมื่อนำกระดาษลิตมัสจุ่มลงในสารละลายน้ำตาลจะเกิดการเปลี่ยนอย่างไร
- ก. ไม่มีการเปลี่ยนสีกระดาษลิตมัส
 - ข. เปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสสีแดงเป็นสีน้ำเงิน
 - ค. เปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสสีน้ำเงินเป็นสีแดง
 - ง. เปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสสีแดงเป็นสีเหลือง

16. เมื่อนำกระดาษลิตมัสจุ่มลงในสารละลายที่มี pH 4.5 จากการสังเกตสีเป็นอย่างไร
- ไม่มีการเปลี่ยนสีกระดาษลิตมัส
 - เปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสสีน้ำเงินเป็นสีแดง
 - เปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสสีแดงเป็นสีน้ำเงิน
 - ไม่มีข้อถูก
17. สารข้อใดเป็นสารละลายกรดทั้งหมด
- น้ำส้มสายชู สารละลายน้ำตาล น้ำ
 - น้ำส้มสายชู กรดไฮโดรคลอริก น้ำยาล้างห้องน้ำ
 - สารละลายผงฟู น้ำยาล้างห้องน้ำ สารละลายน้ำตาล
 - สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ น้ำส้มสายชู สารละลายผงฟู
18. เมื่อนำกระดาษลิตมัสจุ่มลงในสารละลายปูนขาว กระดาษลิตมัสเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร และนักเรียนคิดว่าสารละลายปูนขาวมีสมบัติเป็นอะไร
- ไม่มีการเปลี่ยนสีกระดาษลิตมัส มีสมบัติเป็นกลาง
 - เปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสสีแดงเป็นสีน้ำเงิน มีสมบัติเป็นเบส
 - เปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสสีน้ำเงินเป็นสีแดง มีสมบัติเป็นกรด
 - เปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสสีแดงเป็นสีน้ำเงิน มีสมบัติเป็นกรด
19. เมื่อหยดฟีนอล์ฟทาลีนลงในสารละลายที่มีค่า pH เท่ากับ 12 นักเรียนคิดว่า จะเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร
- เปลี่ยนเป็นสีแดง
 - เปลี่ยนเป็นสีส้ม
 - เปลี่ยนเป็นสีชมพู
 - ไม่มีสี
20. สาร X มีสมบัติเป็นเบส จะมีค่า pH เท่าไร
- น้อยกว่า 7
 - มากกว่า 7
 - เท่ากับ 7
 - ระหว่าง 1-5

21. ข้อใดบอกช่วงของค่าพีเอช (pH) ทั้งหมดได้ถูกต้อง
- ก. pH 1-10
 - ข. pH 1-15
 - ค. pH 1-14
 - ง. pH 0-13
22. ระดับความเป็นกรดเพิ่มขึ้นค่า pH จะเพิ่มขึ้นด้วย
- ก. ใช่ เนื่องจากระดับความเป็นกรดแปรผันตรงกับค่า pH
 - ข. ใช่ เนื่องจากระดับความเป็นกรดแปรผกผันกับค่า pH
 - ค. ไม่ใช่ เนื่องจากระดับความเป็นกรดจะมีค่า pH คงที่
 - ง. ไม่ใช่ เนื่องจากระดับความเป็นกรดแปรผกผันกับค่า pH
23. ระดับความเป็นเบสเพิ่มขึ้นค่า pH จะเพิ่มขึ้นด้วย
- ก. ใช่ เนื่องจากระดับความเป็นเบสแปรผันตรงกับค่า pH
 - ข. ใช่ เนื่องจากระดับความเป็นเบสแปรผกผันกับค่า pH
 - ค. ไม่ใช่ เนื่องจากระดับความเป็นเบสแปรผกผันกับค่า pH
 - ง. ไม่ใช่ เนื่องจากระดับความเป็นเบสจะมีค่า pH คงที่
24. เมื่อกรดและเบสทำปฏิกิริยากันแล้วจะเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร
- ก. เบสทำให้สารละลายกรดมีความเป็นกรดเพิ่มขึ้น กรดทำให้สารละลายเบสมีความเป็นเบสน้อยลง
 - ข. เบสทำให้สารละลายกรดมีความเป็นกรดน้อยลง กรดทำให้สารละลายเบสมีความเป็นเบสเพิ่มขึ้น
 - ค. เบสทำให้สารละลายกรดมีความเป็นกรดน้อยลง กรดทำให้สารละลายเบสมีความเป็นเบสน้อยลง
 - ง. เบสทำให้สารละลายกรดมีความเป็นกรดเพิ่มขึ้น กรดทำให้สารละลายเบสมีความเป็นเบสเพิ่มขึ้น
25. ถ้าสารละลายกรดมีความเข้มข้นมากขึ้น ค่า pH จะเป็นอย่างไร
- ก. ค่า pH ลดลง
 - ข. ค่า pH เพิ่มขึ้น
 - ค. ค่า pH เท่ากับ 7
 - ง. ค่า pH ไม่เปลี่ยนแปลง

