

การพัฒนาห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน เรื่องสมบัติของธาตุและสารประกอบ
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาศิลปศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาสหศาสตร์เพื่อการศึกษา
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร
ปีการศึกษา 2558
ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

THE DEVELOPMENT OF VIRTUAL CHEMISTRY LABORATORY FOR THE PROPERTIES OF
ELEMENTS AND COMPOUND FOR MATHAYOMSUKSA 4 STUDENTS



A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree
Master of Arts Program in Educational Informatics
Graduate School, Silpakorn University
Academic Year 2015
Copyright of Graduate School, Silpakorn University

56902305: สาขาวิชาสหเวชศาสตร์เพื่อการศึกษา

คำสำคัญ: ห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน / สมบัติของธาตุและสารประกอบ

พจนานุกรม อาจสว่าง: การพัฒนาห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน เรื่องสมบัติของธาตุและสารประกอบ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์: ผศ.ดร.เอกนฤน บางท่าไม้, ผศ.ดร.ไชยยศ ไพวิทยศิริธรรม และ อ.ดร.สมานธิ นิลวิเศษ. 105 หน้า

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ดังต่อไปนี้ 1) เพื่อพัฒนาห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน เรื่องสมบัติของธาตุและสารประกอบ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 2) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน เรื่องสมบัติของธาตุและสารประกอบ 3) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน เรื่องสมบัติของธาตุและสารประกอบ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มตัวอย่างที่ผู้วิจัยใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 โรงเรียนบ้านนา “นายกพิทยากร” 1 ห้องเรียน จำนวน 45 คน โดยวิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling)

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา ได้แก่ 1) ห้องปฏิบัติการเคมีเสมือนเรื่อง สมบัติของธาตุและสารประกอบ 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 3) แบบสอบถามความพึงพอใจ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย (\bar{x}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และสถิติทดสอบค่าที (t-test Dependent)

ผลการวิจัยพบว่า

1) ผลการหาประสิทธิภาพของห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน เรื่องสมบัติของธาตุและสารประกอบ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีค่าเท่ากับ 84.22/81.33 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

2) ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน เรื่องสมบัติของธาตุและสารประกอบ พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

3) ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน เรื่องสมบัติของธาตุและสารประกอบ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่าอยู่ในระดับพึงพอใจมาก ($\bar{x} = 4.16$, S.D. = 0.71)

สาขาวิชาสหเวชศาสตร์เพื่อการศึกษา

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

ลายมือชื่อนักศึกษา.....

ปีการศึกษา 2558

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ 1. 2. 3.

56902305: MAJOR: EDUCATIONAL INFORMATICS

KEY WORD: VIRTUAL CHEMISTRY LABORATORY / THE PROPERTIES OF ELEMENTS AND COMPOUND

PORNNAPA ARTSWANG: THE DEVELOPMENT OF VIRTUAL CHEMISTRY LABORATORY FOR THE PROPERTIES OF ELEMENTS AND COMPOUND FOR MATHAYOMSUKSA 4 STUDENTS. THESIS ADVISER: ASST.PROF. EKNARIN BANGTHAMAI, Ph.D., ASST.PROF. CHAIYOS PAIWITHAYASIRITHAM, Ed.D., AND SMATI NILVISASE, Ph.D. 105 pp.

The purposes of this research were: 1) to development virtual chemistry laboratory for the properties of elements and compound for mathayomsuksa 4 students. 2) to compare pre and post learning achievement of mathayomsuksa 4 students learning by means of virtual chemistry laboratory. 3) to survey the satisfaction with virtual chemistry laboratory for mathayomsuksa 4 students. The participants of this study selected by the researcher included a class of 45 mathayomsuksa 4 students of Bannanayokpitthayakorn School studying in the second semester of the education year 2015. They were selected through simple random sampling.

The instruments of this research were 1.) the virtual chemistry laboratory for the properties of elements and compound 2.) the test of learning achievement 3.) the satisfaction survey questionnaire. As the research statistics, mean (\bar{x}), standard deviation and t-test Dependent were employed to analyze the data.

The results of this research are as follows:

1. The results of efficiency validation of virtual chemistry laboratory for the properties of elements and compound for mathayomsuksa 4 students are 84.22/81.33 according to the specified standard.

2. The results of comparison on learning achievement of mathayomsuksa 4 students, learning by means of virtual chemistry laboratory, demonstrate that post learning achievement of students is averagely higher than pre learning achievement with statistical significance of the test statistic mean with an alpha level of .05.

3. The findings of students satisfaction survey reveal that the satisfaction with virtual chemistry laboratory for mathayomsuksa 4 students is satisfactorily high ($\bar{x} = 4.16$, S.D. = 0.71).

Program of Educational Informatics

Graduate School, Silpakorn University

Student's signature.....

Academic Year 2015

Thesis Advisors' signature 1. 2. 3.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนาห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน เรื่องสมบัติของธาตุและสารประกอบ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เพราะได้รับความกรุณาจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เอกนถน บางท่าไม้ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไชยยศ ไพวิทยศิริธรรม และอาจารย์ ดร.สมาธิ นิลวิเศษ ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ที่ให้ความช่วยเหลือและให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อผู้วิจัย รวมทั้ง รองศาสตราจารย์ ดร. ปานใจ ธารทัศนวงศ์ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมศักดิ์ ศรีบริสุทธิ์สกุล ผู้ทรงคุณวุฒิ ที่ได้กรุณาชี้แนะแนวทางให้คำปรึกษา และขอคิดเห็น ตลอดจนช่วยแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ในการวิจัยครั้งนี้สำเร็จสมบูรณ์ อีกทั้งได้รับความอนุเคราะห์จากคณาจารย์สาขาวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษาทุกท่านที่ให้การสนับสนุนในระหว่างการทำวิทยานิพนธ์จนสำเร็จลุล่วง ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบคุณอาจารย์ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา และผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีการศึกษาที่ได้ให้แนวทางในการออกแบบและพัฒนาเครื่องมือวิจัย พร้อมทั้งให้ความอนุเคราะห์ตรวจประเมินคุณภาพสื่อ และให้คำแนะนำเพื่อใช้ในการปรับปรุงแก้ไขห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน เรื่องสมบัติของธาตุและสารประกอบ

ขอขอบพระคุณอาจารย์และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง โรงเรียนบ้านนา “นายกพิทยากร” ที่ให้ความช่วยเหลืออำนวยความสะดวก ในการเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัย เพื่อหาประสิทธิภาพสื่อ ขออุทิศความดีทั้งหลายแด่บุพการี บิดา มารดาและครอบครัวที่คอยให้การสนับสนุนทุนทรัพย์ ช่วยส่งเสริมด้านการศึกษาอย่างเต็มที่และเป็นกำลังใจอย่างดียิ่งตลอดเวลาที่ทำวิทยานิพนธ์ ซึ่งเป็นส่วนสำคัญของความสำเร็จทั้งหมดในวันนี้

ท้ายสุดนี้ผู้วิจัยหวังอย่างยิ่งว่าวิทยานิพนธ์นี้จะมีคุณค่า สามารถเป็นแนวทางในการเรียน เพื่อเสริมสร้างการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพ

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญตาราง.....	ญ
บทที่	
1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
คำถามในการวิจัย.....	5
วัตถุประสงค์การวิจัย.....	5
สมมติฐานในการวิจัย.....	5
ขอบเขตของการวิจัย.....	6
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	6
กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	8
2 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง.....	9
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานกลุ่มสาระการเรียนรู้	
วิทยาศาสตร์.....	10
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับห้องเรียนเสมือน.....	21
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับห้องปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง.....	28
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	30
3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	36
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	36
ตัวแปรที่ศึกษา.....	37
ระเบียบวิธีการวิจัย.....	37
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	37
การสร้างและหาประสิทธิภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	38
วิธีดำเนินการวิจัยและเก็บรวบรวมข้อมูล.....	48
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	49

บทที่	หน้า
4	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล..... 50
	ตอนที่ 1 ผลการหาประสิทธิภาพของห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน
	เรื่องสมบัติของธาตุและสารประกอบ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4..... 51
	ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียน
	ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน
	เรื่องสมบัติของธาตุและสารประกอบ..... 52
	ตอนที่ 3 ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วย
	ห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน เรื่องสมบัติของธาตุและสารประกอบ
	สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4..... 53
5	สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ..... 55
	วัตถุประสงค์การวิจัย..... 55
	สมมติฐานในการวิจัย..... 55
	ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง..... 55
	เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย..... 56
	ระยะเวลาในการวิจัย..... 56
	ตัวแปรที่ศึกษา..... 56
	เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย..... 56
	การวิเคราะห์ข้อมูล..... 57
	สรุปผลการวิจัย..... 57
	อภิปรายผล..... 58
	ข้อเสนอแนะ..... 63
	รายการอ้างอิง..... 64
	ภาคผนวก..... 69
	ภาคผนวก ก รายนามผู้เชี่ยวชาญ..... 70
	ภาคผนวก ข เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย..... 72
	ภาคผนวก ค การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย..... 81
	ภาคผนวก ง ผลการประเมินคุณภาพเสมือน..... 93

บทที่

หน้า

ภาคผนวก จ ภาพตัวอย่างห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน	96
ภาคผนวก ฉ ประมวลภาพการจัดการเรียนรู้ด้วย ห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน เรื่อง สมบัติของธาตุและสารประกอบ	99
ประวัติย่อผู้วิจัย	105



สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1	แสดงตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร มาตรฐาน ว 3.1 ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6..... 15
2	แสดงตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร มาตรฐาน ว 3.2 ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6..... 17
3	แสดงข้อดีและข้อจำกัดของห้องเรียนเสมือนจริง..... 27
4	แสดงการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างห้องเรียนเสมือนจริงกับห้องเรียนปกติ..... 27
5	แสดงข้อดีและข้อเสียของการทดลองแบบปกติ..... 29
6	แสดงข้อดีและข้อเสียของการทดลองเสมือนจริง..... 30
7	แสดงแผนการทดลองแบบ One-Group Pretest-Posttest Design..... 37
8	แสดงข้อบกพร่องของห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน เรื่องสมบัติของธาตุและสารประกอบ ตามคำแนะนำและข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ..... 40
9	แสดงผลการหาประสิทธิภาพ ของประสิทธิภาพของห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน เรื่องสมบัติของธาตุและสารประกอบ ตามเกณฑ์ 80/80 กับนักเรียน รายบุคคล (One - to - One Try Out)..... 41
10	แสดงผลการหาประสิทธิภาพ ของประสิทธิภาพของห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน เรื่องสมบัติของธาตุและสารประกอบ ตามเกณฑ์ 80/80 กับนักเรียน แบบกลุ่มย่อย (Small Group Try Out)..... 42
11	แสดงผลการหาประสิทธิภาพ ของประสิทธิภาพของห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน เรื่องสมบัติของธาตุและสารประกอบ ตามเกณฑ์ 80/80 ของกลุ่มตัวอย่าง (Experimental Group Try out)..... 51
12	แสดงผลการวิเคราะห์การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยห้องปฏิบัติการ เคมีเสมือน เรื่องสมบัติของธาตุและสารประกอบ สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4..... 52
13	แสดงผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน เรื่องสมบัติของธาตุและสารประกอบสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4..... 53

14	แสดงผลการวิเคราะห์ค่าความสอดคล้องของห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน เรื่องสมบัติของธาตุและสารประกอบสำหรับผู้เชี่ยวชาญ (ด้านเนื้อหา).....	82
15	แสดงผลการวิเคราะห์ค่าความสอดคล้องของห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน เรื่องสมบัติของธาตุและสารประกอบสำหรับผู้เชี่ยวชาญ (ด้านเทคโนโลยีการศึกษา).....	83
16	แสดงผลการวิเคราะห์ค่าความสอดคล้องของแบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อการเรียน ด้วยห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน เรื่องสมบัติของธาตุและสารประกอบ.....	84
17	แสดงการวิเคราะห์ค่าความสอดคล้องแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน *IOC (Index Objective Congruency) ต้องมีค่าดัชนีไม่ต่ำกว่า 0.5.....	85
18	ผลการหาประสิทธิภาพของห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน เรื่องสมบัติของธาตุ และสารประกอบ ตามเกณฑ์ 80/80 กับนักเรียนรายบุคคล (One – to - One Try Out).....	87
19	ผลการหาประสิทธิภาพของห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน เรื่องสมบัติของธาตุ และสารประกอบ ตามเกณฑ์ 80/80 กับนักเรียนแบบกลุ่มย่อย (Small Group Try Out).....	88
20	แสดงค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	89
21	แสดงค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	91
22	แสดงผลการประเมินคุณภาพของห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน เรื่องสมบัติของธาตุ และสารประกอบโดยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา.....	94
23	แสดงผลการประเมินคุณภาพของห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน เรื่องสมบัติของธาตุ และสารประกอบโดยผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีการศึกษา.....	95

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551: 25) ได้กล่าวถึง หลักการจัดการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ความสามารถ ตามมาตรฐานการเรียนรู้ สมรรถนะสำคัญ และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ตามที่กำหนดไว้ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษา ขั้นพื้นฐาน โดยการจัดการศึกษาต้องยึดหลักว่าผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ และถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด กระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตาม ธรรมชาติและเต็มศักยภาพ โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลและพัฒนาการทางสมอง เน้นให้ ความสำคัญทั้งความรู้ และคุณธรรม การจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ผู้เรียนจะต้องอาศัย กระบวนการเรียนรู้ที่หลากหลายเป็นเครื่องมือที่จะนำพาตนเองไปสู่เป้าหมายของหลักสูตร ซึ่งการ จัดการเรียนรู้ที่ดีที่จะทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ไม่ใช่เพียงครูสอนดีหรือมีความรู้ดีเพียงอย่างเดียว เท่านั้น สื่อการเรียนรู้เป็นเครื่องมือส่งเสริมสนับสนุนการจัดการกระบวนการเรียนรู้ให้ผู้เรียนเข้าถึง ความรู้ ทักษะกระบวนการ และคุณลักษณะตามมาตรฐานของหลักสูตรได้อย่างมีประสิทธิภาพ สื่อการเรียนรู้มีหลายประเภททั้งสื่อธรรมชาติ สื่อสิ่งพิมพ์ สื่อเทคโนโลยีและเครือข่ายการเรียนรู้ต่างๆ ในท้องถิ่น การใช้สื่อควรเลือกให้มีความเหมาะสมกับระดับพัฒนาการและการเรียนรู้ที่หลากหลาย ของผู้เรียน (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551: 27)

วิชาวิทยาศาสตร์เป็นวิชาหนึ่งที่มีความสำคัญอย่างมาก เพราะวิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่ง ในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับทุกคนทั้งในชีวิตประจำวันและ การงานอาชีพต่างๆ ตลอดจนเทคโนโลยี เครื่องมือเครื่องใช้และผลผลิตต่างๆ ที่มนุษย์ได้ใช้เพื่ออำนวยความสะดวกใน ชีวิตและการทำงาน เหล่านี้ล้วนเป็นผลของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ผสมผสานกับ ความคิดสร้างสรรค์และศาสตร์อื่นๆ วิทยาศาสตร์ช่วยให้มนุษย์ได้พัฒนาวิถีคิด ทั้งความคิดเป็นเหตุ เป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ วิจัย มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถ ในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและมีประจักษ์พยาน ที่ตรวจสอบได้ วิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ซึ่งเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ (knowledge-based society) ดังนั้นทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะ ได้มีความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างสรรค์ขึ้น สามารถนำความรู้ไปใช้ อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์ และมีคุณธรรม (สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา สำนักงาน คณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ, 2551: 1)

วิชาเคมีเป็นสาขาหนึ่งของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ที่ศึกษาในเรื่องของสสาร โดยไม่เพียงแต่ศึกษาเฉพาะในเรื่องของปฏิกิริยาเคมี แต่ยังรวมถึงองค์ประกอบ โครงสร้างและคุณสมบัติของสสารอีกด้วย การศึกษาทางด้านเคมีเน้นไปที่อะตอมและปฏิสัมพันธ์ระหว่างอะตอมกับอะตอม และโดยเฉพาะอย่างยิ่งคุณสมบัติของพันธะเคมี บางครั้งเคมีถูกเรียกว่าเป็นวิทยาศาสตร์ศูนย์กลาง เพราะเป็นวิชาช่วยที่เชื่อมโยงฟิสิกส์เข้ากับวิทยาศาสตร์ธรรมชาติสาขาอื่น เช่น ธรณีวิทยาหรือชีววิทยา ซึ่งเกี่ยวข้องกับสิ่งมีชีวิตคือมนุษย์และสัตว์ อีกทั้งเกี่ยวข้องถึงวัตถุหรือสารต่างๆที่ใช้ในชีวิตประจำวันของมนุษย์ เช่น เครื่องนุ่งห่ม อาหารยารักษาโรค วัสดุก่อสร้างและอื่นๆอีกมากมาย อีกทั้งวิชาเคมียังเป็นพื้นฐานของวิชาชีพที่สำคัญๆ เช่น แพทย์ พยาบาล เกษษกร เกษตรกร และวิศวกร (อุบลดิ อติเรกตระการ, 2556: 1 อ้างถึงใน แสง, เรย์มอนด์ 2555: 2-6) ดังนั้นจึงทำให้เนื้อหาของวิชาเคมีบรรจุสอดแทรก หรือเพิ่มเติมอยู่ในวิทยาศาสตร์ทุกแขนง ไม่ว่าจะเป็นชีววิทยา ธรณีวิทยา พันธุศาสตร์ ฯลฯ ด้วยความสำคัญดังกล่าวจึงทำให้วิชาเคมีถูกกำหนดไว้ในหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยกำหนดให้เป็นสาระที่ 3 สสารและสมบัติของสารของมาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

ถึงแม้วิชาเคมีจะมีความสำคัญและเกี่ยวข้องกับมนุษย์เป็นอย่างมาก อีกทั้งนักเรียนส่วนใหญ่ต้องใช้วิชาเคมีในการสอบเข้ามหาวิทยาลัย แต่จากรายงานผลการทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) วิชาวิทยาศาสตร์ สาระที่ 3 เรื่องสารและสมบัติของสาร ช่วงชั้นที่ 4 (ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6) ปีการศึกษา 2555 – 2557 พบว่า คะแนนเต็ม 100 คะแนน แต่คะแนนเฉลี่ยระดับประเทศของนักเรียนเป็น 31.46, 29.84 และ 29.94 คะแนนตามลำดับ จะเห็นว่านักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 6 ได้คะแนนเฉลี่ยไม่ถึงครึ่งหนึ่งของคะแนนเต็ม และมีแนวโน้มต่ำลง (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2558) จึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาศักยภาพการเรียนรู้วิชาเคมีของนักเรียนอย่างเร่งด่วน และจากข้อสรุปที่ได้จากงานวิจัยของสำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา ปัญหาหนึ่งที่ทำให้ผลการประเมินคุณภาพผู้เรียนอยู่ในเกณฑ์ต่ำ เกิดจากครูขาดประสิทธิภาพในการจัดการเรียนการสอน เนื่องจากครูจำนวนหนึ่งไม่ได้เตรียมการสอนซึ่งมีสาเหตุมาจากครูมีภาระงานมากเกินไป ครูสอนตามความเคยชินและประสบการณ์เดิม วิธีการสอนที่ใช้ส่วนใหญ่ยังเน้นการบรรยาย มีการใช้สื่อวัตกรรมการสอนน้อย กิจกรรมการเรียนการสอนไม่ได้ฝึกให้นักเรียนศึกษาค้นคว้าจากแหล่งเรียนรู้ที่หลากหลาย และไม่เชื่อมโยงกับชีวิตจริง (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2553: 99) โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเรียนการสอนวิชาเคมีในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายนั้นเนื้อหาส่วนใหญ่มีความซับซ้อนและมักเกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ในระดับจุลภาค (microscopic) ที่ไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า (อรรธรณ จันทร์ฟู, 2554: 1) โดยการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนจะเน้นการทดสอบและทดลองเป็นหลักเพื่อหาเหตุและผลของสูตรหรือทฤษฎีนั้นๆ ว่าเกิดขึ้นได้อย่างไร และเกิดผลตอบสนองแบบไหน ซึ่งการเรียนการสอนวิชาเคมีที่ผ่านมาเน้นการที่จะจัดให้มีกิจกรรม

การทดลองในโรงเรียนส่วนใหญ่กระทำได้อย่างยาก เพราะสภาพแวดล้อม สถานที่ไม่เอื้ออำนวยต่อการทดลอง บางโรงเรียนขาดแคลนห้องปฏิบัติการ สารเคมีและอุปกรณ์ไม่เพียงพอเนื่องจากต้องมีค่าใช้จ่ายสำหรับสารเคมีและอุปกรณ์ที่นำมาใช้ในการทดลองค่อนข้างสูง และการจัดกิจกรรมการทดลองนั้นไม่ใช่เรื่องง่ายบางกิจกรรมการทดลองมีความไม่ปลอดภัย ทำให้ครูผู้สอนจำเป็นต้องตัดกิจกรรมการทดลองบางอย่างออกไป เน้นการเรียนจากตำราเป็นหลัก ส่งผลให้นักเรียนขาดโอกาสและขาดทักษะในการทำการทดลอง ดังนั้นถ้ามีสื่อการสอนให้ผู้เรียนได้ศึกษาก่อนทำการทดลอง ก็จะทำให้ผู้เรียนมีความเข้าใจมากยิ่งขึ้นและมีความปลอดภัยในการทำกิจกรรมการทดลองด้วย อีกทั้งยังช่วยแก้ปัญหาสำหรับโรงเรียนที่ยังไม่พร้อมด้านอุปกรณ์การทดลอง ซึ่งสื่อการสอนที่สร้างขึ้นควรมีลักษณะที่กระตุ้นดึงดูด ให้ผู้เรียนมีความสนใจ ทำให้ผู้เรียนสนุกไม่เบื่อหน่ายต่อการเรียนและได้รับความรู้ไปด้วย

ปัจจุบันเทคโนโลยีทางการศึกษามีการเปลี่ยนแปลงและพัฒนาขึ้นอย่างมาก โรงเรียนต่างๆ ได้นำคอมพิวเตอร์เข้ามาใช้ประกอบการศึกษามากขึ้น ทำให้มีการพัฒนาโปรแกรมต่างๆ ตามมา เช่น การใช้โปรแกรมห้องปฏิบัติการเคมีเสมือนซึ่งเป็นที่นิยมแพร่หลายในมหาวิทยาลัยชั้นนำในต่างประเทศ เช่น University of British Columbia, University of Pittsburgh, Florida Atlantic University, University of Arkansas, Little Rock, Clark College, Vancouver, WA and Ryerson University, Toronto, Canada ถ้าผู้เรียนปฏิบัติการทดลองในห้องปฏิบัติการควบคู่กับการใช้บทปฏิบัติการในห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน จะทำให้เกิดประสบการณ์ และมีทักษะในการแก้ปัญหามากขึ้น ทำให้การใช้ห้องปฏิบัติการเคมีเสมือนเป็นส่วนหนึ่งในการเรียนวิชาเคมี (ชัยวัฒน์ เชื้อมั่ง, 2552: 1) โปรแกรมที่นำมาใช้ในการพัฒนาห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์นั้นมีอยู่มากมาย แต่มีโปรแกรมหนึ่งที่ที่น่าสนใจนั่นก็คือ โปรแกรม Yenka Science (Chemistry) ซึ่งเป็น Software ที่สามารถนำมาใช้ในการสร้างสื่อการสอนที่มีลักษณะหรือรูปแบบประเภทการทดลองทางเคมี ซึ่งมีอุปกรณ์ต่างๆ ที่จำเป็นในการสร้างการทดลองแทบจะทุกชนิดที่ควรมีในห้องทดลอง โดยการผสมสารเคมีต่างๆ ไม่ต้องกังวลว่าจะเกิดอันตรายใดๆ ทำให้นักเรียนสามารถทำการทดลองได้อย่างอิสระและกว้างไกล ไม่เป็นอันตราย มองเห็นผลชัดเจน เกิดความคิดสร้างสรรค์เพื่อพัฒนาการเรียนรู้ต่อไป (คู่มือการใช้โปรแกรม Yenka Science (Chemistry), (บริษัท เอเชียน ไอ.ที. จำกัด ม.ป.: 1-63) ซึ่งสามารถนำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนได้อย่างหลากหลาย โดยสื่อที่สร้างขึ้นจะมีคุณภาพหรือประสิทธิภาพหรือไม่ขึ้นอยู่กับความสามารถในการออกแบบสื่อการเรียนการสอนให้มีความน่าสนใจ ซึ่งจะทำให้สามารถบรรลุเป้าหมายตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้ โดยสื่อเหล่านั้นสามารถช่วยลดข้อจำกัดด้านต่างๆ ที่กล่าวไว้ข้างต้น โดยโปรแกรม Yenka Science (Chemistry) มีลักษณะที่เด่นคือ สามารถจำลองการทดลองเสมือนจริง และมีอุปกรณ์ต่างๆ ที่จำเป็นในการสร้างการทดลอง อีกทั้งยังสามารถแสดงผลการทดลองได้ทันที ผู้เรียนจึงสามารถทำการทดลองได้ด้วยตนเองผ่านทางเครื่องคอมพิวเตอร์

ผู้เรียนจะได้ฝึกทักษะจากการทดลองที่จำลองขึ้น อีกทั้งยังช่วยพัฒนาด้านการเรียนรู้ และเสริมสร้างความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ให้กับผู้เรียน

ดังนั้นการสร้างสื่อการสอนห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน จึงมีบทบาทสำคัญในการเรียนการสอนได้เป็นอย่างดี เพราะห้องปฏิบัติการเสมือนจริงจะถูกออกแบบมาเพื่อช่วยให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจแสดงให้เห็นเป็นรูปธรรมได้โดยการจำลองสถานการณ์ในคอมพิวเตอร์ อีกทั้งผู้เรียนยังสามารถมีปฏิสัมพันธ์กับโปรแกรมได้ด้วยการฝึกทำการทดลองกับอุปกรณ์เสมือนจริงด้วยตนเองจนกว่าเข้าใจและสามารถฝึกทดลองฝึกคิดได้โดยไม่จำกัดจำนวนครั้ง ซึ่งจะเป็นการฝึกให้ผู้เรียนสร้างความคุ้นเคยกับการใช้อุปกรณ์ต่างๆ ในห้องปฏิบัติการจริงโดยผ่านทางห้องปฏิบัติการเสมือนจริงได้อีกด้วย อีกทั้งห้องปฏิบัติการเสมือนจริงจะช่วยลดปัญหาเรื่องเงินลงทุนในการซื้ออุปกรณ์ทางด้านวิทยาศาสตร์ที่ต้องใช้งบประมาณสูงและไม่มีค่าใช้จ่ายในเรื่องของการซ่อมแซมอุปกรณ์ตลอดจนไม่มีความจำเป็นต้องมีผู้ควบคุมห้องปฏิบัติการเช่นเดียวกับห้องปฏิบัติการจริง นอกจากนี้ในการทำการทดลองเพื่อศึกษาปฏิกิริยาเคมี จำเป็นต้องเห็นถึงระดับอนุภาค ซึ่งในการทำการทดลองจริงอาจไม่สามารถเห็นลึกซึ้งถึงรายละเอียดโดยรวมทั้งหมด คือ ไม่สามารถเห็นถึงระดับอนุภาคได้ (Sub-Microscopic Level) แต่ในการทดลองเสมือนจริงสามารถทำได้เนื่องจากการทดลองเสมือนจริงเป็นการจำลองให้เสมือนกับการทำการทดลองจริงและมีการจำลองเพื่ออธิบายให้เห็นการเปลี่ยนแปลงถึงระดับอะตอม ทำให้สามารถที่จะมองเห็นในระดับอนุภาคได้ (สุรจิรา บุญเลิศ, 2557: 1 อ้างถึงใน John stone, 1993)

จากเหตุผลที่กล่าวมาข้างต้นทั้งหมดนี้ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาวิจัยเพื่อพัฒนาห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน เรื่องสมบัติของธาตุและสารประกอบ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เนื่องจากวิชาเคมี เรื่องสมบัติของธาตุและสารประกอบ เป็นเรื่องหนึ่งในรายวิชาเคมีที่ควรมีกิจกรรมการทดลองในการเรียนการสอน เพื่อที่จะให้นักเรียนมองเห็นเป็นรูปธรรมมากขึ้น แต่เนื่องจากกิจกรรมการทดลองค่อนข้างเกิดปฏิกิริยารุนแรง อาจทำให้เกิดอันตรายได้ ประกอบกับเนื้อหาในเรื่องสมบัติของธาตุและสารประกอบค่อนข้างเยอะ ทำให้ครูผู้สอนส่วนใหญ่จำเป็นต้องตัดกิจกรรมการทดลองเรื่องนี้ออกไป ทำให้นักเรียนขาดโอกาสและขาดทักษะในการทำกิจกรรมการทดลองซึ่งอาจส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน และเพื่อเป็นแนวทางในการสร้างทางเลือกของรูปแบบการเรียนรู้แบบใหม่ของการเรียนการสอนและเพื่อให้นักเรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และสามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนได้

คำถามในการวิจัย

1. ประสิทธิภาพของห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน เรื่องสมบัติของธาตุและสารประกอบ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดหรือไม่
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องสมบัติของธาตุและสารประกอบ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนด้วยห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน สูงกว่าก่อนเรียนหรือไม่
3. ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน เรื่องสมบัติของธาตุและสารประกอบ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 อยู่ในระดับใด

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อพัฒนาห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน เรื่องสมบัติของธาตุและสารประกอบ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องสมบัติของธาตุและสารประกอบ ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน
3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน เรื่องสมบัติของธาตุและสารประกอบ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

สมมติฐานในการวิจัย

1. ห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน เรื่องสมบัติของธาตุและสารประกอบ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน เรื่องสมบัติของธาตุและสารประกอบ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สูงกว่าก่อนเรียน

ขอบเขตของการวิจัย

ขอบเขตของการวิจัยผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตของการวิจัยดังต่อไปนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์) ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 โรงเรียนบ้านนา “นายกพิทยากร” จำนวน 2 ห้องเรียน รวมนักเรียน 90 คน

1.2 กลุ่มตัวอย่างที่ผู้วิจัยใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/2 (แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์) ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 โรงเรียนบ้านนา “นายกพิทยากร” 1 ห้องเรียน จำนวน 45 คน โดยวิธีการสุ่มอย่างง่าย (simple random sampling)

2. ตัวแปรที่ศึกษา

2.1 ตัวแปรอิสระ (Independent Variables) ได้แก่

2.1.1 การจัดการเรียนรู้ด้วยห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน เรื่องสมบัติของธาตุและสารประกอบ

2.2 ตัวแปรตาม (Dependent Variables) ได้แก่

2.2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี

2.2.2 ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน เรื่องสมบัติของธาตุและสารประกอบ

3. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นเนื้อหาวิชาเคมี เรื่อง สมบัติของธาตุและสารประกอบ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ซึ่งผู้วิจัยได้เลือกเนื้อหาในส่วนที่ควรมีกิจกรรมการทดลองมา 4 เรื่อง จากเนื้อหาทั้งหมดของเรื่อง สมบัติของธาตุและสารประกอบ โดยเนื้อหาที่นำมาจัดกิจกรรมการทดลองในห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน ประกอบด้วย การทดลองที่ 1 ปฏิกริยาของโซเดียมและแมกนีเซียมกับน้ำ การทดลองที่ 2 การละลายน้ำของสารประกอบของธาตุ หมู่ IA และหมู่ IIA การทดลองที่ 3 การศึกษาสมบัติของสารประกอบของโครเมียมและแมงกานีส และการทดลองที่ 4 การเตรียมสารประกอบเชิงซ้อนของทองแดง

4. ระยะเวลาในการวิจัย

ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองใช้ห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน เรื่องสมบัติของธาตุและสารประกอบกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง โดยทำการจัดการเรียนรู้ด้วยห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน 1 เรื่องการทดลอง ต่อ 1 คาบ คาบละ 50 นาที เป็นระยะเวลา 2 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 คาบ รวมจำนวน 6 คาบ

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การพัฒนาห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน หมายถึง บทปฏิบัติการทดลอง เรื่องสมบัติของธาตุและสารประกอบ ที่ผู้วิจัยได้การออกแบบและพัฒนาขึ้นโดยใช้โปรแกรม Yenka Science (Chemistry) ซึ่งเป็นห้องปฏิบัติการเคมีที่ไม่มีโครงร่างทางกายภาพ แต่มีสภาพแวดล้อมที่จำเป็นและมีคุณภาพเช่นเดียวกับห้องเรียนหรือห้องปฏิบัติการเคมีจริงทุกประการ สามารถทำการทดลองได้ทุกที่ทุกเวลาและสามารถทราบผลได้ทันที

2. การจัดการเรียนรู้ด้วยห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน หมายถึง การเรียนรู้ที่เน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยการให้นักเรียนลงมือปฏิบัติหรือทำการทดลองด้วยตนเองผ่านห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน การทดลองนี้นักเรียนจะต้องทำการทดลองในเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยมีผู้วิจัยคอยแนะนำ และอำนวยความสะดวกแก่นักเรียน โดยระหว่างทำการทดลองนักเรียนสามารถทราบผลการทดลองได้ทันที และนักเรียนจะต้องบันทึกผลการทดลองลงในแบบฝึกหัดระหว่างเรียน และสรุปผลการทดลองร่วมกัน

3. ประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 หมายถึง ระดับคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละที่กำหนดไว้ในการหาประสิทธิภาพของห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน เรื่องสมบัติของธาตุและสารประกอบ

80 ตัวแรก คือ คะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละของการทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียนด้วยห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน

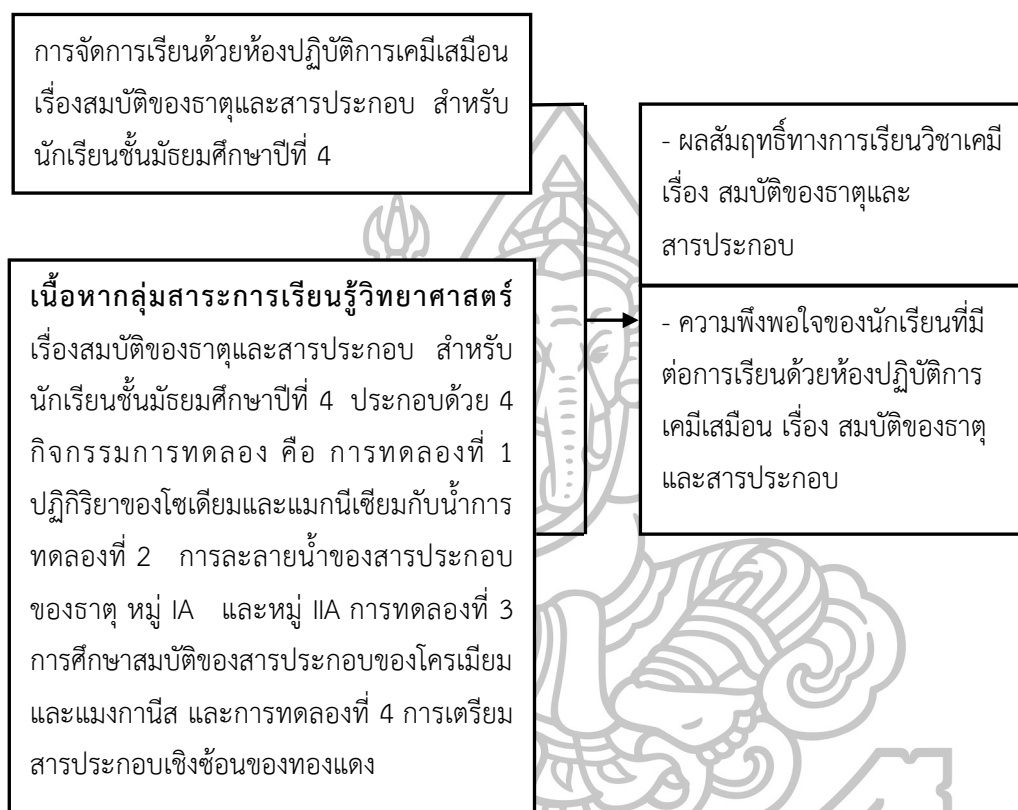
80 ตัวหลัง คือ คะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละของการทดสอบ หลังเรียนด้วยห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน

4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง หลังจากการจัดการเรียนรู้ด้วยห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน เรื่องสมบัติของธาตุและสารประกอบ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

5. ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกนึกคิดของผู้เรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน เรื่องสมบัติของธาตุและสารประกอบ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งวัดได้จากแบบสอบถามความพึงพอใจที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งเป็นมาตราส่วนประเมินค่า (Rating Scale) 5 ระดับ ตามแนวคิดของ ลิเคอร์ต (Likert)

กรอบแนวคิดในการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน เรื่องสมบัติของธาตุและสารประกอบ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยมีกรอบแนวคิดในการศึกษาดังนี้



แผนภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

บทที่ 2

วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

การวิจัย เรื่อง การพัฒนาห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน เรื่องสมบัติของธาตุและสารประกอบ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเอกสาร วรรณกรรมและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องโดยมีรายละเอียดดังนี้

1. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
 - 1.1 ทำไมต้องเรียนวิทยาศาสตร์
 - 1.2 เรียนรู้อะไรในวิทยาศาสตร์
 - 1.3 สารและมาตรฐานการเรียนรู้
 - 1.4 คุณภาพผู้เรียน
 - 1.5 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง
2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับห้องเรียนเสมือน
 - 2.1 ความหมายของห้องเรียนเสมือน
 - 2.2 ลักษณะของห้องเรียนเสมือน
 - 2.3 ประเภทของห้องเรียนเสมือน
 - 2.4 สภาพแวดล้อมของห้องเรียนเสมือน
 - 2.5 ข้อดีและความแตกต่างของห้องเรียนเสมือน
3. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับห้องปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง
 - 3.1 ความหมายของห้องปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง
 - 3.2 จุดมุ่งหมายของห้องปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง
 - 3.3 หลักการของห้องปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง
 - 3.4 ข้อดีและข้อเสียของการทดลองแบบปกติและการทดลองเสมือนจริง
4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 4.1 งานวิจัยในประเทศ
 - 4.2 งานวิจัยต่างประเทศ

1. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

1.1 ทำไมต้องเรียนวิทยาศาสตร์

วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับทุกคนทั้งในชีวิตประจำวันและการงานอาชีพต่างๆ ตลอดจนเทคโนโลยี เครื่องมือเครื่องใช้และผลผลิตต่างๆ ที่มนุษย์ได้ใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตและการทำงาน เหล่านี้ล้วนเป็นผลของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์และศาสตร์อื่นๆ วิทยาศาสตร์ช่วยให้มนุษย์ได้พัฒนาวิธีการคิด ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ วิจัย มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและมีประสิทธิภาพที่ตรวจสอบได้ วิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ซึ่งเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ (knowledge-based society) ดังนั้นทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะได้มีความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างสรรค์ขึ้น สามารถนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์ และมีคุณธรรม

1.2 เรียนรู้อะไรในวิทยาศาสตร์

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มีความมุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลาย เหมาะสมกับระดับชั้นโดยกำหนดสาระสำคัญไว้ดังนี้

สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต สิ่งมีชีวิต หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต โครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่างๆ ของสิ่งมีชีวิต และกระบวนการดำรงชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ การถ่ายทอดทางพันธุกรรม การทำงานของระบบต่างๆ ของสิ่งมีชีวิต วิวัฒนาการและความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต และเทคโนโลยีชีวภาพ

ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม สิ่งมีชีวิตที่หลากหลายรอบตัว ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตต่างๆ ในระบบนิเวศ ความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติ การใช้และจัดการทรัพยากรธรรมชาติในระดับท้องถิ่น ประเทศและโลก ปัจจัยที่มีผลต่อการอยู่รอดของสิ่งมีชีวิตในสภาพแวดล้อมต่างๆ

สารและสมบัติของสาร สมบัติของวัสดุและสาร แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค การเปลี่ยนแปลงสถานะ การเกิดสารละลายและการเกิดปฏิกิริยาเคมีของสาร สมการเคมี และการแยกสาร

แรงและการเคลื่อนที่ ธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง แรงนิวเคลียร์ การออกแรงกระทำต่อวัตถุ การเคลื่อนที่ของวัตถุ แรงเสียดทาน โมเมนต์การเคลื่อนที่แบบต่างๆ ในชีวิตประจำวัน

พลังงาน พลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน สมบัติและปรากฏการณ์ของแสง เสียง และวงจรไฟฟ้า คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า กัมมันตภาพรังสีและปฏิกิริยานิวเคลียร์ ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงานการอนุรักษ์พลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม

กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก โครงสร้างและองค์ประกอบของโลก ทรัพยากรทางธรณี สมบัติทางกายภาพของดิน หิน น้ำ อากาศ สมบัติของผิวโลก และบรรยากาศ กระบวนการเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลก ปรากฏการณ์ทางธรณี ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของบรรยากาศ

ดาราศาสตร์และอวกาศ วิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซี เอกภพ ปฏิสัมพันธ์และผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก ความสัมพันธ์ของดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์ และโลก ความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศ

ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา และจิตวิทยาศาสตร์

1.3 สารและมาตรฐานการเรียนรู้

สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิตความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่างๆของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กันมีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเองและดูแลสิ่งมีชีวิต

มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตความหลากหลายทางชีวภาพการใช้เทคโนโลยีชีวภาพที่มีผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อมมีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมกับสิ่งมีชีวิตความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตต่างๆในระบบนิเวศมีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติการใช้ทรัพยากรธรรมชาติ ในระดับท้องถิ่นประเทศและโลกนำความรู้ไปใช้ในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นอย่างยั่งยืน

สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคมีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ นำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยามีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้าแรงโน้มถ่วงและแรงนิวเคลียร์ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้องและมีคุณธรรม

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่างๆของวัตถุในธรรมชาติ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 5 พลังงาน

มาตรฐาน ว 5.1 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิตการเปลี่ยนรูปพลังงานปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงานผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

มาตรฐาน ว 6.1 เข้าใจกระบวนการต่างๆที่เกิดขึ้นบนผิวโลกและภายในโลก ความสัมพันธ์ของกระบวนการต่างๆที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศภูมิประเทศและสัณฐานของโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 7 ดาราศาสตร์และอวกาศ

มาตรฐาน ว 7.1 เข้าใจวิวัฒนาการของระบบสุริยะกาแล็กซีและเอกภพการปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะและผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลกมีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์การสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 7.2 เข้าใจความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศที่นำมาใช้ในการสำรวจอวกาศและทรัพยากรธรรมชาติด้านการเกษตรและการสื่อสารมีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างมีคุณธรรมต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม

สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้การแก้ปัญหาว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอนสามารถอธิบายและตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้นๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีสังคมและสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

1.4 คุณภาพผู้เรียน

จบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

เข้าใจการรักษาคุณภาพของเซลล์และกลไกการรักษาคุณภาพของสิ่งมีชีวิต

เข้าใจกระบวนการถ่ายทอดสารพันธุกรรม การแปรผัน มิวเทชัน วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตและปัจจัยที่มีต่อการอยู่รอดของสิ่งมีชีวิตในสิ่งแวดล้อมต่างๆ

เข้าใจกระบวนการ ความสำคัญและผลของเทคโนโลยีชีวภาพต่อมนุษย์ สิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

เข้าใจชนิดของอนุภาคสำคัญที่เป็นส่วนประกอบในโครงสร้างอะตอม การจัดเรียงธาตุในตารางธาตุ การเกิดปฏิกิริยาเคมีและเขียนสมการเคมี ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

เข้าใจชนิดของแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคและสมบัติต่างๆ ของสารที่มีความสัมพันธ์กับแรงยึดเหนี่ยว

เข้าใจการเกิดปิโตรเลียม การแยกแก๊สธรรมชาติ และการกลั่นลำดับส่วนน้ำมันดิบ การนำผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียมไปใช้ประโยชน์และผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

เข้าใจชนิด สมบัติ ปฏิกิริยาที่สำคัญของพอลิเมอร์และสารชีวโมเลกุล

เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณที่เกี่ยวกับการเคลื่อนที่แบบต่างๆ สมบัติของคลื่นกล คุณภาพของเสียงและการได้ยิน สมบัติ ประโยชน์และโทษของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า กัมมันตภาพรังสีและพลังงานนิวเคลียร์

เข้าใจกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลกและปรากฏการณ์ทางธรณีที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

เข้าใจการเกิดและวิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซี เอกภพและความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศ

เข้าใจความสัมพันธ์ของความรู้วิทยาศาสตร์ที่มีผลต่อการพัฒนาเทคโนโลยีประเภทต่างๆและการพัฒนาเทคโนโลยีที่ส่งผลให้มีการคิดค้นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ก้าวหน้า ผลของเทคโนโลยีต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

ระบุปัญหา ตั้งคำถามที่จะสำรวจตรวจสอบ โดยมีการกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่างๆ สืบค้นข้อมูลจากหลายแหล่ง ตั้งสมมติฐานที่เป็นไปได้หลายแนวทาง ตัดสินใจเลือกตรวจสอบสมมติฐานที่เป็นไปได้

วางแผนการสำรวจตรวจสอบเพื่อแก้ปัญหาหรือตอบคำถาม วิเคราะห์ เชื่อมโยงความสัมพันธ์ของตัวแปรต่างๆ โดยใช้สมการทางคณิตศาสตร์หรือสร้างแบบจำลองจากผลหรือความรู้ที่ได้รับจากการสำรวจตรวจสอบ

สื่อสารความคิด ความรู้จากผลการสำรวจตรวจสอบโดยการพูด เขียน จัดแสดง หรือใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ

อธิบายความรู้และใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการดำรงชีวิต การศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม ทำโครงการหรือสร้างชิ้นงานตามความสนใจ

แสดงถึงความสนใจ มุ่งมั่น รับผิดชอบ รอบคอบและซื่อสัตย์ในการสืบเสาะหาความรู้โดยใช้เครื่องมือและวิธีการที่ได้ผลถูกต้องเชื่อถือได้

ตระหนักในคุณค่าของความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ใช้ในชีวิตประจำวันการประกอบอาชีพ แสดงถึงความชื่นชม ภูมิใจ ยกย่อง อ่างอิงผลงาน ชิ้นงานที่เป็นผลจากภูมิปัญญาท้องถิ่นและการพัฒนาเทคโนโลยีที่ทันสมัย

แสดงความซาบซึ้ง ห่วงใย มีพฤติกรรมเกี่ยวกับการใช้และรักษาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างรู้คุณค่า เสนอตัวเองร่วมมือปฏิบัติกับชุมชนในการป้องกัน ดูแลทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมของท้องถิ่น

แสดงถึงความพอใจและเห็นคุณค่าในการค้นพบความรู้ พบคำตอบหรือแก้ปัญหาได้ทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ แสดงความคิดเห็นโดยมีข้อมูลอ้างอิงและเหตุผลประกอบ เกี่ยวกับผลของการพัฒนาและการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างมีคุณธรรมต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม และยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

1.5 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง

สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจสมบัติของสารความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคมีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรีเรียนรู้ นำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตารางที่ 1 แสดงตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร มาตรฐาน
ว 3.1 ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ม.4 - 6	1. สืบค้นข้อมูลและอธิบายโครงสร้างอะตอมและสัญลักษณ์นิวเคลียร์ของธาตุ	<ul style="list-style-type: none"> - นักวิทยาศาสตร์ใช้ข้อมูลจากการศึกษาโครงสร้างอะตอม สร้างแบบจำลองอะตอมแบบต่างๆ ที่มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง - อะตอมประกอบด้วยอนุภาคมูลฐานสำคัญ 3 ชนิด คือ โปรตอน นิวตรอน และอิเล็กตรอน - จำนวนโปรตอนในนิวเคลียส เรียกว่า เลขอะตอม ผลรวมของจำนวนโปรตอนกับนิวตรอน เรียกว่า เลขมวล ตัวเลขทั้งสองนี้จะปรากฏอยู่ในสัญลักษณ์นิวเคลียร์ของไอโซโทปต่างๆ ของธาตุ
	2. วิเคราะห์และอธิบายการจัดเรียงอิเล็กตรอนในอะตอม ความสัมพันธ์ระหว่างอิเล็กตรอนในระดับพลังงานนอกสุดกับสมบัติของธาตุและการเกิดปฏิกิริยา	<ul style="list-style-type: none"> - อิเล็กตรอนในอะตอมของธาตุจะจัดเรียงอยู่ในระดับพลังงานต่างๆ และในแต่ละระดับพลังงานจะมีจำนวนอิเล็กตรอนเป็นค่าเฉพาะ - อิเล็กตรอนในระดับพลังงานนอกสุดจะแสดงสมบัติบางประการ เช่น ความเป็นโลหะ อโลหะ และเกี่ยวข้องกับการเกิดปฏิกิริยาของธาตุนั้น
	3. อธิบายการจัดเรียงธาตุและทำนายแนวโน้มสมบัติของธาตุในตารางธาตุ	<ul style="list-style-type: none"> - ตารางธาตุปัจจุบันเรียงธาตุตามเลขอะตอมและอาศัยสมบัติที่คล้ายกัน ทำให้สามารถทำนายแนวโน้มสมบัติของธาตุในตารางธาตุได้
	4. วิเคราะห์และอธิบายการเกิดพันธะเคมีในโครงผลึกและในโมเลกุลของสาร	<ul style="list-style-type: none"> - แรงยึดเหนี่ยวระหว่างไอออนหรืออะตอมของธาตุให้อยู่รวมกันเป็นโครงผลึก หรือโมเลกุล เรียกว่าพันธะเคมี - พันธะเคมีแบ่งออกเป็นพันธะไอออนิก พันธะโคเวเลนต์ และพันธะโลหะ

ตารางที่ 1 แสดงตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร มาตรฐาน
ว 3.1 ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 (ต่อ)

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ม.4 - 6	5. สืบค้นข้อมูลและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างจุดเดือด จุดหลอมเหลว และสถานะของสารกับแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคของสาร	- จุดเดือด จุดหลอมเหลว และสถานะของสาร มีความเกี่ยวข้องกับแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคของสารนั้น สารที่อนุภาคยึดเหนี่ยวกันด้วยแรงยึดเหนี่ยวหรือพันธะเคมีที่แข็งแรงจะมีจุดเดือดและจุดหลอมเหลวสูง สารในสถานะของแข็งอนุภาคยึดเหนี่ยวกันด้วยแรงที่แข็งแรงกว่าสารในสถานะของเหลวและแก๊สตามลำดับ



สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลายการเกิดปฏิกิริยามีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตารางที่ 2 แสดงตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร มาตรฐาน ว 3.2 ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ม.4 - 6	1. ทดลอง อธิบายและเขียน สมการของปฏิกิริยาเคมีทั่วไปที่ พบในชีวิตประจำวัน รวมทั้ง อธิบายผลของสารเคมีที่มีต่อ สิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม	<ul style="list-style-type: none"> - ในชีวิตประจำวันจะพบเห็นปฏิกิริยาเคมีจำนวนมาก ทั้งที่เกิดในธรรมชาติและมนุษย์เป็นผู้กระทำ - ปฏิกิริยาเคมีเขียนแทนได้ด้วยสมการเคมี - มนุษย์นำสารเคมีมาใช้ประโยชน์ทั้งในบ้าน ในทางเกษตร และอุตสาหกรรม แต่สารเคมีบาง ชนิดเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม
	2. ทดลองและอธิบายอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ปัจจัยที่มีผล ต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์	<ul style="list-style-type: none"> - ปริมาณของสารตั้งต้นหรือผลิตภัณฑ์ที่ เปลี่ยนแปลงไปต่อหน่วยเวลา เรียกว่า อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี และปริมาณของสารที่ เปลี่ยนแปลงไปนั้น อาจวัดจากค่าความเข้มข้น ปริมาตร หรือมวลของสารซึ่งขึ้นอยู่กับลักษณะ ของสาร - ความเข้มข้น พื้นที่ผิว อุณหภูมิ ตัวเร่งปฏิกิริยาเป็น ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี การ ควบคุมปัจจัยเหล่านี้เพื่อให้ปฏิกิริยาเกิดขึ้นใน อัตราที่เหมาะสม สามารถนำมาใช้ให้เป็นประโยชน์ได้

ตารางที่ 2 แสดงตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร มาตรฐาน ว 3.2 ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 (ต่อ)

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ม.4 - 6	3. สืบค้นข้อมูลและอธิบายการเกิดปิโตรเลียม กระบวนการแยกแก๊สธรรมชาติ และการกลั่นลำดับส่วนน้ำมันดิบ	<ul style="list-style-type: none"> - การสลายตัวของซากพืชและซากสัตว์ที่ทับถมอยู่ใต้ทะเลอย่างต่อเนื่องภายใต้อุณหภูมิและความดันสูงนานนับล้านปี จะเกิดเป็นปิโตรเลียม โดยมีได้ทั้งสถานะของแข็ง ของเหลวหรือแก๊ส ซึ่งมีสารประกอบไฮโดรคาร์บอนหลายชนิดรวมกันและอาจมีสารประกอบอื่น ๆ ปะปนอยู่ด้วย - การนำแก๊สธรรมชาติมาใช้ประโยชน์จะต้องผ่านกระบวนการแยกแก๊ส ส่วนของเหลวหรือน้ำมันดิบจะแยกโดยการกลั่นลำดับส่วน
	4. สืบค้นข้อมูลและอธิบายการนำผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการแยกแก๊สธรรมชาติและการกลั่นลำดับส่วนน้ำมันดิบไปใช้ประโยชน์ รวมทั้งผลของผลิตภัณฑ์ต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม	<ul style="list-style-type: none"> - มีเทน อีเทน โพรเพนและบิวเทน เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการแยกแก๊สธรรมชาติและกลั่นลำดับส่วนน้ำมันดิบ นำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงและสารตั้งต้นส่วนผลิตภัณฑ์อื่นๆ ซึ่งมีจำนวนอะตอมคาร์บอนเพิ่มขึ้น นำไปใช้ประโยชน์แตกต่างกัน - การสัมผัสตัวทำลายและไฮโดรคาร์บอนบางชนิดในรูปของไอและของที่ใช้แล้ว อาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพได้ รวมถึงการกำจัดอย่างไม่ถูกวิธีก็จะมีผลต่อสิ่งแวดล้อมด้วย
	5. ทดลองและอธิบายการเกิดพอลิเมอร์ สมบัติของพอลิเมอร์	<ul style="list-style-type: none"> - พอลิเมอร์เป็นสารประกอบที่โมเลกุลมีขนาดใหญ่เกิดจากมอนอเมอร์จำนวนมากเชื่อมต่อกันด้วยพันธะโคเวเลนต์ มีทั้งที่เกิดในธรรมชาติและสังเคราะห์ขึ้น - ปฏิกริยาที่มอนอเมอร์รวมกันเป็นพอลิเมอร์เรียกว่า ปฏิกริยาพอลิเมอไรเซชัน ซึ่งอาจเป็นแบบควบแน่น หรือแบบต่อเติม - พอลิเมอร์มีหลายชนิด แต่ละชนิดอาจมีสมบัติบางประการเหมือนกันและบางประการแตกต่างกัน