ใช้ข้อมูลต่อไปนี้ ตอบคำถามข้อ 26-27

1. ปูนขาว มีค่า pH เท่ากับ 12
2. ดินในแปลงเกษตร มีความเป็นกรดสูงมาก
3. ดินในนาข้าว มีค่า pH เท่ากับ 10
4. กำมะถันผง มีความเป็นกรด

26. มะม่วงที่ชอบขึ้นในดินที่มีความเป็นกลาง ถ้าต้องการปลูกมะม่วงในนาข้าว ควรทำอย่างไร

- ก. เติมกำมะถันผงลงในดิน
- ข. เติมปูนขาวลงไปเล็กน้อย
- ค. สามารถปลูกได้เลย
- ง. เติมปูนขาวผสมกับดินอัตราส่วน 1:1

27. ถ้าต้องการปลูกพืชที่ชอบขึ้นบนดินที่มีความเป็นกลางในแปลงเกษตร ควรทำอย่างไร

- ก. สามารถปลูกได้เลย
- ข. เติมปูนขาวลงไป
- ค. เติมกำมะถันผงลงไปดินมากๆ
- ง. เติมกำมะถันผงลงไปดินเล็กน้อย

28. เมื่อนำกรดไฮโดรคลอริกผสมกับโซเดียมไฮดรอกไซด์ ในปริมาตรเท่ากัน นำมาทดสอบด้วยกระดาษยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์ จะสังเกตเห็นเป็นสีอะไร

- ก. สีแดง
- ข. สีเขียว
- ค. สีเหลือง
- ง. สีน้ำเงิน

29. นำกรดไฮโดรคลอริกจำนวน 20 หยด ผสมกับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์จำนวน 5 หยด หลังจากการผสมกันจะมีสมบัติเป็นอย่างไร

- ก. กรด
- ข. เบส
- ค. กลาง
- ง. ไม่มีข้อถูก

30. เมื่อเติมกรดไฮโดรคลอริกเพิ่มลงไปเรื่อยๆในโซเดียมไฮดรอกไซด์ จะเป็นอย่างไร

- ก. ค่า pH จะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ
- ข. ค่า pH จะลดลงเรื่อยๆ
- ค. ค่า pH เท่ากับ 7
- ง. ค่า pH ไม่เปลี่ยนแปลง



แบบสอบถามความพึงพอใจที่นักเรียนมีต่อบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่อง สารละลายกรดและเบส