ตารางที่ 2 แสดงตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร มาตรฐาน ว 3.2 ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 (ต่อ)

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ม.4 - 6	6. อธิบายการนำพอลิเมอร์ ไปใช้ประโยชน์ รวมทั้งผลที่เกิดจากการผลิตและใช้พอลิเมอร์ ต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม	<ul style="list-style-type: none"> - พอลิเมอร์นำไปใช้ประโยชน์ได้แตกต่างกัน ตามสมบัติของพอลิเมอร์ชนิดนั้นๆ เช่น ใช้พลาสติกทำภาชนะ ใช้เส้นใยสังเคราะห์ทำเครื่องนุ่งห่ม - พอลิเมอร์สังเคราะห์ที่นำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน บางชนิดสลายตัวยาก การใช้อย่างฟุ่มเฟือยและไม่ระมัดระวังอาจก่อให้เกิดปัญหาต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมได้
	7. ทดลองและอธิบายองค์ประกอบประโยชน์และปฏิกิริยาบางชนิดของคาร์โบไฮเดรต	<ul style="list-style-type: none"> - คาร์โบไฮเดรตจัดเป็นแหล่งพลังงานของสิ่งมีชีวิตพบได้ทั่วไปในชีวิตประจำวัน เช่น น้ำตาล แป้ง เซลลูโลสและไกลโคเจน โดยมีน้ำตาลเป็นหน่วยย่อยสำคัญ ซึ่งประกอบด้วยธาตุ C H และ O การตรวจสอบชนิดของน้ำตาลทำได้โดยใช้สารละลายเบเนดิกต์
	8. ทดลองและอธิบายองค์ประกอบ ประโยชน์ และปฏิกิริยาบางชนิดของไขมันและน้ำมัน	<ul style="list-style-type: none"> - ไขมันและน้ำมัน เป็นสารประกอบไตรกลีเซอไรด์ เกิดจากการรวมตัวของกรดไขมันกับกลีเซอรอล กรดไขมันมีทั้งชนิดอิ่มตัวและไม่อิ่มตัว ซึ่งสามารถตรวจสอบได้โดยใช้สารละลายไอโอดีน - ไขมันและน้ำมันนำมาใช้ประโยชน์ได้ทั้งการบริโภคและใช้ใน อุตสาหกรรม การบริโภคไขมันที่ขาดความระมัดระวังจะเป็นอันตรายต่อสุขภาพได้

ตารางที่ 2 แสดงตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร มาตรฐาน ว 3.2 ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 (ต่อ)

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ม.4 - 6	9. ทดลองและอธิบายองค์ประกอบ ประโยชน์ และปฏิกิริยาบางชนิดของโปรตีน และกรดนิวคลีอิก	<ul style="list-style-type: none"> - โปรตีนเป็นสารที่ช่วยในการเจริญเติบโต เสริมสร้างและซ่อมแซมเนื้อเยื่อ หน่วยย่อยของโปรตีนคือกรดอะมิโนซึ่งมีทั้งกรดอะมิโนจำเป็นและไม่จำเป็น มีธาตุองค์ประกอบสำคัญคือ C H O N การทดสอบโปรตีนในอาหารใช้สารละลาย CuSO_4 กับ NaOH - กรดนิวคลีอิกเป็นสารโมเลกุลใหญ่คล้ายโปรตีน ประกอบด้วย ธาตุ C H O N ที่พบในเซลล์ของสิ่งมีชีวิต มี 2 ชนิด คือ DNA และ RNA ซึ่งเกี่ยวข้องกับการควบคุมการถ่ายทอดทางพันธุกรรม

จากหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ช่วงชั้น ที่ 4 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยได้นำสาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจสมบัติของสารความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ นำความรู้ไปใช้ประโยชน์ มาสู่การพัฒนาห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน เรื่องสมบัติของธาตุและสารประกอบ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เนื่องจากวิชาเคมี เรื่องสมบัติของธาตุและสารประกอบ มีกิจกรรมการทดลองค่อนข้างเกิดปฏิกิริยารุนแรง อาจทำให้เกิดอันตรายได้ ประกอบกับเนื้อหาในเรื่องสมบัติของธาตุและสารประกอบค่อนข้างเยอะ ทำให้ครูผู้สอนส่วนใหญ่จำเป็นต้องตัดกิจกรรมการทดลองเรื่องนี้ออกไป ทำให้นักเรียนขาดโอกาสและขาดทักษะในการทำกิจกรรมการทดลองซึ่งอาจส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน และเพื่อเป็นแนวทางในการสร้างทางเลือกของรูปแบบการเรียนรู้แบบใหม่ของการเรียนการสอนและเพื่อให้นักเรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และสามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนได้

2. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับห้องเรียนเสมือน

มีนักวิชาการหลายท่านได้เรียก “ความเสมือนจริง” แตกต่างกันไป บางท่านอาจใช้คำว่าความเป็นจริงเสมือน ความจริงเสมือน ความเสมือน เป็นต้น แต่การให้นิยามหรือความหมายของคำๆนี้ก็ไปในทิศทางเดียวกัน

2.1 ความหมายของห้องเรียนเสมือน

การเรียนรู้ในปัจจุบันนี้มีวิธีการเรียนรู้ที่หลากหลายโดยผู้เรียนไม่จำเป็นต้องเข้าไปนั่งฟังในห้องเรียนเพียงอย่างเดียวแม้กระทั่งการเรียนที่บ้านหรือการเรียนผ่านระบบคอมพิวเตอร์ ที่มีการพัฒนาขึ้นไปเรื่อยๆและมีความทันสมัยมากขึ้น การเรียนที่มีการจำลองเหตุการณ์หรือสถานการณ์ให้มีความเสมือนจริงมากๆ นั้นก็นับว่าเป็นอีกแนวทางการเรียนหนึ่งที่ได้รับการนิยมนอย่างมาก ซึ่งมีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของห้องเรียนเสมือนจริงไว้ดังนี้

ครรชิต มาลัยวงศ์ (2540) ได้กล่าวถึงความหมายของห้องเรียนเสมือน หมายถึง การเรียนการสอนที่ผ่านระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ที่เชื่อมโยงคอมพิวเตอร์ของผู้เรียนเข้ากับเครื่องคอมพิวเตอร์ของผู้ให้บริการเครือข่าย (File server) และเครื่องคอมพิวเตอร์ ผู้ให้บริการเว็บ (Web Server) อาจเป็นการเชื่อมโยงระยะใกล้หรือระยะไกล ผ่านทางระบบการสื่อสารและอินเทอร์เน็ตด้วยกระบวนการสอน ที่ผู้สอนจะออกแบบระบบการเรียนการสอนไว้โดยกำหนดกิจกรรมการเรียนการสอน สื่อต่างๆ นำเสนอผ่านเว็บไซต์ประจำวิชา จัดสร้างเว็บเพจ ในแต่ละส่วนให้สมบูรณ์ ผู้เรียนจะเข้าสู่เว็บไซต์ประจำวิชาและดำเนินการเรียนไปตามระบบการเรียน ที่ผู้สอนออกแบบไว้ในระบบเครือข่ายมีการจำลองสภาพแวดล้อมต่างๆ ในลักษณะเป็นห้องเรียนเสมือน

มนตรี แยมกสิกร (2542:) กล่าวว่า ห้องเรียนเสมือนเป็นการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ในรูปแบบของซอฟต์แวร์ (software) โดยมีวัตถุประสงค์ที่จะช่วยสนับสนุนให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการเรียนรู้ โดยสามารถเลือกเวลาและสถานที่ที่จะเรียนรู้ได้ด้วยตนเองโดยผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์

บุญเกื้อ ควรหาเวช (2543: 65) ได้ให้ความหมายไว้ว่า การจัดการเรียนการสอนจำลองแบบที่เสมือนจริงเป็นนวัตกรรมทางการศึกษาที่สถาบันการศึกษาต่างๆ ทั่วโลกกำลังให้ความสนใจและจะขยายตัวมากขึ้นในศตวรรษที่ 21 การเรียนการสอนในระบบนี้อาศัยสื่ออิเล็กทรอนิกส์ โทรคมนาคมและเครือข่ายคอมพิวเตอร์เป็นหลัก ที่เรียกว่า Virtual classroom หรือ Virtual campus บ้าง จนกระทั่งเรียกว่า Virtual University ก็มี นับว่าเป็นการพัฒนาการบริหารการศึกษาทางไกลชนิดที่เรียกว่าเคาะประตูบ้านกันจริง เป็นโฉมหน้าใหม่ของสถาบันการศึกษาในโลกยุคไร้พรมแดนกล่าวคือ ผู้เรียนจะเรียนที่ไหนก็ได้ จะเป็นที่บ้านหรือที่ทำงาน โดยไม่ต้องไปนั่งเรียนในห้องเรียนจริงๆ ทำให้ประหยัดเวลา ค่าเดินทาง และค่าใช้จ่ายอื่นๆ ได้มาก

มนตรี ดวงจิโน (2544: 35) ได้ให้ความหมายของห้องเรียนเสมือนว่า เป็นการเรียนการสอนที่กระทำผ่านระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ที่เชื่อมโยงคอมพิวเตอร์ของผู้เรียนเข้ากับคอมพิวเตอร์ของผู้ให้บริการเครือข่าย (File Server) และเครื่องคอมพิวเตอร์ของผู้ให้บริการเว็บ (Web Server) อาจเป็นการเชื่อมโยงระยะใกล้หรือเชื่อมโยงระยะไกล ผ่านทางระบบการสื่อสารและอินเทอร์เน็ต กระบวนการสอนผู้สอนจะออกแบบระบบการเรียนการสอนโดยกำหนดกิจกรรมการเรียนการสอน สื่อต่างๆ นำเสนอผ่านเว็บไซต์ประจำวิชา จัดสร้างเว็บเพจในแต่ละส่วนให้สมบูรณ์ ผู้เรียนจะเข้าสู่เว็บไซต์ประจำวิชาและดำเนินการเรียนไปตามระบบการเรียนที่ผู้สอนออกแบบไว้ ผู้เรียนจะต้องส่งงานทำการบ้านตามที่ได้รับมอบหมายตามกำหนดเวลา ในระบบเครือข่ายมีการจำลองสภาพแวดล้อมต่างๆ ในลักษณะเป็นห้องเรียนเสมือนคล้ายกับเรียนในห้องเรียนที่ผู้สอนทำการติดตามพฤติกรรมกรเรียนได้

ยีน ภูววรรณ (2546: 51) ได้กล่าวว่า ห้องปฏิบัติการเสมือน (virtual laboratory) เป็นการสร้างห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์จำลองขึ้นมาที่ผู้เรียนสามารถเข้ามาทำการทดลอง โดยการทดลองอาจใช้วิธีทาง simulation หรืออาจให้นักเรียนทดลองจริงตามคำแนะนำที่ให้ไว้

ฤทธิชัย อ่อนมิ่ง (2547: 70) ได้กล่าวว่า ห้องเรียนเสมือน หมายถึง สภาวะผ่านระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์โดยใช้ช่องทางของระบบการสื่อสารและอินเทอร์เน็ต ผู้เรียนสามารถใช้คอมพิวเตอร์ที่เชื่อมต่อกับระบบอินเทอร์เน็ตเข้าไปเรียนในเว็บไซต์ที่ออกแบบกระบวนการเรียนการสอนให้มีสภาพแวดล้อมคล้ายกับเรียนในห้องเรียนแบบปกติ มีสิ่งสนับสนุนอื่นที่ช่วยให้มีการปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับผู้สอนและผู้เรียนกับผู้เรียนโดยมีบรรยากาศเสมือนพบกันจริง ดังนั้นกระบวนการเรียนการสอนจึงไม่ใช่การเดินทางไปเรียนในห้องเรียนจริง แต่เป็นการเข้าถึงข้อมูลเนื้อหาของบทเรียนได้โดยผ่านคอมพิวเตอร์

สุรพล บุญลือ (2550: 30) ได้กล่าวว่า ห้องเรียนเสมือนจริง (Virtual classroom) หมายถึงการจัดสภาพแวดล้อมการเรียนการสอนให้เสมือนการเรียนการสอนจริงๆ เป็นการนำแหล่งทรัพยากรออนไลน์มาใช้ในลักษณะการเรียนการสอนแบบร่วมมือโดยมีการร่วมมือระหว่างผู้เรียนด้วยกัน ผู้เรียนกับผู้สอน ชั้นเรียนกับสถาบันการศึกษาอื่น และกับชุมชนที่ไม่เป็นเชิงวิชาการ ผู้เรียนและผู้สอนได้รับความรู้ใหม่ จากกิจกรรม การสนทนาแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและข้อมูลผ่านทางคอมพิวเตอร์หรือโทรศัพท์ ซึ่งอาจจะเห็นหน้ากันทางหน้าจอ และพูดคุยกันได้ โดยมีส่วนประกอบคือ ประมวลรายวิชา เนื้อหาในหลักสูตร รายชื่อแหล่งเนื้อหาเสริม กิจกรรมระหว่างผู้เรียนผู้สอน คำแนะนำ และการให้ผลป้อนกลับการนำเสนอในลักษณะมัลติมีเดีย และไม่มีข้อจำกัดในเรื่องของเวลาและสถานที่

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

จินตนา กลินันท์ (2555: 45) ห้องเรียนเสมือนจริงเป็นนวัตกรรมการศึกษาที่มีสภาพแวดล้อมการเรียนการสอนภายใต้ระบบเครือข่ายในลักษณะของการเรียนแบบร่วมมือโดยมีหลักการของการจัดการศึกษาให้ทันเวลาในการใช้งาน การแลกเปลี่ยนความรู้ และข้อมูลข่าวสาร การจัดสภาพแวดล้อมโดยยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ

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

เทอรอฟฟ์ (Turoff. 1995: online) ได้ให้ความหมายห้องเรียนเสมือนจริงว่าเป็นสภาพแวดล้อมการเรียนการสอนที่ตั้งขึ้นภายใต้ระบบการสื่อสารผ่านคอมพิวเตอร์ในลักษณะของการเรียนแบบร่วมมือ ซึ่งเป็นกระบวนการที่เน้นความสำคัญของกลุ่มที่จะร่วมมือทำกิจกรรมร่วมกันระหว่างผู้เรียนด้วยกัน โดยจะได้รับความรู้ใหม่ๆ จากกิจกรรม การสนทนาแลกเปลี่ยนความคิดเห็น และข้อมูล ลักษณะเด่นของการเรียนการสอนรูปแบบนี้ก็คือ ความสามารถในการลอกเลียนลักษณะของห้องเรียนปกติมาใช้ในการออกแบบการเรียนการสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ซึ่งอาศัยความสามารถต่างๆ ของอินเทอร์เน็ต ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนได้รับประโยชน์จากการเรียนโดยไม่มีข้อจำกัดในเรื่องของเวลาและสถานที่

สรุปได้ว่า ความเสมือนจริงเข้ามามีบทบาทกับการศึกษามากขึ้นและสามารถนำมาประยุกต์ใช้กับการเรียนการสอนได้ไม่ว่าจะเป็น ห้องเรียน โรงเรียน และมหาวิทยาลัย ซึ่งผู้วิจัยสรุปความหมายของห้องเรียนเสมือนจริงว่า เป็นการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ในรูปแบบของซอฟต์แวร์ (Software) ที่จะช่วยสนับสนุนให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการเรียนรู้ โดยสามารถเลือกเวลาและสถานที่ที่จะเรียนรู้ได้ด้วยตนเองโดยผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์ และต้องคำนึงถึงการจัดห้องเรียนเสมือนคือระบบปฏิบัติการของห้องเรียนเสมือนที่ต่างไปจากการเรียนในห้องเรียน

2.2 ลักษณะของห้องเรียนเสมือน

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

1. จัดการเรียนการสอนในห้องเรียนธรรมดา แต่มีการถ่ายทอดสดภาพและเสียงเกี่ยวกับเนื้อหาของบทเรียน โดยอาศัยระบบโทรคมนาคมและเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ซึ่งเรียกว่า online ไปยังผู้เรียนที่อยู่นอกห้องเรียน ซึ่งสามารถโต้ตอบกับผู้สอน หรือเพื่อนที่อยู่คนละแห่งได้

2. ห้องเรียนเสมือน เป็นการจัดการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่าย ที่อาศัยประสิทธิภาพของเทคโนโลยีการสื่อสารและอินเทอร์เน็ต ทำได้โดยผู้เรียนใช้คอมพิวเตอร์เข้าสู่เว็บไซต์ของห้องเรียนเสมือน และดำเนินการเรียนตามกิจกรรมที่ผู้สอนได้ออกแบบไว้ ห้องเรียนลักษณะนี้เรียกว่า “ห้องเรียนเสมือนที่แท้”

ลักษณะสำคัญของห้องเรียนเสมือนบนอินเทอร์เน็ตนั้น (Hsu; & Pandya. 1998: online) ควรประกอบด้วยส่วนหลักๆ ดังนี้

1. การใช้อินเทอร์เน็ตเป็นโครงสร้างพื้นฐานสำหรับการส่งข้อมูล
2. การใช้เครื่องมือประชุมอภิปรายผ่านภาพและเสียงสำหรับการสื่อสารปฏิสัมพันธ์ทันทีตามเวลาจริง
3. การใช้เทคนิคควบคุมตัวชี้เมาส์ในการป้องกันผู้เรียน จากการเข้าไปท่องในอินเทอร์เน็ตที่ไม่ได้รับอนุญาต
4. การใช้ลำดับขั้นตอนในการควบคุมชั้นเรียน โดยอนุญาตให้ผู้สอนเป็นผู้ควบคุมส่วนกลาง ในขณะที่ผู้เรียนได้รับอนุญาตให้เข้าชั้นเรียนในรูปแบบมาก่อนได้รับบริการก่อน (FCFS – First- Come First- Serve)
5. การแนะนำแนวความคิดของการใช้ห้องเรียนเสมือน
6. การจัดห้องสนทนา (chat) เพื่อการปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนและผู้เรียน

สรุปได้ว่า ลักษณะการจัดการเรียนการสอนแบบห้องเรียนเสมือนจริงเป็นการจัดการศึกษาในลักษณะการสอนทางไกลผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ที่อาศัยประสิทธิภาพของเทคโนโลยีการสื่อสารและอินเทอร์เน็ต ทำได้โดยผู้เรียนใช้คอมพิวเตอร์เข้าสู่เว็บไซต์ของห้องเรียนเสมือน และดำเนินการเรียนตามกิจกรรมที่ผู้สอนได้ออกแบบไว้

2.3 ประเภทของห้องเรียนเสมือน

อุทัย ภิรมย์รัตน์ (2540: 25) ได้จำแนกประเภทการเรียนรู้ในห้องเรียนแบบเสมือนจริงไว้ 2 ลักษณะ ดังนี้

1. การจัดการเรียนการสอนในห้องเรียนธรรมดาแต่มีการถ่ายทอดสภาพและเสียงเกี่ยวกับบทเรียนโดยอาศัยระบบโทรคมนาคมและเครือข่ายคอมพิวเตอร์ไปยังผู้เรียนที่อยู่นอกห้องเรียนผู้เรียนสามารถรับฟังติดตามบทเรียนและตัวผู้สอนจากเครื่องคอมพิวเตอร์ของตนเอง และยังโต้ตอบกับอาจารย์ผู้สอนหรือเพื่อนผู้เรียนในชั้นเรียนก็ได้

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

ในบางมหาวิทยาลัยก็ใช้ร่วมกัน คือ มีทั้งแบบที่เป็นห้องเรียนจริง และห้องเรียนเสมือนจริง การเรียนการสอนก็ผ่านทางเครือข่ายคอมพิวเตอร์ที่เชื่อมโยงกันอยู่ทั่วโลก ซึ่งการติดต่อกับมหาวิทยาลัยเสมือนจริงทำได้ดังนี้

1. บทเรียนและแบบฝึกหัดต่างๆ อาจจะส่งให้ผู้เรียนในรูปแบบวีดิทัศน์ หรือวีดิทัศน์ผสมกับห้องเรียนเสมือนจริง หรือ ซีดีรอม โดยผ่านระบบสัญญาณเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ดาวเทียม โทรทัศน์ โทรสาร หรือทางจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ ตามความต้องการของผู้เรียน

2. ผู้เรียนจะติดต่อสื่อสารกับอาจารย์ผู้สอนได้ โดยตรงในขณะที่สอนก็ได้ หากเป็นการเรียนออนไลน์ ซึ่งจะเป็นแบบของการสื่อสารสองทางที่โต้ตอบโดยทันทีทันใดระหว่างผู้เรียนและผู้สอนหรือระหว่างผู้เรียนด้วยกัน

3. การทดสอบทำได้หลายวิธี เช่น ทดสอบแบบออนไลน์ หรือการทดสอบโดยผ่านทางจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ และทางไปรษณีย์ธรรมดา เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนเลือกเรียนวิชาที่ตนสนใจได้ตลอดเวลาในทุกแห่งที่มีการเปิดสอน ไม่ต้องเข้าชั้นเรียนก็ได้ ในการศึกษาหาความรู้จึงมีความยืดหยุ่นด้านเวลาและประหยัดค่าใช้จ่าย

ทอมสัน (Thomson. 1996: Online) ได้แบ่งห้องเรียนเสมือนจริงออกเป็น 2 รูปแบบได้แก่

1. ห้องเรียนเสมือนจริงรูปแบบแรกเป็นความร่วมมือระหว่างสถาบันอุดมศึกษาต่างๆ โดยห้องเรียนเสมือนจริงจะเป็นตัวกลางเชื่อมต่อระหว่างห้องเรียน และวิทยาลัยในภูมิภาคต่างๆ

2. ห้องเรียนเสมือนจริงรูปแบบที่สอง เป็นห้องเรียนที่หน่วยงานที่มีอำนาจเป็นผู้จัดตั้งขึ้นโดยปกติจะทำงานร่วมกับห้องเรียนที่มีอยู่แล้ว ห้องเรียนรูปแบบนี้จะทำหน้าที่เป็นธนาคารหน่วยกิต (Credit Bank) มีพื้นที่สำหรับเก็บสะสมหน่วยกิต ของนักศึกษาที่เรียนจากสถาบันต่างๆ

สรุปได้ว่า ประเภทของห้องเรียนเสมือนจริงอาจเป็นไปได้ในลักษณะที่เสมือนในทางกายภาพที่พบได้ในคอมพิวเตอร์ ซึ่งห้องเรียนเสมือนจริงไม่ว่าจะในลักษณะหรือรูปแบบใดจะต้องมีผู้เรียน ผู้สอน และกลุ่มเพื่อนที่เรียนด้วยกันโดยการใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์และการสื่อสารผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เพื่อให้กิจกรรมการเรียนการสอนดำเนินไปได้

2.4 สภาพแวดล้อมของห้องเรียนเสมือน

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

1. Asynchronous Learning เหมาะกับการเรียนแบบเสริมและการเรียนรู้ที่ผู้เรียนสามารถเรียนได้ด้วยตนเอง ผู้เรียนจะเรียนวิชาผ่านเว็บไซต์ เมื่อไรก็ได้ ในช่วงเวลาที่เจ้าของหลักสูตรกำหนดการเรียนจะมีกิจกรรมให้ทำ ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับผู้สอนเวลาใดก็ได้

2. Synchronous Learning เป็นการสอนเสมือนหนึ่งว่ามีผู้สอนอยู่ในห้องเรียนและผู้เรียนอยู่กระจายทั่วไป โดยผู้เรียนแต่ละคนมีเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล อยู่กับอินเทอร์เน็ตและลงทะเบียนเรียนวิชานั้น แบบนี้ผู้สอนจะทำการสอนโดยติดตามการเรียนรู้ของผู้เรียน มีการติดต่อกับผู้เรียนทันที

3. Collaborative Learning การสอนแบบนี้จะมีการร่วมมือกันระหว่างผู้เรียนและผู้สอนจะมีซอฟต์แวร์เฉพาะที่ทุกคนสามารถใช้งานร่วมกันได้ เพื่อให้ผู้เรียนและผู้สอนมีปฏิสัมพันธ์ในการทำงานร่วมกันได้

ชัยวัฒน์ ไชยพจน์พานิช (2546) ได้แบ่งลักษณะการทำงานของห้องเรียนเสมือนจริงเป็น 2 ส่วนดังนี้ คือ

1. ส่วนจัดการเนื้อหา ประกอบด้วย เครื่องมือที่ใช้ในการสร้างบทเรียน และซอฟต์แวร์ที่ใช้แสดงบทเรียน

2. ส่วนบริหารจัดการการเรียนการสอน เป็นซอฟต์แวร์บริหารจัดการรายวิชาที่รวบรวมเครื่องมือ ซึ่งออกแบบไว้เพื่ออำนวยความสะดวกแก่ผู้ใช้งานในการจัดการเรียนการสอนออนไลน์

สรุปได้ว่า การจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้เสมือนจริงจะต้องมีซอฟต์แวร์เฉพาะที่บริหารจัดการรายวิชาที่รวบรวมเครื่องมือ ซึ่งออกแบบไว้เพื่ออำนวยความสะดวกแก่ผู้ใช้งานในการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ โดยทุกคนสามารถใช้งานร่วมกันได้ เพื่อให้ผู้เรียนและผู้สอนมีปฏิสัมพันธ์ในการทำงานร่วมกันได้

2.5 ข้อดีและความแตกต่างของห้องเรียนเสมือน

กิดานันท์ มลิทอง (2548: 122) เปรียบเทียบข้อดี ข้อจำกัดของห้องเรียนเสมือนจริง ดังนี้

ตารางที่ 3 แสดงข้อดีและข้อจำกัดของห้องเรียนเสมือนจริง

ข้อดี	ข้อจำกัด
<ul style="list-style-type: none"> - สร้างโลกเสมือนจริงที่บางครั้งเสี่ยงต่ออันตรายให้สามารถเรียนรู้ได้โดยปลอดภัย - ขยายโอกาสให้ผู้เรียนสำรวจสถานที่ที่ไม่สามารถท่องเที่ยวได้ในความเป็นจริงรวมถึงสถานที่ที่เกิดขึ้นแล้วในอดีต 	<ul style="list-style-type: none"> - อุปกรณ์มีราคาสูงเกินกว่าสถาบันการศึกษาทั่วไปจะซื้อไว้ใช้ได้ - เทคโนโลยีซับซ้อนเกินกว่าจะใช้ห้องเรียนธรรมดา

ธวัชชัย อติเทพสกลิต (2546: 65) ได้แสดงความแตกต่างระหว่างห้องเรียนเสมือนกับห้องเรียนปกติไว้ดังนี้

ตารางที่ 4 แสดงการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างห้องเรียนเสมือนจริงกับห้องเรียนปกติ