คำชี้แจง

1. แบบสอบถามความพึงพอใจที่นักเรียนมีต่อบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่อง สารละลายกรดและเบส ฉบับนี้มีทั้งหมด 15 ข้อ ในแต่ละข้อจะมีช่องว่างให้เลือกตอบ 5 ช่อง
2. ให้นักเรียนอ่านข้อความแต่ละข้อและพิจารณาเลือกตอบในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของนักเรียนมากที่สุด โดยทำเครื่องหมายถูก ✓ ลงในช่องนั้นทุกข้อ คำตอบของนักเรียนไม่มีผลต่อคะแนนการสอบวิชาวิทยาศาสตร์
3. การตอบแบบสอบถามความพึงพอใจที่นักเรียนมีต่อบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริงนี้ เพื่อเป็นประโยชน์สำหรับการพัฒนาบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริงต่อไป
4. ใช้เวลาในการทำแบบสอบถาม 15 นาที
5. เมื่อทำแบบสอบถามเสร็จให้นักเรียนส่งคืนแบบสอบถามให้กับผู้สอน
6. ให้นักเรียนเขียนชื่อ-นามสกุล ชั้น เลขที่ ลงในแบบประเมินให้เรียบร้อย
 - ระดับ 5 หมายถึง มีความพึงพอใจมากที่สุด
 - ระดับ 4 หมายถึง มีความพึงพอใจมาก
 - ระดับ 3 หมายถึง มีความพึงพอใจปานกลาง
 - ระดับ 2 หมายถึง มีความพึงพอใจน้อย
 - ระดับ 1 หมายถึง มีความพึงพอใจน้อยที่สุด

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

1. ชื่อ _____
2. ชั้น _____
3. เลขที่ _____

ตอนที่ 2 ความพึงพอใจต่อบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง

รายการ	ระดับความพึงพอใจ				
	1	2	3	4	5
1. ด้านเนื้อหา					
1.1 เนื้อหาการทดลองมีความน่าสนใจ					
1.2 เนื้อหาการทดลองเข้าใจง่าย					
1.3 การจัดเนื้อหาการทดลองเหมาะสมกับเวลาเรียน					
รายการ	ระดับความพึงพอใจ				

	1	2	3	4	5
2. ด้านภาพ ภาษา ตัวอักษร และสี					
2.1 ภาพและการออกแบบบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริงดูน่าสนใจ					
2.2 ภาษาที่ใช้เข้าใจง่าย					
2.3 ตัวอักษรอ่านง่ายและมีขนาดพอเหมาะ					
2.4 สีของภาพและสีของตัวอักษรมีสวยงามและดึงดูดความสนใจ					
3. ด้านความรู้สึกรู้สึกนึกคิดต่อบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง					
3.1 บทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริงมีความเหมือนกับการทดลองจริง					
3.2 ไม่ยุ่งยากในการเตรียมอุปกรณ์การทดลอง สารเคมี และแสดงผลการทดลองได้อย่างรวดเร็ว					
3.3 การใช้บทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริงไม่ต้องทำการทดลองในห้องทดลองแต่ทำได้ทุกที่มีคอมพิวเตอร์					
3.4 บทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริงใช้งานยาก					
4. ด้านการแสดงผลออกต่อกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง					
4.1 นักเรียนสนุกสนาน และตื่นตัวกับการเรียนด้วยบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง					
4.2 นักเรียนมีส่วนร่วมในการทดลองทุกขั้นตอนและเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง					
4.3 เกิดความสนใจในการเรียนมากขึ้นเมื่อเรียนด้วยบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง					
4.4 อยากเรียนบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริงแบบนี้อีก					

ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....



ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ ชื่อสกุล	นางสาวสุรจิรา บุญเลิศ
วันเดือนปีเกิด	1 สิงหาคม 2530
สถานที่เกิด	อำเภอเมือง จังหวัดอำนาจเจริญ
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	370 หมู่ 6 ตำบลบุ่ง อำเภอเมือง จังหวัดอำนาจเจริญ 37000
ตำแหน่งหน้าที่การงานในปัจจุบัน	นิสิตปริญญาโท มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2548	มัธยมศึกษาปีที่ 6 จาก โรงเรียนอำนาจเจริญ
พ.ศ. 2553	วิทยาศาสตร์บัณฑิต (วท.บ.) สาขาวิชาเคมี จาก มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
พ.ศ. 2556	การศึกษามหาบัณฑิต (กศ.ม.) สาขาวิชาเคมี จาก มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