ห้องเรียนเสมือน	ห้องเรียนปกติ
<ul style="list-style-type: none"> - การพิมพ์และการอ่าน ทุกคนจะเป็นผู้ลงมือทำเองและทำได้พร้อมๆกันและทุกคนร่วมมือกัน 	<ul style="list-style-type: none"> - การพูดและการฟัง: จะเป็นการใช้เวลาที่ละคน
<ul style="list-style-type: none"> - เป็นการเรียนตามอัตราการเรียนรู้ของแต่ละคน 	<ul style="list-style-type: none"> - ผู้เรียนจะต้องเรียนในอัตราที่ก้าวไปพร้อมๆกันทั้งห้อง
<ul style="list-style-type: none"> - สถานที่เรียน ที่ใดก็ได้ เรียนเวลาใดก็ได้ 	<ul style="list-style-type: none"> - มีกำหนดตารางเวลาและสถานที่เรียนอย่างชัดเจน
<ul style="list-style-type: none"> - ใช้กระบวนการทางสังคม ผนวกกับการแลกเปลี่ยนทางสังคมแบบจริงจังและยืดหยุ่นตามภารกิจของแต่ละคนได้ 	<ul style="list-style-type: none"> - เป็นกระบวนการทางสังคมที่ไม่ปกติ เพราะทุกคนต้องมาเวลาเดียวกัน
<ul style="list-style-type: none"> - กิจกรรมการเรียนส่วนใหญ่ กำหนดให้กระทำเป็นกลุ่มร่วมมือกัน 	<ul style="list-style-type: none"> - กิจกรรมการเรียนส่วนใหญ่ถูกกำหนดให้เป็นกิจกรรมรายบุคคล
<ul style="list-style-type: none"> - กิจกรรมถูกบันทึกโดยอัตโนมัติลงในใบแสดงผลการเรียนและตรวจสอบย้อนหลังได้ 	<ul style="list-style-type: none"> - ผู้เรียนต้องจดบันทึก
<ul style="list-style-type: none"> - ทรัพยากรคอมพิวเตอร์ ถูกหลอมรวมเป็นส่วนหนึ่งของสิ่งอำนวยความสะดวกเพื่อสร้างสิ่งแวดล้อมเสมือนจริงในการเรียน 	<ul style="list-style-type: none"> - คอมพิวเตอร์ไม่ได้ถูกจัดสำหรับผู้เรียนแต่ละคนในชั้นเรียน

3. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับห้องปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง

3.1 ความหมายของห้องปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง

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

สรุปได้ว่า ห้องปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง หมายถึง ห้องปฏิบัติการทดลองที่มีสภาพแวดล้อม และมีคุณภาพเช่นเดียวกับห้องปฏิบัติการทดลองจริงทุกประการ ในลักษณะที่เสมือนในทางกายภาพที่พบได้ในคอมพิวเตอร์

3.2 จุดมุ่งหมายของห้องปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง

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

1. จุดมุ่งหมายทั่วไปของห้องปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง คือ ห้องปฏิบัติการทดลองเสมือนมีจุดมุ่งหมายทั่วไปในการกระจายความรู้โดยใช้เทคโนโลยีมัลติมีเดีย และเครือข่ายสารสนเทศระหว่างผู้เรียนในห้องปฏิบัติการกับผู้สอน เพื่อเตรียมคนสำหรับโลกอิเล็กทรอนิกส์ในวันข้างหน้าและฝึก “การเชื่อมต่อทางปัญญา” ในโครงสร้างของสภาพแวดล้อมเสมือนจริง

2. จุดมุ่งหมายเฉพาะของห้องปฏิบัติการทดลองเสมือนจริงได้แก่

2.1 เพื่อสร้างห้องปฏิบัติ “ข้ามชาติ”

2.2 เพื่อออกแบบห้องเรียนสำหรับวันข้างหน้าที่ผสมผสานระหว่างการปฏิบัติ และทฤษฎีโดยมีจุดหมายย่อย 3 ข้อ ดังนี้

2.2.1 การสนับสนุนการเรียนตลอดชีวิต เนื่องจากเทคโนโลยีในปัจจุบันมีความก้าวหน้ารวดเร็วมาก ประชาชนจะต้องปรับความรู้ให้ทันสมัยอยู่เสมอ เพื่อไม่ให้ตกอยู่ในความล้าหลัง

2.2.2 การเพิ่มพูนความร่วมมือระหว่างผู้เรียนกับผู้สอน การจัดกิจกรรมเชิงปฏิบัติการที่ผู้สอนจัดให้ การค้นคว้าจากรากฐานข้อมูลโดยใช้การจำลองสถานการณ์ชีวิตจริง

2.2.3 การสอนมัลติมีเดียโดยใช้มัลติมีเดียเป็นการสอนสิ่งที่หลากหลายด้วยสื่อที่หลากหลายเช่นเดียวกัน

สรุปได้ว่า จุดมุ่งหมายเฉพาะของห้องปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง คือ การกระจายความรู้โดยใช้เทคโนโลยีมัลติมีเดีย และเครือข่ายสารสนเทศระหว่างผู้เรียนในห้องปฏิบัติการกับผู้สอน

3.3 หลักการของห้องปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง

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

1. การให้การศึกษาที่ทันเวลาการใช้งานห้องปฏิบัติการทดลองเสมือนมีความคล่องตัวและเชื่อมโยงกับแหล่งข้อมูลและแหล่งวิชาการต่างๆ ได้ทั่วโลกจึงเป็นแหล่งความรู้ที่ทันสมัยตลอดเวลา สามารถตอบสนองประชาชนที่ต้องการได้ในทันที

2. การเรียนเป็นการแลกเปลี่ยนในห้องปฏิบัติการทดลองเสมือนจะไม่มีระบบที่มีผู้รู้ทุกเรื่องคนเดียวแล้วสอนคนอื่นๆ แต่จะเป็นลักษณะที่ทุกคนเสมอกันแลกเปลี่ยนความรู้กัน

3. การเรียนคือการแลกเปลี่ยนความรู้และข้อมูลข่าวสาร ไม่ใช่การรับเพียงอย่างเดียว หลักการนี้เป็นลักษณะของห้องเรียนเปิดที่ครู อาจารย์ นักศึกษา และผู้สนใจสามารถพบปะแลกเปลี่ยนความรู้กันได้

4. การจัดสภาพแวดล้อมโดยยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ สภาพแวดล้อมทางการเรียนจะเปลี่ยนรูปไปตามลักษณะของผู้เรียน เข้าเรียน ผู้เรียนจะเป็นผู้กำหนดขอบข่ายความสนใจว่าจะเรียนอะไร และในระหว่างเรียนผู้เรียนจะเป็นผู้ปรับเปลี่ยนสภาพแวดล้อมการเรียนเอง โดยเป็นผู้เลือกเนื้อหาที่จะเรียนเลือกปรึกษาคนที่ตนเองต้องการ

สรุปได้ว่า หลักการของห้องปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง คือ การจัดการศึกษาที่มีความคล่องตัว สามารถเชื่อมโยง และแลกเปลี่ยนความรู้ข้อมูลข่าวสารได้ในทันที โดยยึดหลักผู้เรียนเป็นสำคัญ

3.4 ข้อดีและข้อเสียของการทดลองแบบปกติและการทดลองเสมือนจริง

เฮอเก่า และดีเนฟสกี (Herga and Dinevski. 2012: 110) ได้มีการเปรียบเทียบระหว่างข้อดีและข้อเสียของการทดลองแบบปกติและการทดลองเสมือนจริง ซึ่งแสดงในตาราง 5 และตาราง 6 ดังนี้

ตารางที่ 5 แสดงข้อดีและข้อเสียของการทดลองแบบปกติ

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

ตารางที่ 6 แสดงข้อดีและข้อเสียของการทดลองเสมือนจริง

ข้อดี	ข้อเสีย
<ul style="list-style-type: none"> - ได้เรียนรู้เกี่ยวกับวิธีการทำงานทางวิทยาศาสตร์ - ผลการทดลองที่ได้จะเหมือนเดิมเสมอ - มีสารเคมีและอุปกรณ์การทดลองแทบทุกชนิดที่มีในห้องทดลอง - ง่ายต่อการทำการทดลองที่มีอันตราย หรือ การทำการทดลองที่มีเงื่อนไขเฉพาะเจาะจง - มีค่าใช้จ่ายต่ำ 	<ul style="list-style-type: none"> - ห่างไกลจากธรรมชาติและจากความเป็นจริง - ห้องปฏิบัติการทดลองเสมือนจริงไม่สามารถแทนการปฏิบัติการทดลองจริงได้

สรุปได้ว่า การทดลองแบบปกติและการทดลองเสมือนจริงมีทั้งข้อดีและข้อเสียที่แตกต่างกันไป ซึ่งจะเห็นได้ว่าการทดลองเสมือนจริงจะมีข้อดีสำหรับโรงเรียนที่มีสภาพแวดล้อมสถานที่ไม่เอื้ออำนวยต่อการทดลองแบบปกติ บางโรงเรียนขาดแคลนห้องปฏิบัติการ สารเคมีและอุปกรณ์ไม่เพียงพอ ค่าใช้จ่ายสำหรับสารเคมีและอุปกรณ์ที่นำมาใช้ในการทดลองค่อนข้างสูง และยังง่ายต่อการทดลองที่มีอันตราย ทำให้ผู้เรียนสามารถทำการทดลองได้อย่างอิสระและทราบผลการทดลองในทันที

4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

4.1 งานวิจัยในประเทศ

งานวิจัยในรูปแบบห้องเรียนเสมือน ได้รับความสนใจจากผู้ทำการวิจัยหลายท่าน ทำให้เกิดงานวิจัยทางด้านนี้ขึ้นมาไว้อ้างอิงหรือศึกษา ซึ่งมีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

สุรพล บุญลือ (2550) ได้พัฒนารูปแบบการสอนโดยใช้ห้องเรียนเสมือนจริงแบบใช้ปัญหาเป็นหลักในระดับอุดมศึกษา มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อพัฒนารูปแบบการสอนโดยใช้ห้องเรียนเสมือนจริงแบบใช้ปัญหาเป็นหลักในระดับอุดมศึกษา 2) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลักในห้องเรียนเสมือนจริงกับนักศึกษาที่เรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลักในห้องเรียนปกติ 3) เพื่อศึกษาความคงทนในการเรียนรู้ของนักศึกษาที่นักศึกษาที่เรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลักในห้องเรียนเสมือนจริง 4) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาที่เรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลักในห้องเรียนเสมือนจริง กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองได้แก่นักศึกษาระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 3 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรีที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2548 จำนวน 6 ห้องเรียน 220 คน โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 110 คน ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนจากห้องเรียนเสมือนจริงแบบ

ใช้ปัญหาเป็นหลักมีผลการเรียนสูงกว่านักศึกษาที่เรียนจากห้องเรียนปกติโดยใช้ปัญหาเป็นหลักอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นักศึกษาที่เรียนผ่านห้องเรียนเสมือนจริงมีความพึงพอใจต่อการเรียนการสอนด้วยห้องเรียนเสมือนจริงแบบใช้ปัญหาเป็นหลักในระดับอุดมศึกษาอยู่ในระดับพึงพอใจมาก

วิรงรอง วงษ์วัฒนะ (2551) ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในการศึกษาออกสถานที่แบบการใช้ความเป็นจริงเสมือนกับแบบการใช้ความเป็นจริงเสมือนและการเรียนเป็นคู่ กลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนที่กำลังศึกษาในระดับประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (ฝ่ายประถม) โดยใช้วิธีเลือกแบบเจาะจง และเลือกมาเป็นกลุ่มทดลอง จำนวน 2 ห้อง ได้แก่ ห้องเรียนที่ 1 จำนวน 30 คน กำหนดให้เป็นกลุ่มทดลองที่ 1 ศึกษาด้วยบทเรียนการศึกษานอกสถานที่ด้วยการใช้ความเป็นจริงเสมือน และห้องเรียนที่ 2 จำนวน 30 คน กำหนดให้เป็นกลุ่มทดลองที่ 2 ศึกษาด้วยบทเรียนออกสถานที่ด้วยการใช้ความเป็นจริงเสมือนและการเรียนเป็นคู่ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ บทเรียนการศึกษานอกสถานที่ด้วยการใช้ความเป็นจริงเสมือน ผลการวิจัยพบว่า ค่าเฉลี่ยคะแนนหลังเรียนของกลุ่มทดลองทั้ง 2 กลุ่ม สูงกว่าคะแนนก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และค่าเฉลี่ยของคะแนนหลังเรียนของกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยบทเรียนการศึกษานอกสถานที่ด้วยการใช้ความเป็นจริงเสมือนและการเรียนเป็นคู่สูงกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยบทเรียนการศึกษานอกสถานที่ด้วยการใช้ความเป็นจริงเสมือน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คันสนีย์ สังสรรค์อนันต์ (2551) ได้ทำการพัฒนาแบบจำลองห้องปฏิบัติการเสมือนจริง เพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตในวิชาฟิสิกส์สำหรับนักศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ โดยกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยได้แก่ นักศึกษาปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 ปีการศึกษา 2550 คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ จำนวน 60 คน ที่ลงเรียนวิชาปฏิบัติการฟิสิกส์ ในภาคเรียนที่ 1 ผลการวิจัยสรุปว่า ประสิทธิภาพของห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตในวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักศึกษาด้านวิทยาศาสตร์เท่ากับ 79.66/77.85 และนักศึกษามีความพึงพอใจต่อห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตในวิชาฟิสิกส์อยู่ในระดับมาก และมีค่าเฉลี่ยความพึงพอใจเท่ากับ 3.78

ชัยวัฒน์ เชื้อมั่งและวัลลภ คงนะ (2552) ได้ทำการพัฒนาสื่อการสอนห้องปฏิบัติการเคมีเสมือนใช้ในระบบ E-Learning มีวัตถุประสงค์เพื่อ สร้างบทปฏิบัติการเคมีในห้องปฏิบัติการเคมีเสมือนที่หลากหลายให้เหมาะสมกับความสามารถของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายใช้ในระบบ E-learning เป็นการจำลองห้องปฏิบัติการเคมีในคอมพิวเตอร์หรือผ่านทางอินเทอร์เน็ตไปยังผู้เรียน ผู้วิจัยได้ใช้โปรแกรม Virtual Chemistry Laboratory สร้างบทปฏิบัติการทดลองเคมี ซึ่งคล้ายกับการปฏิบัติการทดลองในห้องปฏิบัติการเคมีจริงผู้วิจัยได้ใช้สื่อการสอนห้องปฏิบัติการเคมีเสมือนและใช้โปรแกรม Moodle ช่วยในการจัดการระบบเป็น e-learning เมื่อนำไปใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมหิตลวิทยานุสรณ์ จำนวน 48 คน ในเรื่องปริมาณสัมพันธ์ ปฏิกิริยาเคมี และกรด-เบส ผลการวิจัยพบว่า 1) สื่อการสอนที่สร้างขึ้นมีค่า E_1 และ E_2 เท่ากับ 83.48 และ

87.56 ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 2) นักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนเพิ่มขึ้นร้อยละ 85.80 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ 3) นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นในระดับมาก

วิทยา ปานเพชร (2554) ได้ทำการพัฒนาสื่อแบบการทดลองเสมือน เรื่องมัลติ-มิเตอร์ มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาและหาประสิทธิภาพของสื่อแบบการทดลองเสมือน เรื่องมัลติ-มิเตอร์ 2) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 3) เพื่อหาความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อสื่อแบบการทดลองเสมือนที่พัฒนาขึ้นโดยเป็นการวิจัยเชิงทดลองสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรีสาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ กลุ่มตัวอย่างในครั้งนี้เป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ศูนย์สุพรรณบุรี ภาคการศึกษาที่ 1/2554 ที่ได้จากการเลือกแบบเจาะจง จำนวน 23 คน ผลของการวิจัยพบว่าบทเรียนดังกล่าวมีประสิทธิภาพ 83.47/81.19 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และจากการวิเคราะห์ความพึงพอใจของผู้ใช้บทเรียนอยู่ในระดับ ดี

สุรจิรา บุญเลิศ (2556) ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริงเรื่องสารละลายกรดและเบส โดยมีวัตถุประสงค์การวิจัยคือ 1) เพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพของบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส ให้มีประสิทธิภาพ 80/80 2) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระหว่างก่อนกับหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส 3) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556 โรงเรียนอำนาจเจริญ ที่ได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง ผลการวิจัยพบว่า 1) บทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส มีประสิทธิภาพเท่ากับ 83.17/81.33 ซึ่งเป็นไปตามประสิทธิภาพ 80/80 ที่กำหนดไว้ 2) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 3) นักเรียนมีความพึงพอใจต่อบทปฏิบัติการเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบสอยู่ในระดับ มาก

นรชัย พิทักษ์พรชัย (2557) ได้ทำการพัฒนาการทดลองเสมือน เรื่องการแยกสาร สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยมีวัตถุประสงค์การวิจัยเพื่อพัฒนาประสิทธิภาพทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องการแยกสาร ในด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและความพึงพอใจต่อการทดลองเสมือนเรื่องการแยกสารโดยใช้การทดลองเสมือน เรื่องการแยกสาร กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนกรุงเทพคริสเตียนวิทยาลัย ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556 จำนวน 40 คน ได้มาจากการสุ่มอย่างง่าย เครื่องมือที่ใช้

วิจัยคือ การทดลองเสมือนเรื่องการแยกสาร แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และแบบวัดความพึงพอใจต่อการทดลองเสมือนเรื่องการแยกสาร ผลการวิจัยพบว่า การทดลองเสมือนเรื่องการแยกสาร มีประสิทธิภาพ 82.12/80.89 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ นักเรียนที่เรียนรู้ด้วยการทดลองเสมือน เรื่องการแยกสาร มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องการแยกสารและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีความพึงพอใจต่อการทดลองเสมือนเรื่องการแยกสารอยู่ในระดับมาก

6.2 งานวิจัยต่างประเทศ

ผลงานการวิจัยในต่างประเทศที่เกี่ยวกับการเรียนการสอนในรูปแบบของห้องเรียนเสมือน ได้มีการทำวิจัยกันอย่างกว้างขวาง โดยมีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

ฮิวเนอร์ส (Hueners. 2003: abstract) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการนำเทคโนโลยีของคอมพิวเตอร์มาเป็นองค์ประกอบในชั้นเรียน ซึ่งกำหนดรูปแบบวัตถุประสงค์ของรายวิชา วิธีการเกี่ยวกับการเรียนการสอน การเขียนของนักเรียนและการสื่อสาร องค์ประกอบของชั้นเรียนได้กำหนดเป็น 3 รูปแบบ คือ

1. รูปแบบการเรียนการสอนแบบปกติ
2. รูปแบบการเรียนการสอนที่จัดให้มีคอมพิวเตอร์
3. รูปแบบการเรียนการสอนแบบห้องเรียนเสมือน

ผลของการวิจัยได้แสดงว่าบทบาทของเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ในชั้นเรียนมีอิทธิพลต่อสภาพแวดล้อมในการสร้างเป้าหมายไม่แตกต่างกัน ตัวอย่างเช่น ผู้เรียนในชั้นเรียนปกติจะประสบความสำเร็จในการเรียนและการแก้ไขงานได้มากกว่าผู้เรียนในสภาพแวดล้อมด้วยคอมพิวเตอร์ แต่ความแตกต่างที่สำคัญของบทบาทเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ คือ การสื่อสาร ซึ่งอิเล็กทรอนิกส์การสื่อสารมีประโยชน์ในทางที่ช่วยส่งเสริมการแลกเปลี่ยนข้อมูลของผู้เรียน

การ์เนอร์ (Garner. 2004: abstract) ได้ทำการวิจัยเปรียบเทียบเรื่องการทัศนศึกษาทางกายภาพกับทัศนศึกษาเสมือนจริง ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนและเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 1 และชั้นปีที่ 2 ที่ไม่ได้เรียนวิทยาศาสตร์เป็นวิชาเอก จำนวน 67 คน โดยการสุ่มเข้ากลุ่มทดลอง 2 กลุ่ม กลุ่มทัศนศึกษาทางกายภาพ 32 คน และกลุ่มทัศนศึกษาเสมือนจริง 35 คน ก่อนการทดลองนักเรียนประเมินวัดผลก่อนเรียนทั้ง 2 กลุ่ม และนักเรียนทั้งหมดต้องไปฟังการบรรยายอย่างต่อเนื่อง 4 ครั้ง เกี่ยวกับนิเวศวิทยาปากแม่น้ำ Indian River Lagoon (IRL) ในห้องเรียนเป็นเวลา 75 นาที ซึ่งข้อมูลของการประเมินผลก่อนเรียนไม่มีความแตกต่างกันระหว่างกลุ่ม ผลการวิจัยจากการใช้ Mancova พบว่า ไม่มีความแตกต่างทางนัยสำคัญต่อปัจจัยการวิจัยทั้งหมดเช่น สมาชิกกลุ่ม รูปแบบการเรียนและปฏิสัมพันธ์ต่อรูปแบบการใช้กลุ่ม

การเรียนรู้ การวิเคราะห์ข้อมูลแสดงว่าไม่มีผลทางนัยสำคัญของสมาชิกกลุ่มต่อความสามารถตอบคำถามที่ระดับความแตกต่างของเทคนิคการแบ่งประเภทของบลูม ผลการวิจัยยังบอกเป็นนัยถึงนักการศึกษาว่าสามารถบูรณาการใช้ทัศนศึกษาเสมือนจริงนำมาสร้างในลักษณะเช่นเดียวกันกับการทัศนศึกษาทางกายภาพโดยไม่มีผลกระทบต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหรือเจตคติ

เมอร์เรย์ (Murray. 2004: abstract) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการสำรวจวิธีการเรียนแบบเคลื่อนไหวและความเป็นจริงเสมือนในสภาพแวดล้อมบนเว็บ งานวิจัยนี้ใช้รูปแบบการวิจัยเชิงปริมาณ (quantitative) และเชิงคุณภาพ (qualitative) ในการสำรวจสิ่งที่ชอบมากกว่าของรูปแบบการเรียนรู้ที่มีการเคลื่อนไหวกับผู้เรียนออนไลน์วิชาภาษาอังกฤษของชาวบราซิล จากการสำรวจโดยใช้กรณีศึกษาว่ารูปแบบการเคลื่อนไหวอะไรที่มีความหมายต่อเขาทั้งหลายและดีอย่างไรกับการสอนผ่านเว็บโดยการเลือกที่รูปแบบความเป็นจริงเสมือนจำลองความรู้สึกของกิจกรรมการเคลื่อนไหว ในความคิดของผู้เรียน ผลการวิจัยพบว่า รูปแบบการเรียนรู้แบบเคลื่อนไหวเป็นสิ่งที่ชอบมากเป็นอย่างยิ่งของผู้มีส่วนร่วมบนออนไลน์และรูปแบบการรับรู้แบบอื่นก็ชอบด้วยเหมือนกันแต่ก็เป็นบางส่วนเล็กน้อย ข้อเสนอการวิจัยว่าการออกแบบเครื่องมือเพื่อจำลองกิจกรรมการเคลื่อนไหวในการสอนผ่านเว็บเป็นประโยชน์กับผู้เรียนและได้เสนอแนะงานวิจัยครั้งต่อไปให้ทดสอบกับกลุ่มประชากรอื่นบ้าง

ไรเมอร์และโมเยอร์ (Reimer; & Moyer. 2005: Online) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการเรียนของนักเรียนเกรด 3 เรื่องเศษส่วน โดยใช้การจัดการเสมือนจริง (Virtual Manipulatives) วัตถุประสงค์ของการวิจัย คือ การสำรวจผลการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์การจัดการเสมือนจริงสำหรับการสอนในหน่วยการเรียนรู้เรื่องเศษส่วนของนักเรียนเกรด 3 การเก็บรวบรวมข้อมูลจากการวัดความรู้และทักษะการคิดคำนวณของนักเรียนก่อนและหลังเรียน การสัมภาษณ์นักเรียนและแบบสำรวจเจตคติของนักเรียน ผลการวิจัยพบว่ามีค่านัยสำคัญทางสถิติที่ดีขึ้นของคะแนนหลังการเรียนของนักเรียนทั้งจากแบบทดสอบวัดความรู้และทักษะกระบวนการ จากการสัมภาษณ์นักเรียนและแบบสำรวจเจตคติของนักเรียนพบว่าการจัดการเสมือนจริงช่วยให้นักเรียนเรียนรู้ได้ดีขึ้นในเรื่องเศษส่วน โดยการให้ผลโดยตรงและข้อมูลย้อนกลับโดยเฉพาะง่ายและเร็วขึ้นกว่าการใช้กระดาษและดินสอ มีความสนุกสนานมากขึ้นของนักเรียนในขณะที่เรียนคณิตศาสตร์

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

เฮอเก่า 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 ในระดับความรู้ที่นักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีความรู้ไม่แตกต่างกัน ในระดับความเข้าใจนักเรียนกลุ่มทดลองมีความเข้าใจสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และในระดับการนำไปประยุกต์ใช้สูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

จากการศึกษาวิจัยในประเทศและต่างประเทศที่เกี่ยวข้อง สามารถสรุปได้ว่าการเรียนการสอนโดยใช้สื่อเสมือนจริง ไม่ว่าจะเป็นห้องเรียนเสมือนจริง ห้องปฏิบัติการเสมือนจริง มหาวิทยาลัยเสมือน โดยส่วนใหญ่จะเห็นได้ว่าผู้เรียนมีผลการเรียนรู้หรือผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้น ผู้เรียนรู้จักที่จะเรียนรู้ด้วยตนเอง มีทักษะกระบวนการคิดที่ดีมากขึ้น ผู้เรียนมีความสนใจที่จะเรียน มีความพึงพอใจต่อสื่อเสมือนจริง และมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนมากขึ้น แสดงให้เห็นว่าสื่อเสมือนจริงมีประสิทธิภาพในการนำมาใช้ในด้านการศึกษา ไม่ว่าจะเป็นการเรียนการสอน และทางการศึกษาด้านอื่นๆ เพื่อพัฒนาผลการเรียนรู้ของผู้เรียนให้สูงขึ้นจึงเป็นอีกแนวทางหนึ่งของการวิจัยและพัฒนาทางการศึกษาที่ทำให้ผู้วิจัยสนใจทำการวิจัยในครั้งนี้

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัย เรื่อง การพัฒนาห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน เรื่องสมบัติของธาตุและสารประกอบ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เป็นการวิจัยเชิงพัฒนา (Research and Development) โดยมีวัตถุประสงค์ดังต่อไปนี้ 1) เพื่อพัฒนาห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน เรื่องสมบัติของธาตุและสารประกอบ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 2) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน เรื่องสมบัติของธาตุและสารประกอบ 3) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน เรื่องสมบัติของธาตุและสารประกอบ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยมีขั้นตอนการดำเนินการวิจัย ดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. ตัวแปรที่ศึกษา
3. ระเบียบวิธีการวิจัย
4. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
5. การสร้างและหาประสิทธิภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
6. วิธีดำเนินการวิจัยและเก็บรวบรวมข้อมูล
7. การวิเคราะห์ข้อมูล

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์) ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 โรงเรียนบ้านนา “นายกพิทยากร” จำนวน 2 ห้องเรียน รวมนักเรียน 90 คน

1.2 กลุ่มตัวอย่างที่ผู้วิจัยใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/2 (แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์) ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 โรงเรียนบ้านนา “นายกพิทยากร” 1 ห้องเรียน จำนวน 45 คน โดยวิธีการสุ่มอย่างง่าย (simple random sampling)

2. ตัวแปรที่ศึกษา

2.1 ตัวแปรอิสระ (Independent Variables) ได้แก่

2.1.1 การจัดการเรียนรู้ด้วยห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน เรื่องสมบัติของธาตุและสารประกอบ

2.2 ตัวแปรตาม (Dependent Variables) ได้แก่

2.2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี

2.2.2 ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน เรื่องสมบัติของธาตุและสารประกอบ

3. ระเบียบวิธีการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ เป็นการวิจัยเชิงพัฒนา (Research & Development) ผู้วิจัยได้กำหนดรูปแบบการวิจัยโดยใช้การวิจัยแบบ One-Group Pretest-Posttest Design (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2538: 249) คือการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนโดยมีการทดสอบก่อนเรียน (Pretest) จากนั้นให้นักเรียนเรียนด้วยห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน แล้วจึงทำแบบทดสอบหลังเรียน (Posttest) มีรูปแบบการวิจัยดังตาราง

ตารางที่ 7 แสดงแผนการทดลองแบบ One-Group Pretest-Posttest Design

กลุ่ม	ทดสอบก่อนเรียน	ทดลอง	ทดสอบหลังเรียน
RE	T ₁	X	T ₂

สัญลักษณ์ที่ใช้ในรูปแบบของการทดลองเพื่อสื่อความหมาย คือ

R	แทน	การกำหนดกลุ่มตัวอย่างการสุ่มอย่างง่าย (simple random sampling)
E	แทน	กลุ่มทดลอง (Experimental Group)
T ₁	แทน	การสอบก่อนทำการทดลอง (Pre-test)
T ₂	แทน	การสอบหลังทำการทดลอง (Post-test)
X	แทน	การจัดการเรียนรู้ด้วยห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน

4. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ ได้แก่

1. ห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน เรื่อง สมบัติของธาตุและสารประกอบ
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องสมบัติของธาตุและสารประกอบ
3. แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน เรื่องสมบัติของธาตุและสารประกอบ

5. การสร้างและหาประสิทธิภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การสร้างและหาประสิทธิภาพเครื่องมือในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยดำเนินการดังนี้

1. ห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน เรื่องสมบัติของธาตุและสารประกอบ

การพัฒนาห้องปฏิบัติการเคมีเสมือนเรื่อง ผู้วิจัยดำเนินการสร้าง และปรับปรุงคุณภาพของห้องปฏิบัติการเคมีเสมือนเรื่อง สมบัติของธาตุและสารประกอบ โดยวางแผนและกำหนดขั้นตอน ดังนี้

1.1 ค้นคว้าแนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน จากหนังสือ เอกสาร ตำรา งานวิจัย และวารสาร เพื่อเป็นแนวทางในการกำหนดเนื้อหา การกำหนดรูปแบบของการสร้างห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน เรื่องสมบัติของธาตุและสารประกอบ

1.2 กำหนดจุดมุ่งหมายในการพัฒนาห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน เรื่องสมบัติของธาตุและสารประกอบ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

1.3 ศึกษาสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นเนื้อหาวิชาเคมี เรื่อง สมบัติของธาตุและสารประกอบ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 โดยผู้วิจัยเลือกเนื้อหาในส่วนที่ควรมีกิจกรรมการทดลองในการเรียนการสอน 4 เรื่อง จากเนื้อหาทั้งหมดของเรื่องสมบัติของธาตุและสารประกอบ ซึ่งเป็นกิจกรรมการทดลองที่ค่อนข้างเกิดปฏิกิริยารุนแรง อาจทำให้เกิดอันตรายได้ จัดกิจกรรมการทดลองในห้องปฏิบัติการเคมีเสมือนซึ่งประกอบด้วย การทดลองที่ 1 ปฏิกิริยาของโซเดียมและแมกนีเซียมกับน้ำ การทดลองที่ 2 การละลายน้ำของสารประกอบของธาตุ หมู่ IA และหมู่ IIA การทดลองที่ 3 การศึกษาสมบัติของสารประกอบของโครเมียมและแมงกานีส และการทดลองที่ 4 การเตรียมสารประกอบเชิงซ้อนของทองแดง

1.4 ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับหลักการและวิธีการสร้างห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน จากเอกสารต่างๆ และคู่มือที่เกี่ยวข้องกับโปรแกรม Yenka Science (Chemistry) (บริษัท เอเชียนไอ.ที.จำกัด ม.ป.: 1-63) ซึ่งโปรแกรม Yenka Science (Chemistry) เป็นโปรแกรมที่กระทรวงศึกษาธิการได้สนับสนุนให้มีการจัดการอบรมเพื่อพัฒนาสื่อการเรียนการสอนในโรงเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา เพื่อนำมาใช้เป็นแนวทางในการออกแบบและพัฒนาห้องปฏิบัติการเคมีเสมือนเรื่องสมบัติของธาตุและสารประกอบ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

1.5 วางแผนและดำเนินการสร้างห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน ให้มีความเหมาะสมกับเนื้อหาและสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ เรื่องสมบัติของธาตุและสารประกอบ ที่กำหนดไว้ โดยห้องปฏิบัติการเคมีเสมือนเรื่องสมบัติของธาตุและสารประกอบ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นประกอบด้วย 3 ส่วนใหญ่ๆ คือ

ส่วนที่ 1 แลบบูปรณ์และสารเคมี เป็นแลบบูปรณ์และผู้วิจัยได้จัดเตรียมอุปกรณ์และสารเคมีที่จำเป็นต้องใช้ในการทำการทดลองเพื่อให้สอดคล้องกับเนื้อหาในเรื่องนั้นๆ และ เพื่อให้นักเรียนสามารถใช้อุปกรณ์และสารเคมีได้อย่างสะดวก โดยแลบบูปรณ์และสารเคมีที่ผู้วิจัยได้จัดเตรียมนั้นได้มาจากส่วนที่เป็นอุปกรณ์และสารเคมีที่มีในโปรแกรมเพื่อใช้ในการสร้างแบบจำลอง

ส่วนที่ 2 พื้นที่การทำงานหรือพื้นที่ทำการทดลอง เป็นพื้นที่ที่ให้นักเรียนสามารถทำการทดลอง พื้นที่การทำงานนี้จะสามารถนำอุปกรณ์มาวางเพื่อสร้างแบบจำลองได้ โดยนักเรียนสามารถนำอุปกรณ์และสารเคมีที่ต้องการทดลองมาทำการทดลองยังพื้นที่นี้ได้โดยการลากจากแลบบูปรณ์และสารเคมีที่ได้จัดเตรียมไว้มายังพื้นที่นี้ ซึ่งพื้นที่นี้จะมีการเกิดปฏิกิริยาของสารเคมีหรือมีการเกิดการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นระหว่างการทำการทดลอง

ส่วนที่ 3 พื้นที่ในการนำเสนอ เป็นส่วนที่ให้นักเรียนนำเสนอสิ่งต่างๆ ที่ผู้วิจัยต้องการสร้างให้สอดคล้องกับเนื้อหาในเรื่องนั้นๆ เช่น ข้อความ คำอธิบาย เป็นต้น

ห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน เรื่องสมบัติของธาตุและสารประกอบ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เป็นการจำลองการทดลองเสมือนจริงไว้ในเครื่องคอมพิวเตอร์ในลักษณะของโปรแกรมการทดลอง โดยนักเรียนจะทำการทดลองผ่านห้องปฏิบัติการเคมีเสมือนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น นักเรียนจะต้องควบคุมการทดลองด้วยตนเองโดยการนำเมาส์ไปคลิก เครื่องมือ สารเคมี และอุปกรณ์ต่างๆ ที่ปรากฏบนหน้าจอคอมพิวเตอร์ ตามคำอธิบายที่มีให้ นอกจากนี้ยังสามารถทราบผลการปฏิบัติการได้ทันที

1.6 นำห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน เรื่องสมบัติของธาตุและสารประกอบ ที่สร้างขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา และด้านเทคโนโลยีการศึกษา จำนวนด้านละ 3 ท่าน เพื่อประเมินและตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสม

โดยกำหนดรูปแบบการประเมินคุณภาพ ห้องปฏิบัติการเคมีเสมือนเรื่อง สมบัติของธาตุและสารประกอบเป็นแบบปลายปิดมีลักษณะการตอบแบบมาตราส่วนประเมินค่า (Rating Scale) 5 ระดับ และแบบสอบถามปลายเปิดเพื่อสอบถามความคิดเห็นต่างๆ

- 5 หมายถึง คุณภาพของห้องปฏิบัติการเคมีเสมือนอยู่ในระดับความเหมาะสมมากที่สุด
- 4 หมายถึง คุณภาพของห้องปฏิบัติการเคมีเสมือนอยู่ในระดับความเหมาะสมมาก
- 3 หมายถึง คุณภาพของห้องปฏิบัติการเคมีเสมือนอยู่ในระดับความเหมาะสมปานกลาง
- 2 หมายถึง คุณภาพของห้องปฏิบัติการเคมีเสมือนอยู่ในระดับความเหมาะสมน้อย
- 1 หมายถึง คุณภาพของห้องปฏิบัติการเคมีเสมือนอยู่ในระดับความเหมาะสมน้อยที่สุด

โดยผู้วิจัยกำหนดเกณฑ์แปลความหมายไว้ดังนี้

คะแนนเฉลี่ย	4.50 – 5.00	หมายความว่า เหมาะสมมากที่สุด
คะแนนเฉลี่ย	3.50 – 4.49	หมายความว่า เหมาะสมมาก
คะแนนเฉลี่ย	2.50 – 3.49	หมายความว่า เหมาะสมปานกลาง
คะแนนเฉลี่ย	1.50 – 2.49	หมายความว่า เหมาะสมน้อย
คะแนนเฉลี่ย	1.00 – 1.49	หมายความว่า เหมาะสมน้อยที่สุด

ผลการประเมินคุณภาพห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน เรื่องสมบัติของธาตุและสารประกอบ โดยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา พบว่าอยู่ในเกณฑ์ เหมาะสมมาก ($\bar{x} = 4.38$, S.D. = 0.36) (รายละเอียดในภาคผนวก ง หน้า 100) และผลการประเมินคุณภาพห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน เรื่องสมบัติของธาตุและสารประกอบ โดยผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีการศึกษา พบว่าอยู่ในเกณฑ์ เหมาะสมมาก ($\bar{x} = 4.63$, S.D. = 0.36) (รายละเอียดในภาคผนวก ง หน้า 94)

นอกจากนี้ผู้เชี่ยวชาญได้ให้ข้อเสนอแนะ เพื่อนำมาปรับปรุงห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน เรื่องสมบัติของธาตุและสารประกอบ ให้มีความเหมาะสมมากยิ่งขึ้น ดังแสดงในตารางที่ 6

ตารางที่ 8 แสดงข้อบกพร่องของห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน เรื่องสมบัติของธาตุและสารประกอบ ตามคำแนะนำและข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

ข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญ	การแก้ไข
1. การจัดกิจกรรมไม่มีความหลากหลายนักเรียนไม่ได้ฝึกทักษะการคิด เนื่องจากทำการทดลองตามใบกิจกรรมเพียงอย่างเดียว	1. จัดกิจกรรมให้มีความหลากหลายเพื่อให้นักเรียนได้ฝึกทักษะการคิดและเกิดความสนุกสนานในการเรียน มากกว่าการให้นักเรียนทำการทดลองตามใบกิจกรรมเพียงอย่างเดียว เช่น การจัดกิจกรรมสถานการณ์จำลองให้นักเรียนออกแบบการทดลองด้วยตนเอง
2. สีของตัวอักษรและพื้นหลังของตัวอักษรบางจุดไม่ชัดเจน	2. แก้ไขสีตัวอักษรและพื้นหลังของตัวอักษรให้มีความเหมาะสมและชัดเจนขึ้น
3. ขนาดของตัวอักษรบางจุดยังไม่เหมาะสม	3. แก้ไขโดยการปรับขนาดตัวอักษรให้มีความเหมาะสม

เมื่อปรับปรุงแก้ไข ห้องปฏิบัติการเคมีเสมือนเรื่อง สมบัติของธาตุและสารประกอบ ตามคำแนะนำและข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญแล้วจึงนำมาหาประสิทธิภาพของห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน เรื่องสมบัติของธาตุและสารประกอบ

1.7 ทดลองแบบรายบุคคลหรือแบบเดี่ยว (One – to - One Try Out) โดยนำห้องปฏิบัติการเคมีเสมือนเรื่อง สมบัติของธาตุและสารประกอบ ไปทดลองสอนเป็นรายบุคคลกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างและยังไม่เคยเรียนเนื้อหาที่ผ่านมา ก่อน จำนวน 3 คน

โดยคัดเลือกนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สูง กลาง และต่ำอย่างละ 1 คน (พิจารณาจากเกรดเฉลี่ยวิชาพื้นฐานเคมี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558) เพื่อตรวจดูความชัดเจนของภาษาที่ใช้ ความยากง่ายของการทดลอง เวลาที่ใช้ในการเรียน ความคล่องตัวในการใช้ห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน และลำดับขั้นตอนการทำงานของห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน ให้มีความเหมาะสมก่อนที่จะนำไปใช้ในการวิจัย โดยกำหนดให้ผู้เรียน 1 คนนั่งประจำเครื่องคอมพิวเตอร์ 1 เครื่อง หลังจากนั้นผู้วิจัยแจ้งจุดประสงค์ในการทดลองครั้งนี้ พร้อมทั้งอธิบายวิธีการจัดการเรียนรู้ด้วยห้องปฏิบัติการเคมีเสมือนให้กับผู้เรียนได้รับทราบหลังจากนั้นให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน (Pretest) และทำกิจกรรมการทดลองด้วยห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน เรื่องสมบัติของธาตุและสารประกอบ ซึ่งผู้เรียนจะต้องทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียนในขณะที่เรียนเนื้อหาในแต่ละการทดลองจนครบทุกการทดลอง หลังจากนั้นผู้เรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียน (Posttest) แล้วนำผลคะแนนที่ได้จากการทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียนและจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียนมาคำนวณหาประสิทธิภาพของห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน ตามเกณฑ์ 80/80 ซึ่งได้เท่ากับ 86.67/83.33 ได้ผลดังรายละเอียดในตารางที่ 9

ตารางที่ 9 แสดงผลการหาประสิทธิภาพ ของประสิทธิภาพของห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน เรื่องสมบัติของธาตุและสารประกอบ ตามเกณฑ์ 80/80 กับนักเรียนรายบุคคล (One - to - One Try Out)

ประสิทธิภาพ	จำนวนนักเรียน	คะแนนเต็ม	\bar{x}	S.D.	ประสิทธิภาพของห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน
กระบวนการ (E ₁)	3	20	17.33	1.15	86.67
ผลลัพธ์ (E ₂)	3	20	16.67	1.15	83.33

นอกจากนี้ ผู้วิจัยได้สัมภาษณ์และสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนทั้ง 3 คน ขณะทำกิจกรรมการทดลองด้วยห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน เพื่อนำข้อมูลมาปรับปรุงแก้ไขห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน จากการสัมภาษณ์และสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนขณะทำกิจกรรมการทดลองด้วยห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน เรื่องสมบัติของธาตุและสารประกอบ พบว่านักเรียนยังสับสนกับการใช้งานห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน เนื่องจากนักเรียนยังไม่ค่อยรู้จักอุปกรณ์การทดลองและสารเคมี แต่เมื่อผ่านไป 1 การทดลอง นักเรียนสามารถใช้งานห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน ได้คล่องมากขึ้น จากข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นจากการทดลองแบบเดี่ยว ผู้วิจัยจึงได้ทำการปรับปรุงแก้ไขเพื่อนำไปทดลองกับนักเรียนแบบกลุ่มย่อย (Small Group Try Out) ต่อไป

1.8 การทดลองแบบกลุ่มย่อย (Small Group Try Out) นำห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน เรื่องสมบัติของธาตุและสารประกอบ ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปทดลองสอนกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 9 คนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง และยังไม่เคยเรียนเนื้อหานี้มาก่อน โดยการสุ่มอย่างง่าย คัดเลือกนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สูง กลาง และต่ำ กลุ่มละ 3 คน (พิจารณาจากเกรดเฉลี่ยวิชาพื้นฐานเคมี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558) เพื่อหาประสิทธิภาพ 80/80 ปรับปรุงและหาข้อบกพร่อง โดยกำหนดให้ผู้เรียน 1 คนนั่งประจำเครื่องคอมพิวเตอร์ 1 เครื่อง หลังจากนั้นผู้วิจัยแจ้งจุดประสงค์ในการทดลองครั้งนี้ พร้อมทั้งอธิบายวิธีการจัดการเรียนรู้ด้วยห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน ให้กับผู้เรียนได้รับทราบหลังจากนั้นให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน (Pretest) และทำกิจกรรมการทดลองด้วยห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน เรื่องสมบัติของธาตุและสารประกอบ ซึ่งผู้เรียนจะต้องทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียนในขณะที่เรียนเนื้อหาในแต่ละการทดลองจนครบทุกการทดลอง หลังจากนั้นผู้เรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียน (Posttest) แล้วนำผลคะแนนที่ได้จากการทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียนและจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียนมาคำนวณหาประสิทธิภาพของห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน ตามเกณฑ์ 80/80 ซึ่งได้เท่ากับ 84.44/82.78 แสดงว่าห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ดังรายละเอียดในตารางที่ 10

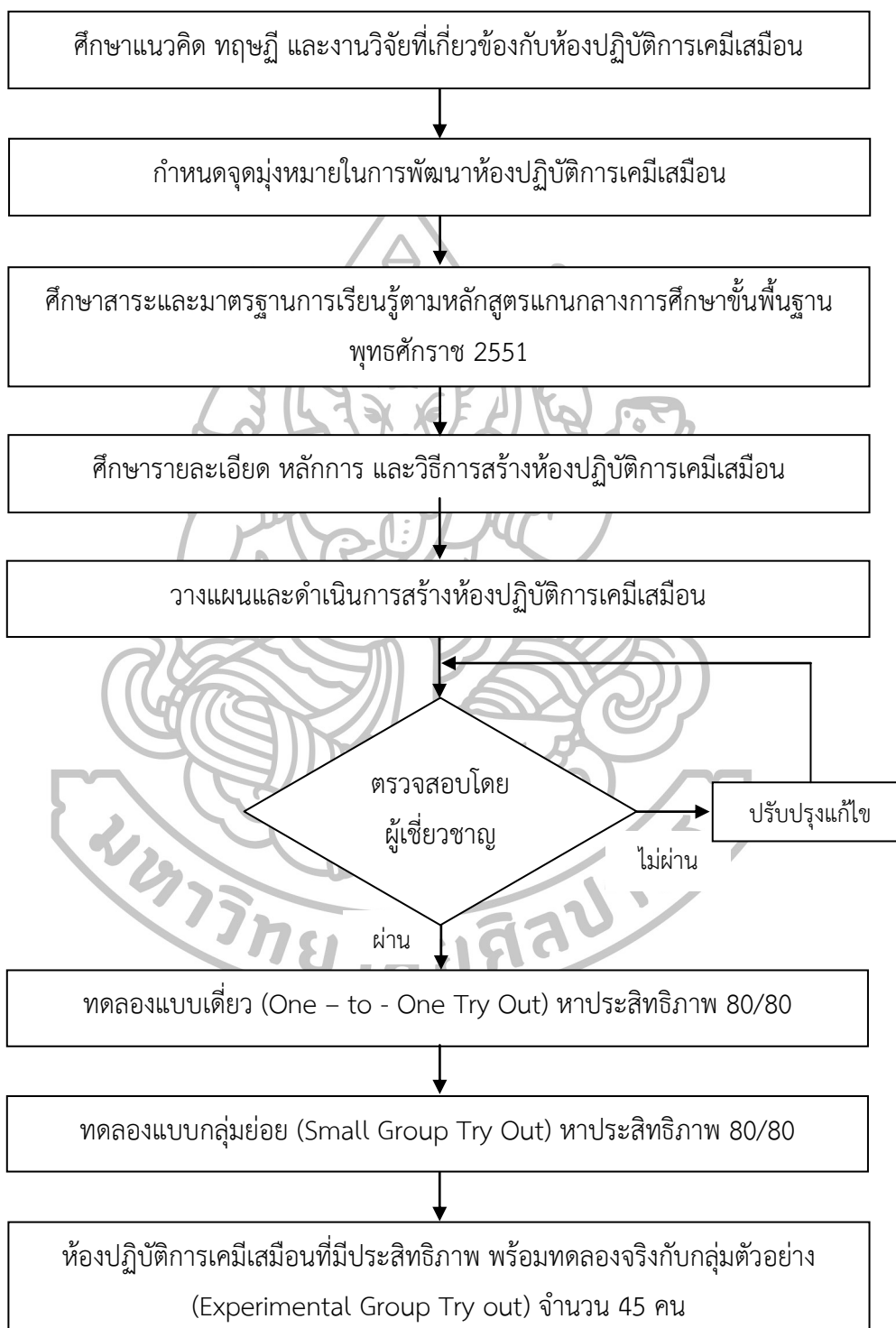
ตารางที่ 10 แสดงผลการหาประสิทธิภาพ ของประสิทธิภาพของห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน เรื่องสมบัติของธาตุและสารประกอบ ตามเกณฑ์ 80/80 กับนักเรียนแบบกลุ่มย่อย (Small Group Try Out)

ประสิทธิภาพ	จำนวนนักเรียน	คะแนนเต็ม	\bar{x}	S.D.	ประสิทธิภาพของห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน
กระบวนการ (E_1)	9	20	16.89	1.27	84.44
ผลลัพธ์ (E_2)	9	20	16.56	1.59	82.78

ในการทดลองแบบกลุ่มย่อยผู้วิจัยได้สัมภาษณ์และสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนทั้ง 9 คน ขณะทำกิจกรรมการทดลองด้วยห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน พบว่ามีข้อบกพร่องที่สังเกตได้ และมีข้อเสนอแนะของนักเรียน เช่น ควรเพิ่มข้อความใต้ภาพอุปกรณ์การทดลองให้ชัดเจนขึ้น ผู้วิจัยได้ปรับปรุงแก้ไขและนำไปทดลองกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง (Experimental Group Try out)

1.9 การทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง (Experimental Group Try out) นำห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน เรื่องสมบัติของธาตุและสารประกอบ ที่ปรับปรุงแก้ไขครั้งสุดท้ายไปทดลองสอนกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 45 คน ต่อไป

การสร้างห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน เรื่องสมบัติของธาตุและสารประกอบ ดังแผนภาพ
ที่ 2 ดังนี้



แผนภาพที่ 2 แสดงขั้นตอนการสร้างห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน เรื่อง สมบัติของธาตุและสารประกอบ

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียน วิชาเคมี เรื่องสมบัติของธาตุและสารประกอบ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งเป็นแบบทดสอบชุดเดียวกัน แต่สลับข้อ จำนวน 20 ข้อ โดยดำเนินการสร้างตามขั้นตอนดังนี้

2.1 ศึกษาแนวทางการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จากแนวทางการวัดและประเมินผลการเรียนตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และเอกสารที่เกี่ยวข้อง

2.2 ศึกษาจุดประสงค์ของหลักสูตร วิเคราะห์ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง ศึกษาเนื้อหาที่ใช้ในการสร้างห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน แล้วสร้างแบบทดสอบแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ (Multiple choices) 4 ตัวเลือกจำนวน 40 ข้อ

2.3 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิชาเคมี 3 ท่าน ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) นำมาหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Item Objective Congruence: IOC) โดยใช้เกณฑ์การประเมินดังนี้

- +1 แน่ใจว่าข้อสอบนั้นสอดคล้องกับจุดประสงค์
- 0 ไม่แน่ใจว่าข้อสอบนั้นสอดคล้องกับจุดประสงค์
- 1 แน่ใจว่าข้อสอบนั้นไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์

เลือกแบบทดสอบ ที่มีค่าความสอดคล้องตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไปไว้ใช้ในแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและปรับปรุงแก้ไขข้อคำถามที่ยังไม่สมบูรณ์ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ โดยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนี้มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไปจำนวน 32 ข้อ (รายละเอียดในภาคผนวก ค หน้า 85)

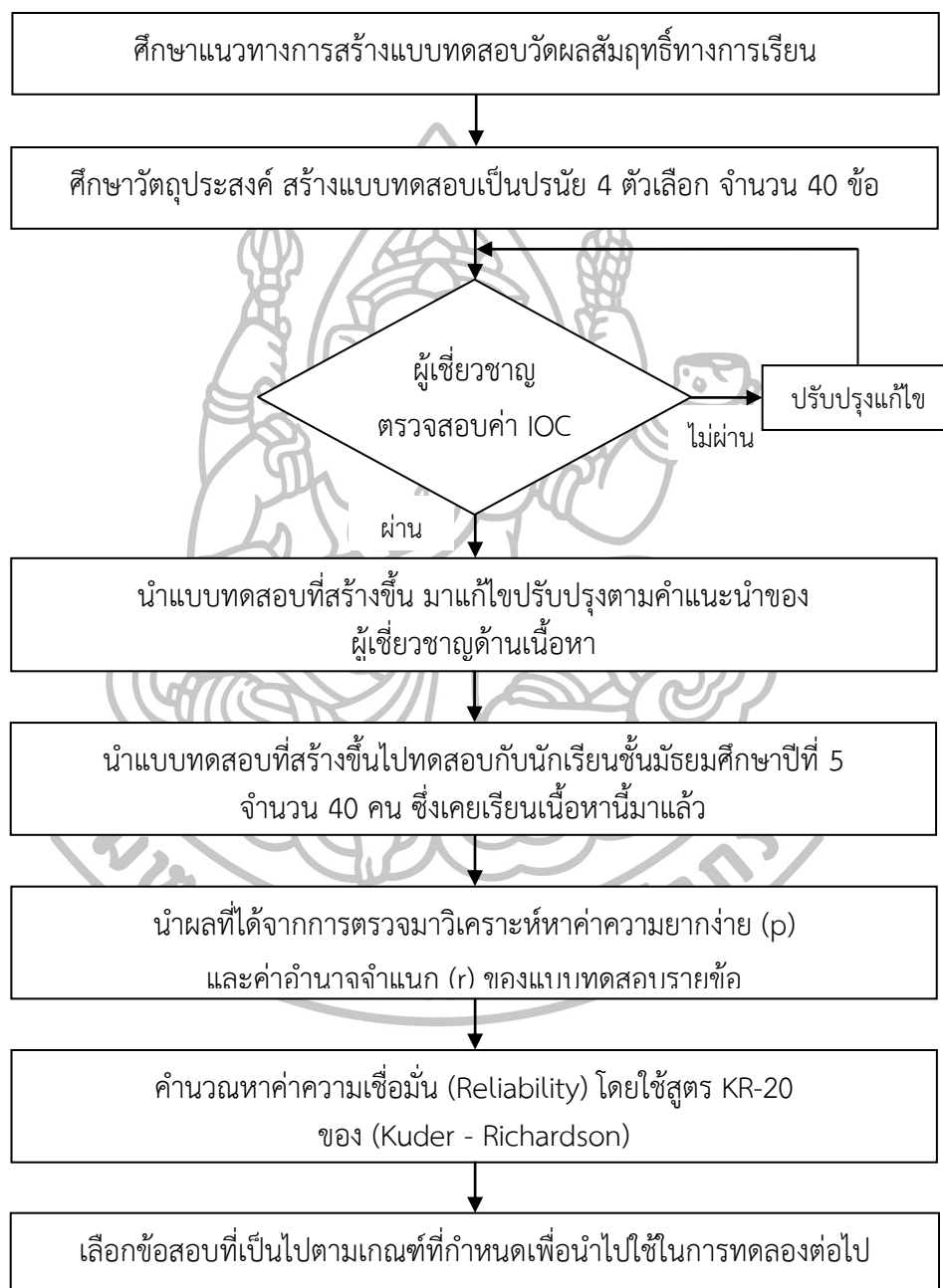
2.4 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผ่านการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องเรียบร้อยแล้ว ไปใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เคยเรียนวิชาเคมี เรื่องสมบัติของธาตุและสารประกอบ มาแล้วทั้งหมด 40 คน เพื่อนำมาวิเคราะห์หาคุณภาพของแบบทดสอบ

2.5 นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ความยากง่ายของข้อสอบ (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบเป็นรายข้อโดยใช้เกณฑ์ความยากง่าย (p) ที่มีค่าระหว่าง 0.20 - 0.80 และค่าอำนาจจำแนก (r) ที่มีค่า 0.20 ขึ้นไป โดยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์นี้มีค่าความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง 0.43 ถึง 0.80 และมีค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.20 ถึง 0.55 (รายละเอียดในภาคผนวก ค หน้า 89)

2.6 นำคะแนนมาตรวจสอบหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบโดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์ และริชาร์ดสัน (Kuder - Richardson) ซึ่งแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์นี้มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.71 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ค หน้า 91)

2.7 ได้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดได้จำนวน 28 ข้อ และคัดเลือกให้เหลือจำนวน 20 ข้อ อีกครั้งเพื่อนำไปใช้ในการทดลองจริงกับกลุ่มตัวอย่าง

การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดังแผนภาพที่ 3 ดังนี้



แผนภาพที่ 3 แสดงขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3. แบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อการเรียนด้วยห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน

การสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อการเรียนด้วยห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน ดำเนินการโดยศึกษาหลักการและเอกสารต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับแบบสอบถามความพึงพอใจ ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

3.1 ศึกษาหลักการสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจจากเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวัดและประเมินผล

3.2 กำหนดรูปแบบของแบบสอบถามความพึงพอใจ เป็นแบบมาตราส่วนประเมินค่า (Rating Scale) 5 ระดับ โดยมีระดับมาตราส่วนประเมินค่าดังนี้

ระดับ	5	หมายถึง	มากที่สุด
ระดับ	4	หมายถึง	มาก
ระดับ	3	หมายถึง	ปานกลาง
ระดับ	2	หมายถึง	น้อย
ระดับ	1	หมายถึง	น้อยที่สุด

สำหรับการให้ความหมายของค่าที่วัด ได้กำหนดเกณฑ์ที่ใช้ในการให้ความหมาย โดยใช้แนวคิดของลิเคิร์ต (Likert Scale) ซึ่งให้ความหมายของค่าคะแนนเฉลี่ยเป็น 5 ระดับ ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด. 2545: 103)

คะแนนเฉลี่ย	4.50 – 5.00	หมายถึง	พึงพอใจมากที่สุด
คะแนนเฉลี่ย	3.50 – 4.49	หมายถึง	พึงพอใจมาก
คะแนนเฉลี่ย	2.50 – 3.49	หมายถึง	พึงพอใจปานกลาง
คะแนนเฉลี่ย	1.50 – 2.49	หมายถึง	พึงพอใจน้อย
คะแนนเฉลี่ย	1.00 – 1.49	หมายถึง	พึงพอใจน้อยที่สุด

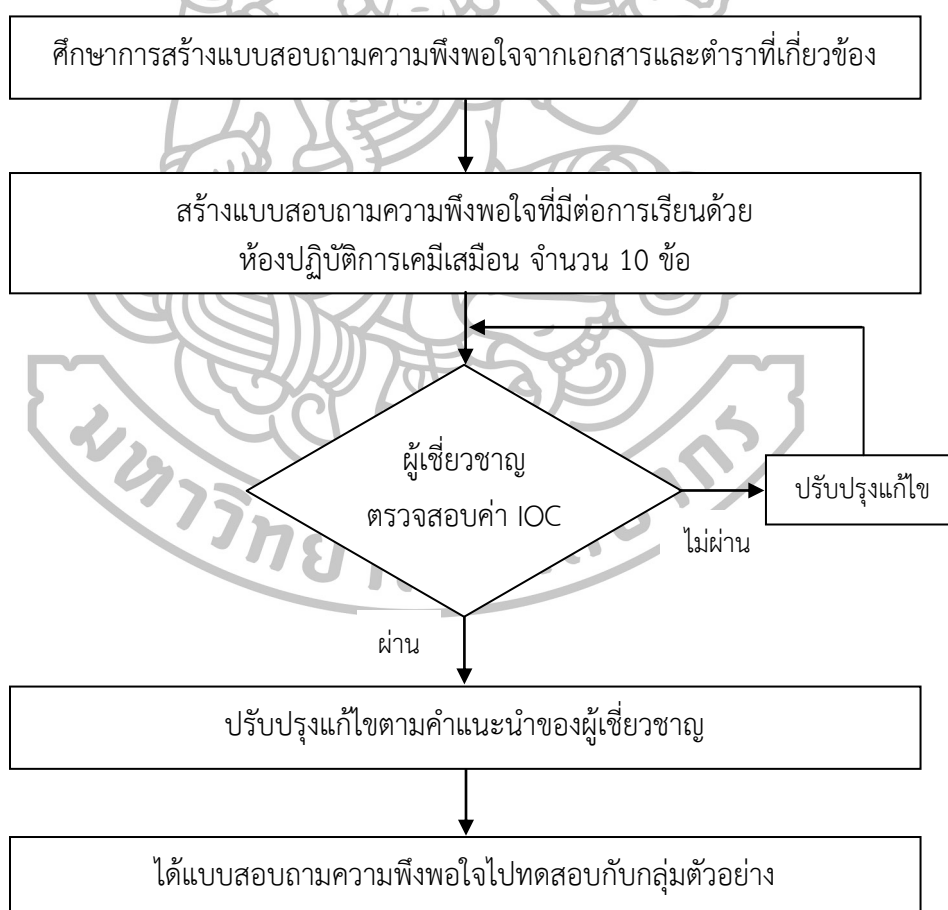
3.3 นำแบบสอบถามความพึงพอใจที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) นำมาหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Item Objective Congruence: IOC) โดยผู้เชี่ยวชาญพิจารณาดังนี้

- +1 หมายถึง แนใจว่ารายการพิจารณาข้อคำถามแต่ละข้อสอดคล้องกับเนื้อหา
- 0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่ารายการพิจารณาข้อคำถามแต่ละข้อสอดคล้องกับเนื้อหา
- 1 หมายถึง แนใจว่ารายการพิจารณาข้อคำถามแต่ละข้อไม่สอดคล้องกับเนื้อหา

3.4 นำข้อมูลที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยของข้อคำถาม โดยคัดเลือกข้อคำถามที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไปไว้ใช้ในแบบสอบถามความพึงพอใจและปรับปรุงแก้ไขข้อคำถามที่ยังไม่สมบูรณ์ตามคำแนะนำผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ โดยแบบสอบถามความพึงพอใจนี้มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ต่ำสุด 0.67 และสูงสุด 1.00 (รายละเอียดในภาคผนวก ค หน้า 84)

3.5 นำแบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อการเรียนด้วยห้องปฏิบัติการเคมีเสมือนเรื่องสมบัติของธาตุและสารประกอบ ที่ได้ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำและข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญแล้ว ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

การสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อการเรียนด้วยห้องปฏิบัติการเคมีเสมือนดังแผนภาพที่ 4 ดังนี้



แผนภาพที่ 4 แสดงขั้นตอนการสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อการเรียนด้วยห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน

6. วิธีดำเนินการวิจัยและเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล โดยมีลำดับขั้นตอน ดังนี้

6.1 ชั้นเตรียมการ

6.1.1 นำหนังสือราชการจากบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร ไปยังผู้อำนวยการโรงเรียนบ้านนา “นายกพิทยากร” จังหวัดนครนายก เพื่อขออนุญาตและขอความร่วมมือในการทดลองและเก็บข้อมูลกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558

6.1.2 ผู้วิจัยติดต่อประสานงานเจ้าหน้าที่ ผู้ดูแลห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ เพื่อเตรียมสถานที่ กำหนดวันและเวลาที่ใช้ในการทดลอง

6.1.3 เตรียมสถานที่และอุปกรณ์ โดยผู้วิจัยจะทำการลงโปรแกรม Yenka Science (Chemistry) และห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน เรื่อง สมบัติของธาตุและสารประกอบ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นในเครื่องคอมพิวเตอร์ของห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์โรงเรียนบ้านนา “นายกพิทยากร” จำนวน 45 เครื่อง โดยจัดให้นักเรียน 1 คน ต่อเครื่องคอมพิวเตอร์ 1 เครื่อง

6.2 ชั้นดำเนินการทดลอง

6.2.1 จัดเตรียมนักเรียนให้นั่งประจำเครื่องคอมพิวเตอร์นักเรียน 1 คน ต่อ 1 เครื่อง

6.2.2 ผู้วิจัยดำเนินการชี้แจงจุดประสงค์การเรียนรู้ อธิบายขั้นตอน และแนะนำวิธีการใช้ห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน เรื่องสมบัติของธาตุและสารประกอบ

6.2.3 เก็บข้อมูลก่อนทำการทดลอง โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนเรื่องสมบัติของธาตุและสารประกอบ

6.2.4 ดำเนินการจัดการเรียนรู้ด้วยห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน เรื่องสมบัติของธาตุและสารประกอบ โดยใช้เวลาในการทดลอง 1 เรื่องการทดลอง ต่อ 1 คาบ คาบละ 50 นาที เป็นระยะเวลา 2 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 คาบ รวมจำนวน 6 คาบและให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดระหว่างทำกิจกรรมการทดลอง 1 คนต่อ 1 ชุด

6.2.5 เก็บข้อมูลหลังทำการทดลอง เมื่อนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน เรื่องสมบัติของธาตุและสารประกอบ ครบทุกการทดลองแล้ว ให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน

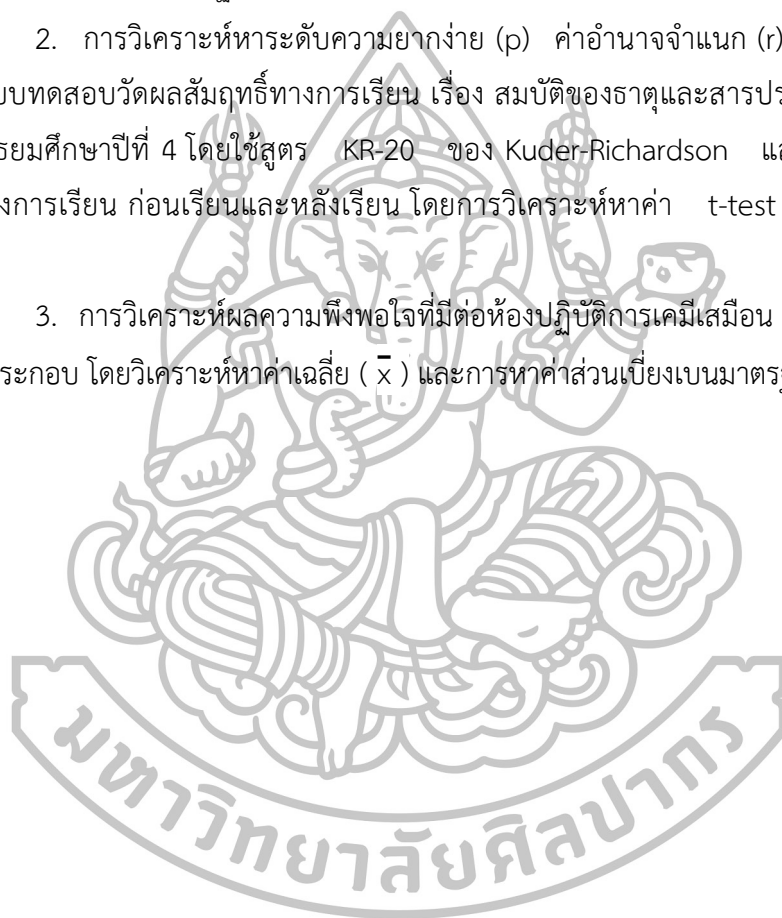
6.2.6 ให้นักเรียนทำแบบประเมินความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน เรื่อง สมบัติของธาตุและสารประกอบ

6.2.7 นำผลที่ได้ไปวิเคราะห์ทางสถิติต่อไป

7. การวิเคราะห์ข้อมูล

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์และประเมินผลการทดลองของการวิจัย เรื่อง การพัฒนาห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน เรื่องสมบัติของธาตุและสารประกอบ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ดังนี้

1. ประเมินความเหมาะสมของห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน โดยการวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย (\bar{x}), ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)
2. การวิเคราะห์หาระดับความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สมบัติของธาตุและสารประกอบ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้สูตร KR-20 ของ Kuder-Richardson และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการวิเคราะห์หาค่า t-test Dependent Samples
3. การวิเคราะห์ผลความพึงพอใจที่มีต่อห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน เรื่องสมบัติของธาตุและสารประกอบ โดยวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย (\bar{x}) และการหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)



บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลที่ศึกษาในการวิจัย เรื่อง การพัฒนาห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน เรื่องสมบัติของธาตุและสารประกอบ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับ ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการหาประสิทธิภาพของห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน เรื่องสมบัติของธาตุและสารประกอบ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน เรื่องสมบัติของธาตุและสารประกอบ

ตอนที่ 3 ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน เรื่องสมบัติของธาตุและสารประกอบ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

สำหรับรายละเอียดผลการวิเคราะห์ข้อมูลในแต่ละขั้นตอนมีดังนี้



ตอนที่ 1 ผลการหาประสิทธิภาพของห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน เรื่องสมบัติของธาตุและสารประกอบ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

จากการนำห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน เรื่องสมบัติของธาตุและสารประกอบ ที่ได้รับการปรับปรุงในครั้งที่ 2 ไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 45 คน โดยให้นักเรียน 1 คน ต่อคอมพิวเตอร์ 1 เครื่อง ซึ่งผู้เรียนจะต้องทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียนหลังจากเรียนจบเนื้อหาในแต่ละการทดลองและเมื่อเรียนจบทุกการทดลองแล้วผู้เรียนทุกคนจะต้องทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียน จากนั้นนำผลคะแนนที่ได้จากการทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียนและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียนที่ได้ มาคำนวณหาประสิทธิภาพห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน ตามเกณฑ์ 80/80 ได้ผลดังนี้

ตารางที่ 11 แสดงผลการหาประสิทธิภาพ ของประสิทธิภาพของห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน เรื่องสมบัติของธาตุและสารประกอบ ตามเกณฑ์ 80/80 ของกลุ่มตัวอย่าง (Experimental Group Try out)

ประสิทธิภาพ	จำนวนนักเรียน	คะแนนเต็ม	\bar{x}	S.D.	ประสิทธิภาพของห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน
กระบวนการ (E_1)	45	20	16.84	1.22	84.22
ผลลัพธ์ (E_2)	45	20	16.27	1.50	81.33

จากตารางที่ 11 ประสิทธิภาพของห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน เรื่องสมบัติของธาตุและสารประกอบ ที่ผ่านการทดลองหาประสิทธิภาพพบว่า ร้อยละของค่าคะแนนเฉลี่ยของคะแนนการทดลองระหว่างเรียน มีค่าเท่ากับ 84.22 และร้อยละของค่าคะแนนเฉลี่ยของคะแนนทดสอบหลังเรียน มีค่าเท่ากับ 81.33 ประสิทธิภาพของห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน เรื่องสมบัติของธาตุและสารประกอบ มีค่าเท่ากับ 84.22/81.33 เมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์ 80/80 พบว่าห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน เรื่องสมบัติของธาตุและสารประกอบ ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด

ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน เรื่องสมบัติของธาตุและสารประกอบ

การวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน เรื่องสมบัติของธาตุและสารประกอบ ผู้วิจัยได้ให้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 45 คน ทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียน ด้วยห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน เรื่องสมบัติของธาตุและสารประกอบ มีรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 12 แสดงผลการวิเคราะห์การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน เรื่องสมบัติของธาตุและสารประกอบ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

การทดสอบ	นักเรียน (N)	คะแนนเต็ม	\bar{x}	S.D.	t-test
ก่อนเรียน	45	20	8.22	2.25	22.73*
หลังเรียน	45	20	16.27	1.50	

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตารางที่ 12 พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน เรื่องสมบัติของธาตุและสารประกอบ เฉลี่ยก่อนเรียนมีค่าเท่ากับ 8.22 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 2.25 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน เรื่อง สมบัติของธาตุและสารประกอบ เฉลี่ยหลังเรียนมีค่าเท่ากับ 16.27 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 1.50 โดยคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตอนที่ 3 ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน เรื่องสมบัติของธาตุและสารประกอบ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน เรื่องสมบัติของธาตุและสารประกอบ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 45 คน ดังรายละเอียดในตารางที่ 13

ตารางที่ 13 แสดงผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน เรื่องสมบัติของธาตุและสารประกอบ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

รายการ	\bar{x}	S.D.	แปลผล	ลำดับที่
1. ห้องปฏิบัติการเคมีเสมือนช่วยเตรียมความพร้อมให้นักเรียนก่อนทำการทดลองจริง	4.53	0.73	มากที่สุด	1
2. ห้องปฏิบัติการเคมีเสมือนช่วยให้นักเรียนสามารถทำความเข้าใจเนื้อหา ทฤษฎีเกี่ยวกับการทดลองได้ด้วยตนเอง	3.91	0.85	มาก	7
3. ห้องปฏิบัติการเคมีเสมือนสามารถย้อนกลับไปศึกษาในหัวข้อที่ไม่เข้าใจได้ตลอดตามความต้องการของนักเรียน	4.51	0.79	มากที่สุด	2
4. ห้องปฏิบัติการเคมีเสมือนให้ความรู้ที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันของนักเรียนได้	3.87	0.63	มาก	8
5. ห้องปฏิบัติการเคมีเสมือนมีภาพเคลื่อนไหวช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับปฏิกิริยาเคมีของธาตุและสารประกอบมากขึ้น	4.07	0.62	มาก	5
6. ห้องปฏิบัติการเคมีเสมือนกระตุ้นให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นที่จะเรียนรู้วิชาเคมีมากขึ้น	4.07	0.58	มาก	5
7. ห้องปฏิบัติการเคมีเสมือนช่วยให้นักเรียนสนุกสนานเพราะสามารถเลือกศึกษาและทบทวนความรู้ได้ด้วยตนเองตามความสามารถ	4.49	0.76	มาก	3

ตารางที่ 13 แสดงผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน เรื่องสมบัติของธาตุและสารประกอบ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (ต่อ)

รายการ	\bar{x}	S.D.	แปลผล	ลำดับที่
8. ห้องปฏิบัติการเคมีเสมือนช่วยเสริมสร้างการเรียนรู้ด้วยการคิดอย่างเป็นระบบและความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน	4.07	0.58	มาก	5
9. ห้องปฏิบัติการเคมีเสมือนมีความเหมาะสมกับวัยของนักเรียน	4.09	0.67	มาก	4
10. ห้องปฏิบัติการเคมีเสมือนใช้งานง่ายไม่ซับซ้อน สะดวกต่อการเรียนรู้ของนักเรียน	3.96	0.88	มาก	6
เฉลี่ยรวม	4.16	0.71	มาก	

จากตารางที่ 13 ผลการวิเคราะห์ ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน เรื่องสมบัติของธาตุและสารประกอบ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีความพึงพอใจต่อห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน เรื่องสมบัติของธาตุและสารประกอบในระดับมาก ($\bar{x} = 4.16$, S.D. = 0.71) ซึ่งมีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 3.87 ถึง 4.53 โดยเรียงลำดับจากมากไปน้อย ได้แก่ ลำดับที่ 1 ห้องปฏิบัติการเคมีเสมือนช่วยเตรียมความพร้อมให้นักเรียนก่อนทำการทดลองจริง ($\bar{x} = 4.53$, S.D. = 0.73) ลำดับที่ 2 ห้องปฏิบัติการเคมีเสมือนสามารถย้อนกลับไปศึกษาในหัวข้อที่ไม่เข้าใจได้ตลอดตามความต้องการของนักเรียน ($\bar{x} = 4.51$, S.D. = 0.79) ลำดับที่ 3 ห้องปฏิบัติการเคมีเสมือนช่วยให้นักเรียนสนุกสนานเพราะสามารถเลือกศึกษาและทบทวนความรู้ได้ด้วยตนเองตามความสามารถ ($\bar{x} = 4.49$, S.D. = 0.76) และลำดับสุดท้ายห้องปฏิบัติการเคมีเสมือนให้ความรู้ที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันของนักเรียนได้ ($\bar{x} = 3.87$, S.D. = 0.63)

ดังนั้นสรุปได้ว่า นักเรียนมีความพึงพอใจต่อห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน เรื่องสมบัติของธาตุและสารประกอบ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในระดับมาก ($\bar{x} = 4.16$, S.D. = 0.71)

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่องการพัฒนาห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน เรื่องสมบัติของธาตุและสารประกอบ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เป็นการวิจัยเชิงพัฒนา (Research and Development) มีรายละเอียดดังนี้

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อพัฒนาห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน เรื่องสมบัติของธาตุและสารประกอบ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องสมบัติของธาตุและสารประกอบ ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน
3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน เรื่องสมบัติของธาตุและสารประกอบ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

สมมติฐานในการวิจัย

1. ห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน เรื่องสมบัติของธาตุและสารประกอบ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน เรื่องสมบัติของธาตุและสารประกอบ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สูงกว่าก่อนเรียน

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากร

1.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์) ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 โรงเรียนบ้านนา “นายกพิทยากร” จำนวน 2 ห้องเรียน รวมนักเรียน 90 คน

2. กลุ่มตัวอย่าง

1.2 กลุ่มตัวอย่างที่ผู้วิจัยใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์) ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 โรงเรียนบ้านนา “นายกพิทยากร” 1 ห้องเรียน จำนวน 45 คน โดยวิธีการสุ่มอย่างง่าย (simple random sampling)

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นเนื้อหาวิชาเคมี เรื่อง สมบัติของธาตุและสารประกอบ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ซึ่งผู้วิจัยได้เลือกเนื้อหาในส่วนที่ควรมีกิจกรรมการทดลองมา 4 เรื่อง จากเนื้อหาทั้งหมดของเรื่อง สมบัติของธาตุและสารประกอบ โดยเนื้อหาที่นำมาจัดกิจกรรมการทดลองในห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน ประกอบด้วย การทดลองที่ 1 ปฏิกริยาของโซเดียมและแมกนีเซียมกับน้ำการทดลองที่ 2 การละลายน้ำของสารประกอบของธาตุ หมู่ IA และหมู่ IIA การทดลองที่ 3 การศึกษาสมบัติของสารประกอบของโครเมียมและแมงกานีส และการทดลองที่ 4 การเตรียมสารประกอบเชิงซ้อนของทองแดง

ระยะเวลาในการวิจัย

ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองใช้ห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน เรื่องสมบัติของธาตุและสารประกอบกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง เป็นระยะเวลา 2 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 คาบ รวมจำนวน 6 คาบ

ตัวแปรที่ศึกษา

1.1 ตัวแปรอิสระ (Independent Variables) ได้แก่

1.1.1 การจัดการเรียนรู้ด้วยห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน เรื่องสมบัติของธาตุและสารประกอบ

2.2 ตัวแปรตาม (Dependent Variables) ได้แก่

2.2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี

2.2.2 ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน เรื่องสมบัติของธาตุและสารประกอบ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ ได้แก่

1. ห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน เรื่อง สมบัติของธาตุและสารประกอบ
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องสมบัติของธาตุและสารประกอบ
3. แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน เรื่องสมบัติของธาตุและสารประกอบ

การวิเคราะห์ข้อมูล

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์และประเมินผลการทดลองของการวิจัย เรื่องการพัฒนาห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน เรื่องสมบัติของธาตุและสารประกอบ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ดังนี้

1. ประเมินความเหมาะสมของห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน โดยการวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย (\bar{x}), ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)
2. การวิเคราะห์หาระดับความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สมบัติของธาตุและสารประกอบ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้สูตร KR-20 ของ Kuder-Richardson และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการวิเคราะห์หาค่า t-test Dependent Samples
3. การวิเคราะห์ผลความพึงพอใจที่มีต่อห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน เรื่องสมบัติของธาตุและสารประกอบ โดยวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย (\bar{x}) และการหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

สรุปผลการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน เรื่องสมบัติของธาตุและสารประกอบ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

1. ผลการหาประสิทธิภาพของห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน เรื่องสมบัติของธาตุและสารประกอบ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีค่าเท่ากับ 84.22/81.33 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้
2. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน เรื่องสมบัติของธาตุและสารประกอบ พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05
3. ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน เรื่องสมบัติของธาตุและสารประกอบ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่าอยู่ในระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.16 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 0.71

อภิปรายผล

จากผลการวิจัย เรื่อง การพัฒนาห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน เรื่องสมบัติของธาตุและสารประกอบ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สามารถนำมาอภิปรายผลการวิจัย ได้ดังนี้

1. ผลการหาประสิทธิภาพของห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน เรื่องสมบัติของธาตุและสารประกอบ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีค่าเท่ากับ 84.22/81.33 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

ผลการวิจัยเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ว่า ห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน เรื่องสมบัติของธาตุและสารประกอบ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 เนื่องจาก ผู้วิจัยได้ดำเนินการออกแบบและพัฒนาห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน เรื่องสมบัติของธาตุและสารประกอบอย่างเป็นระบบ โดยมีการกำหนดจุดมุ่งหมายในการพัฒนาห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง วิเคราะห์เนื้อหาสาระการเรียนรู้ ศึกษารายละเอียดหลักการและวิธีการเกี่ยวกับโปรแกรม วางแผนและดำเนินการสร้างห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน ทั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาสภาพการจัดการเรียนการสอนวิชาเคมี เรื่องสมบัติของธาตุและสารประกอบ ในปัจจุบัน โดยมีการปรึกษาและตรวจสอบแก้ไขจากอาจารย์ที่ปรึกษา รวมทั้งผ่านการประเมินและปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิชาเคมี และผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีการศึกษา เพื่อนำมาใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน เรื่องสมบัติของธาตุและสารประกอบ ให้มีความถูกต้องและเหมาะสมกับการเรียนรู้ของผู้เรียนกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาได้ให้ข้อเสนอแนะ เช่น ควรจัดกิจกรรมให้มีความหลากหลายเพื่อให้นักเรียนได้ฝึกทักษะการคิดและเกิดความสนุกสนานในการเรียนมากกว่าการให้นักเรียนทำการทดลองตามแบบฝึกหัดเพียงอย่างเดียว เช่น การจัดกิจกรรมสถานการณ์จำลองให้นักเรียนออกแบบการทดลองด้วยตนเอง และผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีการศึกษาได้ให้ข้อเสนอแนะเพื่อนำมาปรับปรุงห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน เช่น ควรปรับสีตัวอักษรและพื้นหลังของตัวอักษรให้มีความเหมาะสมน่าสนใจ และปรับขนาดตัวอักษรให้มีความเหมาะสม จากนั้นผู้วิจัยได้ทำการปรับปรุงข้อบกพร่องตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิชาเคมี และผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีการศึกษา ทำให้ได้ห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน เรื่องสมบัติของธาตุและสารประกอบ ที่สมบูรณ์มากขึ้น แล้วจึงนำไปใช้ทดลองหาประสิทธิภาพกับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างตามขั้นตอน คือ ทดลองแบบรายบุคคลหรือแบบเดี่ยว (One – to - One Try Out) และแบบกลุ่มย่อย (Small Group Try Out) จึงทำให้ได้ห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน เรื่องสมบัติของธาตุและสารประกอบที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของสุรพล บุญลือ (2550) ได้ทำการวิจัย เรื่อง การพัฒนารูปแบบการสอนโดยใช้ห้องเรียนเสมือนจริงแบบใช้ปัญหาเป็นหลักในระดับอุดมศึกษา ผลการศึกษาค้นคว้าพบว่า รูปแบบการสอนโดยใช้ห้องเรียนเสมือนจริงแบบใช้ปัญหาเป็นหลักในระดับอุดมศึกษา ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 83.15/81.17

เป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 80/80 สอดคล้องกับงานวิจัยของชัยวัฒน์ เชื้อมั่ง; และวัลลภ คงนะ (2552) ได้ทำการวิจัย เรื่อง การพัฒนาสื่อการสอนห้องปฏิบัติการเคมีเสมือนใช้ในระบบ E-Learning ผลการศึกษาค้นคว้าพบว่า สื่อการสอนห้องปฏิบัติการเคมีเสมือนใช้ในระบบ E-Learning ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 83.48/87.56 ซึ่งเป็นไปตามประสิทธิภาพ 80/80 ที่กำหนดไว้ สอดคล้องกับงานวิจัยของวิทยา ปานเพชร (2554) ได้ทำการวิจัย เรื่องการพัฒนาสื่อแบบการทดลองเสมือน เรื่อง มัลติมีเตอร์ ผลการศึกษาค้นคว้าพบว่า สื่อแบบการทดลองเสมือน เรื่อง มัลติมีเตอร์ ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 83.47/81.19 เป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 80/80 สอดคล้องกับงานวิจัยของสุรจิรา บุญเลิศ (2556) ได้ทำการศึกษาพัฒนาบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่อง สารละลายกรดและเบส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการศึกษาค้นคว้าพบว่า บทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่อง สารละลายกรดและเบส ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 83.17/81.33 ซึ่งเป็นไปตามประสิทธิภาพ 80/80 ที่กำหนดไว้ และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของนรชัย พิทักษ์พรชัย (2557) ได้ทำการวิจัย เรื่องการพัฒนาการทดลองเสมือน เรื่อง การแยกสาร สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการศึกษาค้นคว้าพบว่า การทดลองเสมือน เรื่อง การแยกสาร ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 82.12/80.89 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้

จากผลการวิจัยดังกล่าวข้างต้น แสดงว่าสื่อหรือห้องปฏิบัติเสมือนที่ผ่านการพัฒนาอย่างเป็นระบบ และทดลองหาประสิทธิภาพตามระเบียบวิธีวิจัย ทำให้ได้สื่อหรือห้องปฏิบัติเสมือนที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด และทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้เสมือนกับการเรียนในห้องปฏิบัติการจริง

2. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน เรื่อง สมบัติของธาตุและสารประกอบ พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ผลการวิจัยเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน เรื่อง สมบัติของธาตุและสารประกอบ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สูงกว่าก่อนเรียน เนื่องจากผู้วิจัยได้ทำการศึกษาทฤษฎี เนื้อหา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวิชาเคมี เพื่อทำการรวบรวมและสังเคราะห์ข้อมูลสำคัญไว้เป็นเนื้อหาการทดลองสำหรับห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน โดยในการจัดการเรียนรู้ด้วยห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน เรื่อง สมบัติของธาตุและสารประกอบ นักเรียนจะได้ศึกษาและทำแบบฝึกหัดไปพร้อมๆ กับการใช้ห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน เรื่อง สมบัติของธาตุและสารประกอบ โดยนักเรียนต้องศึกษาขั้นตอนการทดลองและบันทึกผลการทดลองที่ได้ลงในตารางบันทึกผลการทดลอง จากนั้นนักเรียนต้องตอบคำถามท้ายการทดลอง ที่กล่าวมานั้นทำให้นักเรียนได้ฝึกทำการทดลองด้วยตนเอง และยังสามารถใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อีกด้วย จึงทำให้นักเรียนเกิดทักษะการคิด เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองและทำให้เกิด

ความเข้าใจเพิ่มขึ้น และจากการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างการจัดการเรียนรู้ด้วยห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน เรื่องสมบัติของธาตุและสารประกอบ พบว่านักเรียนรู้สึกตื่นเต้นกระตือรือร้น มีความตั้งใจและให้ความสนใจเป็นอย่างดี และรู้สึกว่าตัวเองมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ ทั้งนี้เพราะห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน เรื่องสมบัติของธาตุและสารประกอบถูกออกแบบให้เสมือนห้องปฏิบัติการทดลองจริง นอกจากนี้ผู้วิจัยยังได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับรูปแบบการวัดและประเมินผลที่เหมาะสมกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง โดยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นได้ผ่านการตรวจประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญ และนำไปหาค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนกและค่าความเชื่อมั่นกับนักเรียนในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อให้ได้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่ถูกต้อง ครอบคลุมกับเนื้อหา มีความยากง่ายที่เหมาะสม และมีประสิทธิภาพ พร้อมสำหรับนำไปใช้ทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง จากเหตุผลที่กล่าวมา ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน เรื่องสมบัติของธาตุและสารประกอบ สูงวกว่าก่อนเรียน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ วิทยา ปานเพชร (2554) ได้ทำการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้สื่อแบบการทดลองเสมือน เรื่องมัลติมิเตอร์ ผลการวิจัยพบว่านักศึกษาที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้สื่อแบบการทดลองเสมือน เรื่องมัลติมิเตอร์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และสอดคล้องกับงานวิจัยของจันทร์จิรา แก้วโกย (2555) ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ห้องทดลองเสมือนในการเรียนแบบสืบสอบที่มีการกำหนดแนวทาง ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ห้องทดลองเสมือนในการเรียนแบบสืบสอบที่มีการกำหนดแนวทาง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และสอดคล้องกับงานวิจัยของสุรจิรา บุญเลิศ (2556) ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และยังคงสอดคล้องกับงานวิจัยของ นรชัย พิทักษ์พรชัย (2557) ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยการทดลองเสมือน เรื่องการแยกสาร ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยการทดลองเสมือน เรื่องการแยกสาร มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากผลการวิจัยดังกล่าวข้างต้น จะเห็นได้ว่าการจัดการเรียนรู้ด้วยห้องปฏิบัติการเคมีเสมือนนั้นช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เนื่องจากการจัดการเรียนรู้ด้วยห้องปฏิบัติการเคมีเสมือนช่วยกระตุ้นความสนใจให้ผู้เรียนเกิดความต้องการที่จะเรียนรู้ อีกทั้งผู้เรียนยังสามารถฝึกทำการทดลองกับอุปกรณ์เสมือนจริงด้วยตนเองจนกว่าจะเข้าใจและสามารถฝึกทดลองผิดลองถูกได้โดยไม่จำกัดจำนวนครั้ง และไม่ต้องกังวลในเรื่องของอันตรายที่จะเกิดขึ้นจากการทดลอง เหมือนกับการทำการทดลองในห้องปฏิบัติการจริง ซึ่งสามารถพัฒนาความรู้ และความเข้าใจของนักเรียนได้เป็นอย่างดี โดยจะเห็นได้จากนักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

3. ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน เรื่องสมบัติของธาตุและสารประกอบ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่าอยู่ในระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.16 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 0.71

ผลการวิจัยเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ว่า ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน เรื่องสมบัติของธาตุและสารประกอบ อยู่ในระดับมาก เนื่องจากห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน เรื่องสมบัติของธาตุและสารประกอบ ที่พัฒนาขึ้นมีการออกแบบที่น่าสนใจใช้งานง่ายไม่ยุ่งยากในการเตรียมอุปกรณ์การทดลอง สารเคมี สามารถทำการทดลองได้ทุกที่ที่มีคอมพิวเตอร์ การจัดเนื้อหาการทดลองเหมาะสมกับเวลาเรียน และแสดงผลได้รวดเร็วและถูกต้องช่วยให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจแสดงให้เห็นเป็นรูปธรรมได้โดยการจำลองสถานการณ์ในคอมพิวเตอร์ อีกทั้งผู้เรียนยังสามารถมีปฏิสัมพันธ์กับโปรแกรมได้ด้วยการฝึกทำการทดลองกับอุปกรณ์เสมือนจริงด้วยตนเองจนกว่าจะเข้าใจและสามารถฝึกทดลองผิดลองถูกได้โดยไม่จำกัดจำนวนครั้ง ซึ่งจะเป็นการฝึกให้ผู้เรียนสร้างความคุ้นเคยกับการใช้อุปกรณ์ต่างๆ ในห้องปฏิบัติการจริงโดยผ่านทางห้องปฏิบัติการเสมือนจริงได้อีกด้วย ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง จึงส่งผลให้นักเรียนมีความพึงพอใจมากต่อการเรียนด้วยห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน เรื่องสมบัติของธาตุและสารประกอบ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ สุรพล บุญลือ (2550) เรื่องการพัฒนารูปแบบการสอนโดยใช้ห้องเรียนเสมือนจริงแบบใช้ปัญหาเป็นหลักในระดับอุดมศึกษา พบว่านักศึกษาที่เรียนผ่านห้องเรียนเสมือนจริง มีความพึงพอใจต่อการเรียนการสอนด้วยห้องเรียนเสมือนจริงแบบใช้ปัญหาเป็นหลักในระดับอุดมศึกษาอยู่ในระดับพึงพอใจมาก สอดคล้องกับงานวิจัยของ ศันสนีย์ สังสรรค์อนันต์ (2551) เรื่องการพัฒนาแบบจำลองห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตในวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ ที่พบว่านักศึกษามีความพึงพอใจมากต่อห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตในวิชาฟิสิกส์ สอดคล้องกับงานวิจัยของวิद्याปานเพชร (2554) เรื่องการพัฒนาสื่อแบบการทดลองเสมือน เรื่องมัลติมิเตอร์ พบว่านักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า มีความพึงพอใจอยู่ในระดับพึงพอใจมากต่อสื่อแบบการทดลองเสมือน เรื่องมัลติมิเตอร์ สอดคล้องกับงานวิจัยของ สุรจิรา บุญเลิศ (2556) ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการ

เรียนและความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจต่อบทปฏิบัติการเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบสอยู่ในระดับมาก และงานวิจัยของนรชัย พิทักษ์พรชัย (2557) ได้ทำการพัฒนาการทดลองเสมือน เรื่องการแยกสาร สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการทดลองเสมือน เรื่องการแยกสารอยู่ในระดับมาก

จากผลการวิจัยดังกล่าวข้างต้น จะเห็นได้ว่า นักเรียนมีความพึงพอใจต่อห้องปฏิบัติการเสมือน อยู่ในระดับมาก ซึ่งมาจากการที่ห้องปฏิบัติการเคมีเสมือนช่วยเตรียมความพร้อมให้นักเรียนก่อนทำการทดลองจริง จึงสามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอน เพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง



ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะสำหรับการเรียนการสอนที่อาจเป็นประโยชน์ต่อการปรับปรุงและพัฒนาห้องปฏิบัติการเคมีเสมือนในการทำวิจัยครั้งต่อไป ดังนี้

ข้อเสนอแนะทั่วไป

1. ครูผู้สอนควรมีการอบรมการใช้ห้องปฏิบัติการเคมีเสมือนให้กับนักเรียนทุกคนก่อนการจัดการเรียนด้วยห้องปฏิบัติการเคมีเสมือนในชั้นเรียนจริง เพื่อประหยัดเวลาในการเรียนและลดปัญหาที่จะเกิดขึ้นขณะที่นักเรียนศึกษาการทดลองด้วยห้องปฏิบัติการเคมีเสมือนด้วยตนเอง
2. ห้องปฏิบัติการเคมีเสมือนเป็นสื่อเสริมสำหรับครูผู้สอนใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้กับนักเรียนควบคู่กับการสอนแบบปกติ

ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการพัฒนาห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน ในเนื้อหาวิชาเคมีเรื่องต่างๆ และระดับชั้นอื่นๆ ต่อไป
2. ควรพัฒนาห้องปฏิบัติการเคมีเสมือนให้สามารถใช้งานได้ในรูปแบบการเรียนการสอนบนระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต



รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

กระทรวงศึกษาธิการ, สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2551). **ตัวชี้วัดและสาระ**

**การเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลาง
การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551.** กรุงเทพฯ:

สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา

กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). **ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551.**

กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

กิดานันท์ มลิทอง. (2548). **เทคโนโลยีการศึกษาและนวัตกรรม.** พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ:

ภาควิชาโสตทัศนศึกษา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ครรชิต มาลัยวงศ์. (2540). **รวมคำบรรยาย เพื่อการสร้างวิสัยทัศน์ในงานไอที.** กรุงเทพฯ:

กองบริการสื่อสารสนเทศ ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ.

สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ. กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี
และสิ่งแวดล้อม.

จินตนา กสินันท์. (2555). **การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนผ่านห้องเรียนเสมือนจริงเพื่อ**

เสริมสร้างการจัดการความรู้. ปรินญาณะพนธ์ กศ.ด (เทคโนโลยีการศึกษา). กรุงเทพฯ:

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

จันทร์จิรา แก้วโกย. (2555). “ผลของการใช้ห้องทดลองเสมือนในการเรียนแบบสืบสอบที่มีการ

กำหนดแนวทางที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4.”

วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต สาขาวิชา โสตทัศนศึกษา ภาควิชา หลักสูตรการสอน
และเทคโนโลยีการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ชัยวัฒน์ ไชยพจนพานิช; และปัทมา จันทวิมล. (2546). **ระบบการเรียนการสอนผ่านเครือข่าย**

Vclass, เอกสารประกอบการประชุมเชิงปฏิบัติการ การดำเนินกิจกรรมบนเครือข่าย

สารสนเทศเพื่อพัฒนาการศึกษา ครั้งที่ 10. สืบค้นเมื่อ 9 กรกฎาคม, จาก

<http://www.ait.ac.th>

ชัยวัฒน์ เชื้อมั่ง; และวัลลภ คงนะ (2552). **การพัฒนาสื่อการเรียนการสอนห้องปฏิบัติการเคมี**

เสมือนใช้ในระบบ E-Learning. กรุงเทพฯ: ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และ

คอมพิวเตอร์แห่งชาติกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

- แขง, เรย์มอนด. (2555). **เคมี. เล่ม 1.** (แปลจาก Chemistry 10/e โดยรศ.ดร.ทวีชัย อมรศักดิ์ชัย ผศ.ดร.ยุทธนา ตันติรุ่งโรจน์ชัย ดร.ทินกร เตียนสิงห์ และดร.พรสวรรค์ อมรศักดิ์ชัย) (ครั้งที่ 10). กรุงเทพฯ: แมคกรอ-ฮิล
- ธวัชชัย อติเทพสถิต (2546). “E-Learning กับห้องเรียนเสมือนจริง”.
วารสารวิทยบริการ. 14(2): 62-66.
- นำโชค จิตรแจ้. (2550). “การพัฒนาบทเรียนห้องปฏิบัติการเสมือนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตวิชาปฏิบัติการฟิสิกส์สำหรับนักศึกษาปริญญาตรี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี”.
ปริญญานิพนธ์ ค.ม. (เทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา) นครราชสีมา: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา.
- นรชัย พิทักษ์พรชัย. (2557). “การพัฒนาการทดลองเสมือน เรื่อง การแยกสาร สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2.” วุฒิปริญญานิพนธ์ปริญญาโท สาขาวิชา เทคโนโลยีสารสนเทศ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนอร์ทกรุงเทพ.
- บริษัท เอเชียน ไอ.ที.จำกัด. (ม.ป.ป.). **คู่มือการใช้โปรแกรม Yenka Science (Chemistry).** พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: เอเชียน ไอ.ที.จำกัด.
- บุญเกื้อ ควรหาเวช. (2543). **นวัตกรรมการศึกษา.** พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ: อาร์เอส พรินต์ติ้ง
- บุญชม ศรีสะอาด. (2532). **วิธีการทางสถิติสำหรับการวิจัย.** พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: เจริญผลการพิมพ์.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2530). **การสร้างและพัฒนาแบบทดสอบ.** กรุงเทพฯ: สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- ภพ เลหาทไพบูลย์. (2542). **แนวการสอนวิทยาศาสตร์.** พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช
- มนตรี แยมกสิกร. (2542). **เอกสารประกอบการประชุม นวัตกรรมการศึกษาสำหรับ สหสวรรษหน้า: ห้องเรียนเสมือน.** กรุงเทพฯ
- มนตรี ดวงจิว. (2544). **การสร้างเว็บเพจห้องเรียนเสมือนทางอินเทอร์เน็ต.**
วารสารวิทยบริการ. 12(2): 35-45)
- ยีน ภูววรรณ. (2546). **ไอซีทีเพื่อการศึกษาไทย.** กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น
- ล้วน สายยศ; และอังคณา สายยศ. (2538). **เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา.** พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น
- วนิดา ฉัตรวิราม. (2554). **นวัตกรรมการศึกษาและเทคโนโลยีทางการสอนวิทยาศาสตร์.** กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยรามคำแหง.

- วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี. (2553). **ห้องปฏิบัติการเสมือน**. สืบค้นเมื่อ 15 พฤศจิกายน, จาก <http://th.wikipedia.org/wiki>
- วิชุดา วงศ์เนียม. (2553). “การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตด้วยการทดลองเสมือน 2 มิติวิชาวิทยาศาสตร์เรื่องแรงและความดันสำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 2”. ปรินญาณิพนธ์ คอ.ม. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- วิทยา ปานเพชร. (2554). “การพัฒนาสื่อแบบการทดลองเสมือน เรื่อง มัลติมิเตอร์.” วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ ภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- วิรงรอง วงษ์วัฒน์. (2551). “ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในการศึกษานอกสถานที่แบบการใช้ความเป็นจริงเสมือนกับแบบการใช้ความเป็นจริงเสมือนและการเรียนเป็นคู่.” วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (การสอนและเทคโนโลยีการศึกษา) กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- คันสนีย์ สังสรรค์อนันต์. (2551). **การพัฒนาแบบจำลองห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตในวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักศึกษาด้านวิทยาศาสตร์**. เข้าถึงเมื่อ 9 กรกฎาคม, จาก <http://tdc.thailis.or.th>
- สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ. (2558). **ระบบประกาศผล O-NET รายโรงเรียน**. สืบค้นเมื่อ 19 มีนาคม, จาก <http://www.onetresult.niets.or.th/AnnouncementWeb/Login.aspx>
- สุรจิรา บุญเลิศ. (2556). “การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริงเรื่องสารละลายกรดและเบส.” วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาเคมีบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- สุรพล บุญลือ. (2550). “การพัฒนาแบบการสอนโดยใช้ห้องเรียนเสมือนจริงแบบใช้ปัญหาเป็นหลักในระดับอุดมศึกษา.” ปรินญาณิพนธ์ กศ.ด (เทคโนโลยีการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา สำนักคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ. **ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551**. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ. **ยุทธศาสตร์การพัฒนาระดับเด็กและเยาวชนที่มีความสามารถพิเศษ (พ.ศ.2549-2559)**. กรุงเทพฯ: กระทรวงศึกษาธิการ, 2548.
- อรรวรรณ จันทร์ฟู. (2554). “แนวคิดเรื่อง พันธะเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม.” วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- อุทัย ภิรมย์รัตน์. (2540). **การจัดห้องเรียนเสมือนจริง**. สืบค้นเมื่อ 22 ธันวาคม, จาก http://www.st.ac.th/av/inno_virtclass.htm
- อุบลวดี อติเรกตระกูล. (2556) **การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิชาเคมี เรื่องปริมาณสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการจัดการเรียนรู้แบบกระตือรือร้นกับแบบปกติ**. สืบค้นเมื่อ 22 ธันวาคม, จาก http://www.education.tru.ac.th/research_1413948965
- ฤทธิชัย อ่อนมิ่ง. (2547). **ห้องเรียนเสมือนในสาหรานุกรมศึกษาศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. กรุงเทพฯ: พ.ศ. พัฒนา.**

ภาษาอังกฤษ

- Fan Y, Lin J, San 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.
- Garner, Lesley Cochran. (2004). **Field Trips and Their Effect on student Achievement in and Attitudes toward Science: A Comparison of a Physical Versus a Virtual Field Trip to the Indian River Lagoon (Florida)**. Retrieved March 11, 2015, from <http://www.lib.umi.com/dissertations/fullcit/3122261>
- Good, C.V. (1973). **Dictionary of Education**. 2nd ed. New York: McGraw-Hill
- 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, Starr R. (1993). Correlates of Learning in a Virtual Classroom. **International Journal of Man-Machine Studies**. 39: 71-98

- Hsu, San. ;& Pandya, Abhi. (1998). **Yet Another Virtual Classroom over the Internet**. Retrieved March 20, 2015, from <http://fie.engrng.pitt.edu/fie98/papers/1141.pdf>
- Hueners, Deana. (2003). **Computer Technology's Impact on College Composition**. Retrieved March 11, 2015, from <http://www.lib.umi.com/dissertations/fullcit/1417443>
- Murray, Marshall R. (2004). **An Exploration of the Kinesthetic Learning and Virtual Reality in a Web Environment (Brazil)**. Retrieved March 20, 2014, from <http://www.lib.umi.com/dissertations/fullcit/3129431>
- Reimer, Kelly.;& Moyer, Patricia S. (2005). Third-Graders Learn About Fractions Using Virtual Manipulative: A Classroom Study. **The Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching**. 24(1): 5-25. Retrieved March 20, 2015, from http://vnweb.hwwilsonweb.com/hww/shared/shared_main.jhtml;jsessionid=AWJHLIWK54JZQA3DILCFGADUNGIIV0?_requestid=107922
- 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.
- Thomson, J. (1996). **The California Virtual University**. Retrieved March 20, 2015, from <http://www.id.ucsb.edu/detche/library/distance/calif/calvu.html>
- Turoff, M. (1995). **Designing a Virtual Classroom**. Retrieved March 20, 2015, from <http://www.njit.edu/njit/Department/CCCC/VC/Papers/Design.html>





รายนามผู้เชี่ยวชาญที่ตรวจสอบเครื่องมือ

ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา

1. นายพัฒนาการ จิตรมิตร
ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนบ้านนา “นายกพิทยากร” จังหวัดนครนายก
2. นายวิวัฒน์ อุทัยกุล
ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนบ้านนา “นายกพิทยากร” จังหวัดนครนายก
3. นางเกศกนก นันตา
ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนบ้านนา “นายกพิทยากร” จังหวัดนครนายก

ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีการศึกษา

1. นายศุภชัย แดงอ่อน
ครูชำนาญการ โรงเรียนบ้านนา “นายกพิทยากร” จังหวัดนครนายก
2. นางสาวพิรานันท์ ประดู่
ครูชำนาญการ โรงเรียนบ้านนา “นายกพิทยากร” จังหวัดนครนายก
3. นางสาวภัทรภร มั่นเพชร
ครูชำนาญการ โรงเรียนบ้านนา “นายกพิทยากร” จังหวัดนครนายก





ภาคผนวก ข
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

- แบบประเมินคุณภาพห้องปฏิบัติการเคมีเสมือนสำหรับผู้เชี่ยวชาญ ด้านเนื้อหา
- แบบประเมินคุณภาพห้องปฏิบัติการเคมีเสมือนสำหรับผู้เชี่ยวชาญ ด้านเทคโนโลยีการศึกษา
- แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- แบบสอบถามความพึงพอใจ

**ประเมินคุณภาพของห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน เรื่องสมบัติของธาตุและสารประกอบ
(สำหรับผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา)**

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านมากที่สุด โดยใช้เกณฑ์ในการประเมิน ดังนี้

- | | | |
|---|---------|--------------------------------------|
| 5 | หมายถึง | มีความคิดเห็นอยู่ในระดับ ดีมาก |
| 4 | หมายถึง | มีความคิดเห็นอยู่ในระดับ ดี |
| 3 | หมายถึง | มีความคิดเห็นอยู่ในระดับ ปานกลาง |
| 2 | หมายถึง | มีความคิดเห็นอยู่ในระดับ พอใช้ |
| 1 | หมายถึง | มีความคิดเห็นอยู่ในระดับ ควรปรับปรุง |

รายการ	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
1. เนื้อหาการทดลองมีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้					
2. เนื้อหาการทดลองมีความถูกต้องและชัดเจน					
3. ความสมบูรณ์ของเนื้อหาการทดลอง					
4. เนื้อหาการทดลองมีความเหมาะสมกับวัยของนักเรียน					
5. การใช้ภาษาในเนื้อหาการทดลองถูกต้องเหมาะสม					
6. ความเหมาะสมของเวลาที่ใช้ศึกษากับเนื้อหาการทดลอง					
7. ความสอดคล้องของใบกิจกรรมกับเนื้อหาการทดลอง					
8. ความเหมาะสมด้านเนื้อหาโดยรวมของการทดลองเรื่องสมบัติของธาตุและสารประกอบ					

ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

ลงชื่อ

(.....)

...../...../.....

**ประเมินคุณภาพของห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน เรื่องสมบัติของธาตุและสารประกอบ
(สำหรับผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีการศึกษา)**

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านมากที่สุด โดยใช้เกณฑ์ในการประเมิน ดังนี้

5	หมายถึง	มีความคิดเห็นอยู่ในระดับ ดีมาก
4	หมายถึง	มีความคิดเห็นอยู่ในระดับ ดี
3	หมายถึง	มีความคิดเห็นอยู่ในระดับ ปานกลาง
2	หมายถึง	มีความคิดเห็นอยู่ในระดับ พอใช้
1	หมายถึง	มีความคิดเห็นอยู่ในระดับ ควรปรับปรุง

รายการ	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
1. ความถูกต้องของภาษาที่ใช้ในห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน					
2. สีของภาพ และตัวอักษรที่ใช้ในห้องปฏิบัติการเคมีเสมือนมีความเหมาะสม					
3. รูปภาพที่ใช้ประกอบในห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน สามารถสื่อความหมายและมีความสอดคล้องกับเนื้อหา					
4. ความน่าสนใจของภาพที่ใช้ประกอบในห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน					
5. ขนาดตัวอักษร และรูปแบบของตัวอักษรที่ใช้ประกอบห้องปฏิบัติการเคมีเสมือนมีความเหมาะสม					
6. ความน่าสนใจของการออกแบบห้องปฏิบัติการเคมีเสมือนโดยภาพรวม					
7. ห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน แสดงผลการทดลองถูกต้อง					
8. ห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน แสดงผลได้รวดเร็ว					

ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะ

.....

ลงชื่อ

(.....)

...../...../.....

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องสมบัติของธาตุและสารประกอบ

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

จำนวน 20 ข้อ คะแนนเต็ม 20 คะแนน เวลา 50 นาที

คำชี้แจง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้อง โดยทำเครื่องหมาย **X** ลงในกระดาษคำตอบ

- สารประกอบ x มีสถานะเป็นของแข็ง จุดเดือดและจุดหลอมสูง นำไฟฟ้าได้เมื่อหลอมเหลว x คือสารประกอบในข้อใด

ก. NaCl	ข. $AlCl_3$
ค. $SiCl_4$	ง. PCl_3
- เมื่อนำสารประกอบ NaO_2 ละลายน้ำ จะเกิดเป็นสารประกอบชนิดใด

ก. สารประกอบไฮดรอกไซด์	ข. สารประกอบออกไซด์
ค. สารประกอบไฮดรอกไซด์	ง. ไม่มีข้อถูก
- “สารประกอบออกไซด์ ส่วนใหญ่มีสถานะเป็นของแข็ง มีจุดเดือดและจุดหลอมสูง นำไฟฟ้าได้ดีเมื่อหลอมเหลว” จากข้อความที่กล่าวมา ไม่ใช่ สมบัติของสารประกอบใดต่อไปนี้

ก. LiO	ข. N_2O_5
ค. Na_2O	ง. MgO
- “สารประกอบออกไซด์ ส่วนใหญ่มีสถานะเป็นของเหลวหรือแก๊ส มีจุดเดือดและจุดหลอมต่ำ” จากข้อความที่กล่าวมา เป็นสมบัติของสารประกอบใดต่อไปนี้

ก. N_2O_5	ข. B_2O_3
ค. SO_2	ง. ข้อ ก. และ ข. ถูกต้อง
- ข้อใดเรียงลำดับแนวโน้มความเป็นกรดของสารประกอบออกไซด์ จากน้อยไปมากได้ถูกต้อง

ก. Li_2O B_2O_3 CO_2	ข. CO_2 Li_2O BeO
ค. B_2O_3 CO_2 Li_2O	ง. BeO CO_2 B_2O_3
- ข้อใดกล่าวถึงสมบัติของ โลหะแอลคาไล ได้ถูกต้อง

ก. เป็นของแข็ง แต่จัดว่าเป็นประเภทโลหะอ่อน สามารถตัดด้วยมีดได้ง่าย
ข. ทำปฏิกิริยากับน้ำ เกิดปฏิกิริยารุนแรง และติดไฟได้
ค. ละลายน้ำมีสมบัติเป็นกรด
ง. ข้อ ก. และ ข. ถูกต้อง
- ธาตุ M ทำปฏิกิริยากับน้ำ เกิดปฏิกิริยาอย่างรุนแรง และติดไฟได้ M คือธาตุใด

ก. Be	ข. Ca
ค. Sr	ง. Rb

พิจารณาผลการทดลองต่อไปนี้ แล้วตอบคำถามข้อ 14-16

“สารละลายผสมระหว่าง MgCl_2 กับ NaCl และ MgCl_2 กับ KNO_3 สังเกตไม่เกิดการเปลี่ยนแปลง สำหรับสารละลายที่ผสมกันแล้วมีตะกอนเกิดขึ้น เช่น MgCl_2 กับ Na_2CO_3 หรือ MgCl_2 กับ Na_2HPO_4 ”

14. ตะกอนที่เกิดขึ้นจากการผสมสารละลาย MgCl_2 กับ Na_2CO_3 ควรเป็นสารใด
 ก. MgCl ข. NaCl
 ค. MgCO_3 ง. NaCO_3
15. ตะกอนที่เกิดขึ้นจากการผสมสารละลาย MgCl_2 กับ Na_2HPO_4 ควรเป็นสารใด
 ก. MgCl ข. NaCl
 ค. MgHPO_4 ง. NaHPO_4
16. จากผลการทดลอง ข้อใดสรุปได้ถูกต้อง
 ก. สารประกอบคาร์บอเนตของธาตุหมู่ IA ไม่ละลายในน้ำ
 ข. สารประกอบคาร์บอเนตของธาตุหมู่ IIA ไม่ละลายในน้ำ
 ค. สารประกอบไฮโดรเจนฟอสเฟตของธาตุหมู่ IA ละลายในน้ำได้
 ง. ข้อ ก. และ ข. ถูกต้อง
17. ข้อใดถูกต้อง
 ก. สารประกอบของธาตุหมู่ IA ทุกชนิดละลายในน้ำได้
 ข. สารประกอบของธาตุหมู่ IIA ทุกชนิดละลายในน้ำได้
 ค. สารประกอบคลอไรด์ของธาตุหมู่ IIA ไม่ละลายในน้ำ
 ง. ข้อ ข. และ ค. ถูกต้อง
18. ถ้าทำการทดลอง โดยใช้สารละลาย SrCl_2 กับ Na_2SO_4 เข้าด้วยกัน จะได้ผลการทดลองดังข้อใด
 ก. ไม่มีปฏิกิริยาเกิดขึ้น ข. เกิดตะกอน SrSO_4
 ค. เกิดตะกอน NaCl ง. สารละลายเปลี่ยนเป็นสีชมพู
19. ถ้าทำการทดลองโดยใช้สารละลาย BaCl_2 กับ KNO_3 เข้าด้วยกัน จะได้ผลการทดลองดังข้อใด
 ก. ไม่เกิดตะกอน ข. เกิดตะกอน KCl
 ค. เกิดตะกอน BaNO_3 ง. สารละลายเปลี่ยนเป็นสีชมพู

20. ธาตุหมู่ VIIA ละลายน้ำได้เล็กน้อยและให้สีต่างๆ กัน เช่น ใน CCl_4

Cl_2 ใน CCl_4 ไม่มีสี

Br_2 ใน CCl_4 สีส้ม

I_2 ใน CCl_4 สีม่วง

ถ้าทำการทดลองโดยเติมสารละลายคลอรีน ใน CCl_4 (ใสไม่มีสี) ลงในสารละลาย KBr

ข้อใดไม่ใช่ผลการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นจากการทดลอง

ก. ปรากฏเป็นสีส้ม

ข. มี Br_2 เกิดขึ้น

ค. สารละลายผสมแยกเป็น 2 ชั้น

ง. สารละลายใสไม่มีสี



**แบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน
เรื่องสมบัติของธาตุและสารประกอบ**

คำชี้แจง

แบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน เรื่องสมบัติของธาตุและสารประกอบ นี้ มีจุดประสงค์เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาใช้ในการปรับปรุงแก้ไขห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน เรื่องสมบัติของธาตุและสารประกอบ และนำห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน เรื่องสมบัติของธาตุและสารประกอบ มาใช้ในการจัดการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น จึงใคร่ขอความร่วมมือจากนักเรียนทำแบบประเมินนี้ตามความเป็นจริงที่ตรงกับความพึงพอใจของนักเรียนมากที่สุดในแต่ละช่องความพึงพอใจ มีความหมายดังนี้

- | | | |
|---|---------|-------------------|
| 5 | หมายถึง | พึงพอใจมากที่สุด |
| 4 | หมายถึง | พึงพอใจมาก |
| 3 | หมายถึง | พึงพอใจปานกลาง |
| 2 | หมายถึง | พึงพอใจน้อย |
| 1 | หมายถึง | พึงพอใจน้อยที่สุด |

ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน เรื่องสมบัติของธาตุและสารประกอบ ตามความเป็นจริงมากที่สุด

รายการ	ระดับความพึงพอใจ				
	5	4	3	2	1
1. ห้องปฏิบัติการเคมีเสมือนช่วยเตรียมความพร้อมให้นักเรียนก่อนทำการทดลองจริง					
2. ห้องปฏิบัติการเคมีเสมือนช่วยให้นักเรียนสามารถทำความเข้าใจเนื้อหาทฤษฎีเกี่ยวกับการทดลองได้ด้วยตนเอง					
3. ห้องปฏิบัติการเคมีเสมือนสามารถย้อนกลับไปศึกษาในหัวข้อที่ไม่เข้าใจได้ตลอดตามความต้องการของนักเรียน					
4. ห้องปฏิบัติการเคมีเสมือนให้ความรู้ที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันของนักเรียนได้					
5. ห้องปฏิบัติการเคมีเสมือนมีภาพเคลื่อนไหวช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับปฏิกิริยาเคมีของธาตุและสารประกอบมากขึ้น					
6. ห้องปฏิบัติการเคมีเสมือนกระตุ้นให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นที่จะเรียนรู้วิชาเคมีมากขึ้น					

รายการ	ระดับความพึงพอใจ				
	5	4	3	2	1
7. ห้องปฏิบัติการเคมีเสมือนช่วยให้นักเรียนสนุกสนานเพราะสามารถเลือก ศึกษาและทบทวนความรู้ได้ด้วยตนเองตามความสามารถ					
8. ห้องปฏิบัติการเคมีเสมือนช่วยเสริมสร้างการเรียนรู้ด้วยการคิดอย่างเป็น ระบบและความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน					
9. ห้องปฏิบัติการเคมีเสมือนมีความเหมาะสมกับวัยของนักเรียน					
10. ห้องปฏิบัติการเคมีเสมือนใช้งานง่ายไม่ซับซ้อนสะดวกต่อการเรียนรู้ของ นักเรียน					

ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....





ภาคผนวก ค

การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

- ผลการหาดัชนีความสอดคล้อง
- การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพ ของห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน
- ค่าความยากง่าย อำนาจจำแนกและค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

สรุปผลการหาดัชนีความสอดคล้อง

ตารางที่ 14 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าความสอดคล้องของห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน เรื่องสมบัติของธาตุและสารประกอบ สำหรับผู้เชี่ยวชาญ (ด้านเนื้อหา)

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ			ค่า IOC	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
1. เนื้อหาการทดลองมีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
2. เนื้อหาการทดลองมีความถูกต้องและชัดเจน	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
3. ความสมบูรณ์ของเนื้อหาการทดลอง	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
4. เนื้อหาการทดลองมีความเหมาะสมกับวัยของนักเรียน	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
5. การใช้ภาษาในเนื้อหาการทดลองถูกต้องเหมาะสม	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
6. ความเหมาะสมของเวลาที่ใช้ศึกษากับเนื้อหาการทดลอง	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
7. ความสอดคล้องของใบกิจกรรมกับเนื้อหาการทดลอง	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
8. ความเหมาะสมด้านเนื้อหาโดยรวมของการทดลองเรื่องสมบัติของธาตุและสารประกอบ	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้

ตารางที่ 15 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าความสอดคล้องของห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน เรื่องสมบัติของธาตุและสารประกอบ สำหรับผู้เชี่ยวชาญ (ด้านเทคโนโลยีการศึกษา)

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ			ค่า IOC	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
1. ความถูกต้องของภาษาที่ใช้ในห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
2. สีของภาพ และตัวอักษรที่ใช้ในห้องปฏิบัติการเคมีเสมือนมีความเหมาะสม	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
3. รูปภาพที่ใช้ประกอบในห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน สามารถสื่อความหมายและมีความสอดคล้องกับเนื้อหา	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
4. ความน่าสนใจของภาพที่ใช้ประกอบในห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
5. ขนาดตัวอักษร และรูปแบบของตัวอักษรที่ใช้ประกอบห้องปฏิบัติการเคมีเสมือนมีความเหมาะสม	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
6. ความน่าสนใจของการออกแบบห้องปฏิบัติการเคมีเสมือนโดยภาพรวม	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
7. ห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน แสดงผลการทดลองถูกต้อง	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
8. ห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน แสดงผลได้รวดเร็ว	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้

ตารางที่ 16 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าความสอดคล้องของแบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อการเรียน
ด้วยห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน เรื่องสมบัติของธาตุและสารประกอบ

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ			ค่า IOC	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
1. ห้องปฏิบัติการเคมีเสมือนช่วยเตรียมความพร้อมให้นักเรียนก่อนทำการทดลองจริง	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
2. ห้องปฏิบัติการเคมีเสมือนช่วยให้นักเรียนสามารถทำความเข้าใจเนื้อหา ทฤษฎีเกี่ยวกับการทดลองได้ด้วยตนเอง	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
3. ห้องปฏิบัติการเคมีเสมือนสามารถย้อนกลับไปศึกษาในหัวข้อที่ไม่เข้าใจได้ตลอดตามความต้องการของนักเรียน	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
4. ห้องปฏิบัติการเคมีเสมือนให้ความรู้ที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันของนักเรียนได้	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
5. ห้องปฏิบัติการเคมีเสมือนมีภาพเคลื่อนไหวช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับปฏิกิริยาเคมีของธาตุและสารประกอบมากขึ้น	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
6. ห้องปฏิบัติการเคมีเสมือนกระตุ้นให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นที่จะเรียนรู้วิชาเคมีมากขึ้น	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
7. ห้องปฏิบัติการเคมีเสมือนช่วยให้นักเรียนสนุกสนานเพราะสามารถเลือกศึกษาและทบทวนความรู้ได้ด้วยตนเองตามความสามารถ	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
8. ห้องปฏิบัติการเคมีเสมือนช่วยเสริมสร้างการเรียนรู้ด้วยการคิดอย่างเป็นระบบและความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
9. ห้องปฏิบัติการเคมีเสมือนมีความเหมาะสมกับวัยของนักเรียน	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
10. ห้องปฏิบัติการเคมีเสมือนใช้งานง่ายไม่ซับซ้อน สะดวกต่อการเรียนรู้ของนักเรียน	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้

ตารางที่ 17 แสดงการวิเคราะห์ค่าความสอดคล้องแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน *IOC
(Index Objective Congruency) ต้องมีค่าดัชนีไม่ต่ำกว่า 0.5

ข้อ	ผู้เชี่ยวชาญ			IOC	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
2	+1	+1	0	0.67	ใช้ได้
3	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
4	+1	+1	0	0.67	ใช้ได้
5	+1	+1	0	0.67	ใช้ได้
6	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
7	+1	0	0	0.33	คัดออก
8	+1	+1	0	0.67	ใช้ได้
9	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
10	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
11	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
12	0	+1	+1	0.67	ใช้ได้
13	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
14	0	+1	+1	0.67	ใช้ได้
15	+1	0	+1	0.67	ใช้ได้
16	0	+1	0	0.33	คัดออก
17	0	+1	+1	0.67	ใช้ได้
18	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
19	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
20	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้

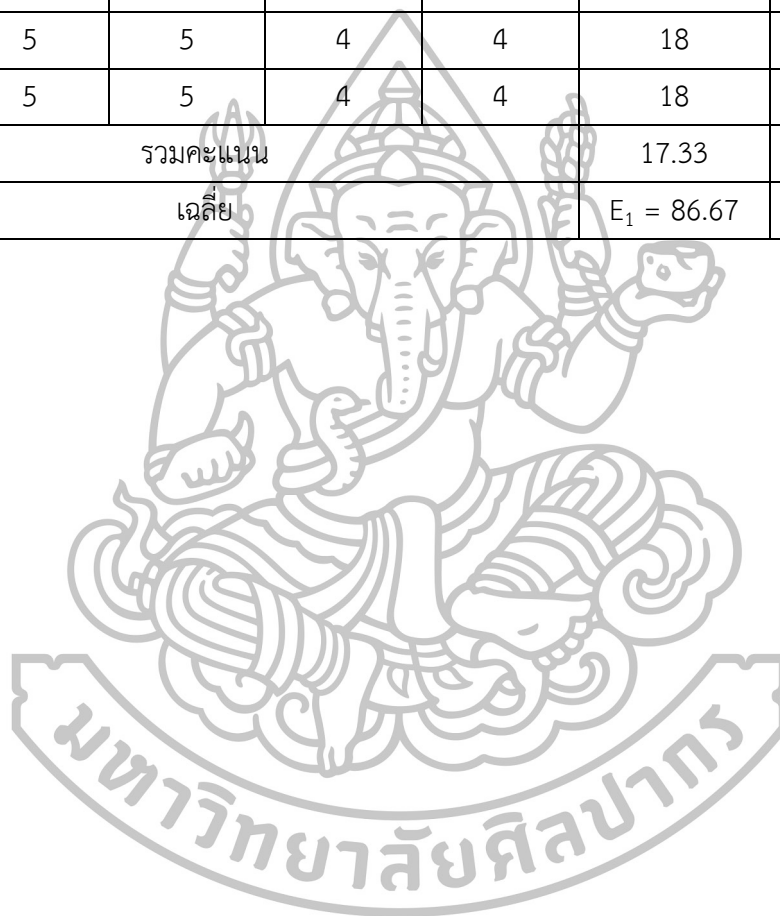
ตารางที่ 17 แสดงการวิเคราะห์ค่าความสอดคล้องแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน *IOC
(Index Objective Congruency) ต้องมีค่าดัชนีไม่ต่ำกว่า 0.5 (ต่อ)

ข้อ	ผู้เชี่ยวชาญ			IOC	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
21	+1	+1	0	0.67	ใช้ได้
22	+1	0	+1	0.67	ใช้ได้
23	0	+1	0	0.33	คัดออก
24	+1	0	+1	0.67	ใช้ได้
25	+1	0	+1	0.67	ใช้ได้
26	0	+1	0	0.33	คัดออก
27	+1	0	+1	0.67	ใช้ได้
28	0	0	+1	0.33	คัดออก
29	+1	0	+1	0.67	ใช้ได้
30	+1	0	+1	0.67	ใช้ได้
31	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
32	0	0	+1	0.33	คัดออก
33	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
34	+1	0	+1	0.67	ใช้ได้
35	+1	0	+1	0.67	ใช้ได้
36	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
37	+1	0	+1	0.67	ใช้ได้
38	+1	0	+1	0.67	ใช้ได้
39	+1	0	0	0.33	คัดออก
40	+1	0	0	0.33	คัดออก

จากตาราง ข้อสอบที่ได้มีค่า IOC ระหว่าง 0.67-1.00

ตารางที่ 18 ผลการหาประสิทธิภาพของห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน เรื่องสมบัติของธาตุและสารประกอบ ตามเกณฑ์ 80/80 กับนักเรียนรายบุคคล (One – to - One Try Out)

นักเรียน คนที่	คะแนนทดสอบระหว่างเรียน				รวมคะแนน ระหว่างเรียน (20 คะแนน)	รวมคะแนน หลังเรียน (20 คะแนน)
	การทดลอง ที่ 1	การทดลอง ที่ 2	การทดลอง ที่ 3	การทดลอง ที่ 4		
1	5	4	3	4	16	16
2	5	5	4	4	18	18
3	5	5	4	4	18	16
รวมคะแนน					17.33	16.67
เฉลี่ย					$E_1 = 86.67$	$E_2 = 83.33$



ตารางที่ 19 ผลการหาประสิทธิภาพของห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน เรื่องสมบัติของธาตุและสารประกอบ ตามเกณฑ์ 80/80 กับนักเรียนแบบกลุ่มย่อย (Small Group Try Out)

นักเรียน คนที่	คะแนนทดสอบระหว่างเรียน				รวมคะแนน ระหว่างเรียน (20 คะแนน)	รวมคะแนน หลังเรียน (20 คะแนน)
	การทดลอง ที่ 1	การทดลอง ที่ 2	การทดลอง ที่ 3	การทดลอง ที่ 4		
1	4	4	3	4	15	16
2	5	4	4	5	18	16
3	4	5	3	4	16	15
4	5	4	4	5	18	18
5	5	4	4	5	18	18
6	5	4	4	5	18	19
7	4	4	3	4	15	16
8	5	5	3	4	17	14
9	5	5	3	4	17	17
รวมคะแนนเฉลี่ย					16.89	16.56
					$E_1 = 84.44$	$E_2 = 82.78$



ตารางที่ 20 แสดงค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ข้อที่	ค่าความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	ผลการวิเคราะห์ข้อสอบ
1	0.45	0.20	ใช้ได้
2	0.53	0.35	ใช้ได้
3	0.58	0.35	ใช้ได้
4	0.65	0.20	ใช้ได้
5	0.68	0.35	ใช้ได้
6	0.65	0.20	ใช้ได้
7	0.68	0.55	ใช้ได้
8	0.80	0.20	ใช้ได้
9	0.58	0.25	ใช้ได้
10	0.65	0.30	ใช้ได้
11	0.58	0.25	ใช้ได้
12	0.68	0.45	ใช้ได้
13	0.60	0.30	ใช้ได้
14	0.45	0.20	ใช้ได้
15	0.45	0.10	ตัดทิ้ง
16	0.55	0.10	ตัดทิ้ง
17	0.65	0.10	ตัดทิ้ง
18	0.48	0.25	ใช้ได้
19	0.43	0.45	ใช้ได้
20	0.48	0.25	ใช้ได้
21	0.53	0.35	ใช้ได้
22	0.48	0.25	ใช้ได้
23	0.53	0.25	ใช้ได้
24	0.60	0.20	ใช้ได้
25	0.60	0.20	ใช้ได้

ตารางที่ 20 แสดงค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ต่อ)

ข้อที่	ค่าความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	ผลการวิเคราะห์ข้อสอบ
26	0.55	0.20	ใช้ได้
27	0.65	0.20	ใช้ได้
28	0.65	0.10	ตัดทิ้ง
29	0.45	0.30	ใช้ได้
30	0.55	0.30	ใช้ได้
31	0.55	0.40	ใช้ได้
32	0.65	0.30	ใช้ได้

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องสมบัติของธาตุและสารประกอบที่ผ่านเกณฑ์ ต้องมีค่าความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง 0.2 ถึง 0.8 และค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป ซึ่งได้แบบทดสอบที่ผ่านเกณฑ์ จำนวน 28 ข้อ



ตารางที่ 21 แสดงค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

คนที่	คะแนนที่ได้ (X)	(X ²)	คนที่	คะแนนที่ได้ (X)	(X ²)
1	26	676	21	18	324
2	26	676	22	18	324
3	25	625	23	18	324
4	25	625	24	17	289
5	25	625	25	17	289
6	24	576	26	15	225
7	23	529	27	15	225
8	23	529	28	15	225
9	23	529	29	15	225
10	23	529	30	15	225
11	22	484	31	14	196
12	22	484	32	13	169
13	22	484	33	13	169
14	22	484	34	12	144
15	22	484	35	12	144
16	21	441	36	12	144
17	20	400	37	11	121
18	19	361	38	10	100
19	19	361	39	10	100
20	19	361	40	10	100
$\Sigma x = 731$					
$\Sigma x^2 = 14325$					
$\Sigma pq = 7.60$					

การหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบโดยใช้สูตร KR-20 ของ Kuder-Richardson

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

$$S^2 = 24.77$$

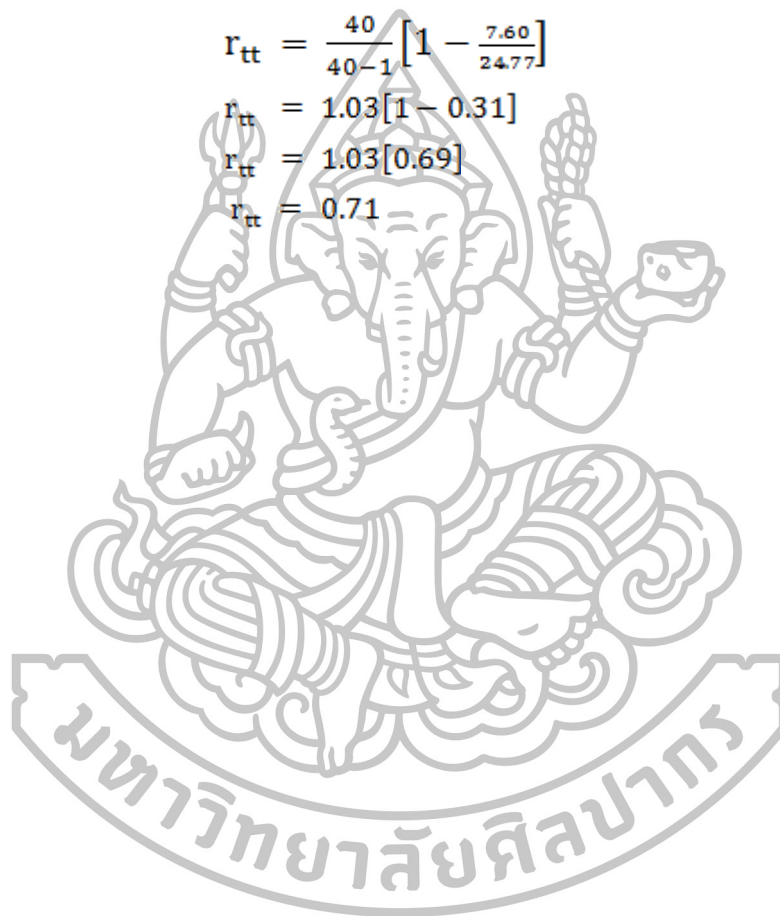
$$r_{tt} = \frac{k}{k-1} \left[1 - \frac{\sum pg}{S^2} \right]$$

$$r_{tt} = \frac{40}{40-1} \left[1 - \frac{7.60}{24.77} \right]$$

$$r_{tt} = 1.03 [1 - 0.31]$$

$$r_{tt} = 1.03 [0.69]$$

$$r_{tt} = 0.71$$





ภาคผนวก ง

ผลการประเมินคุณภาพ

- ผลการประเมินคุณภาพของห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน โดยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา
- ผลการประเมินคุณภาพของห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน โดยผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีการศึกษา

ตารางที่ 22 แสดงผลการประเมินคุณภาพของห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน เรื่องสมบัติของธาตุและสารประกอบโดยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา

ข้อ	รายการประเมิน	\bar{x}	S.D.	แปลผล
1.	เนื้อหาการทดลองมีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5.00	0.00	มากที่สุด
2.	เนื้อหาการทดลองมีความถูกต้องและชัดเจน	4.67	0.58	มากที่สุด
3.	ความสมบูรณ์ของเนื้อหาการทดลอง	4.33	0.58	มาก
4.	เนื้อหาการทดลองมีความเหมาะสมกับวัยของนักเรียน	4.33	0.58	มาก
5.	การใช้ภาษาในเนื้อหาการทดลองถูกต้องเหมาะสม	4.33	0.58	มาก
6.	ความเหมาะสมของเวลาที่ใช้ศึกษากับเนื้อหาการทดลอง	4.00	0.00	มาก
7.	ความสอดคล้องของใบกิจกรรมกับเนื้อหาการทดลอง	4.00	0.00	มาก
8.	ความเหมาะสมด้านเนื้อหาโดยรวมของการทดลอง เรื่องสมบัติของธาตุและสารประกอบ	4.33	0.58	มาก
เฉลี่ยรวม		4.38	0.36	มาก

ตารางที่ 23 แสดงผลการประเมินคุณภาพของห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน เรื่องสมบัติของธาตุและสารประกอบโดยผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีการศึกษา

ข้อ	รายการประเมิน	\bar{x}	S.D.	แปลผล
1.	ความถูกต้องของภาษาที่ใช้ในห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน	4.67	0.58	มากที่สุด
2.	สีของภาพ และตัวอักษรที่ใช้ในห้องปฏิบัติการเคมีเสมือนมีความเหมาะสม	5.00	0.00	มากที่สุด
3.	รูปภาพที่ใช้ประกอบในห้องปฏิบัติการเคมีเสมือนสามารถสื่อความหมายและมีความสอดคล้องกับเนื้อหา	5.00	0.00	มากที่สุด
4.	ความน่าสนใจของภาพที่ใช้ประกอบในห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน	4.33	0.58	มาก
5.	ขนาดตัวอักษร และรูปแบบของตัวอักษรที่ใช้ประกอบห้องปฏิบัติการเคมีเสมือนมีความเหมาะสม	4.33	0.58	มาก
6.	ความน่าสนใจของการออกแบบห้องปฏิบัติการเคมีเสมือนโดยภาพรวม	4.33	0.58	มาก
7.	ห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน แสดงผลการทดลองถูกต้อง	4.33	0.58	มาก
8.	ห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน แสดงผลได้รวดเร็ว	5.00	0.00	มากที่สุด
เฉลี่ยรวม		4.63	0.36	มากที่สุด



ภาคผนวก จ
ภาพตัวอย่างห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน

ห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน เรื่องสมบัติของธาตุและสารประกอบ

การทดลองที่ 1 เรื่องปฏิกิริยาของโซเดียมและแมกนีเซียมกับน้ำ

การทดลอง 1 ปฏิกิริยาของโซเดียมและแมกนีเซียมกับน้ำ

หลอดทดลอง 1 หลอดทดลอง 2 บีกเกอร์ 1 บีกเกอร์ 2 0 °C

โซเดียมโซเดียม (โพแทสเซียม) ลวดแมกนีเซียม Phenol H₂O 10 cm³ HCl 0.1 M 2 cm³ NaOH 0.1 M 2 cm³

เริ่มทำการทดลองใหม่

ใส่สารละลาย HCl 0.1 mol/dm³ และสารละลาย NaOH 0.1 mol/dm³ ลงในหลอดทดลอง 1 และ 2 หลอดละ 2 cm³ หยดทีละฟองลงในหลอดทดลองทั้งสอง สังเกตสีของสารละลาย และเก็บสารละลายไว้เพื่อใช้เปรียบเทียบกับสีของสารละลายที่เกิดขึ้นในการทดลองต่อไป

1/3

การทดลองที่ 2 เรื่องการละลายน้ำของสารประกอบของธาตุหมู่ IA และ IIA

การทดลอง 2 การละลายน้ำของสารประกอบของธาตุหมู่ IA และหมู่ IIA

BaCl₂ 1 M 10 cm³ NaCl 1 M 5 cm³ Na₂CO₃ 1 M 5 cm³ Na₃PO₄ 0.88 M 5 cm³ Na₂SO₄ 1 M 5 cm³ KNO₃ 1 M 5 cm³

หลอดทดลอง 1 หลอดทดลอง 2 หลอดทดลอง 3 หลอดทดลอง 4 หลอดทดลอง 5

เริ่มทำการทดลองใหม่

นำสารละลาย BaCl₂ ใส่ลงในหลอดทดลองทั้ง 5 หลอด

1/6

การทดลองที่ 3 เรื่องการศึกษาสมบัติของสารประกอบโครเมียมและแมงกานีส

การทดลอง 3 การศึกษาสมบัติของสารประกอบของโครเมียมและแมงกานีส

เริ่มทำการทดลองใหม่

ตอนที่ 1 สารประกอบของโครเมียม
1. ใส่น้ำละลาย $K_2Cr_2O_7$ 0.1 mol dm^{-3} จำนวน 5 cm^3 ลงในหลอดทดลอง

การทดลองที่ 4 เรื่องการเตรียมสารประกอบเชิงซ้อนของทองแดง

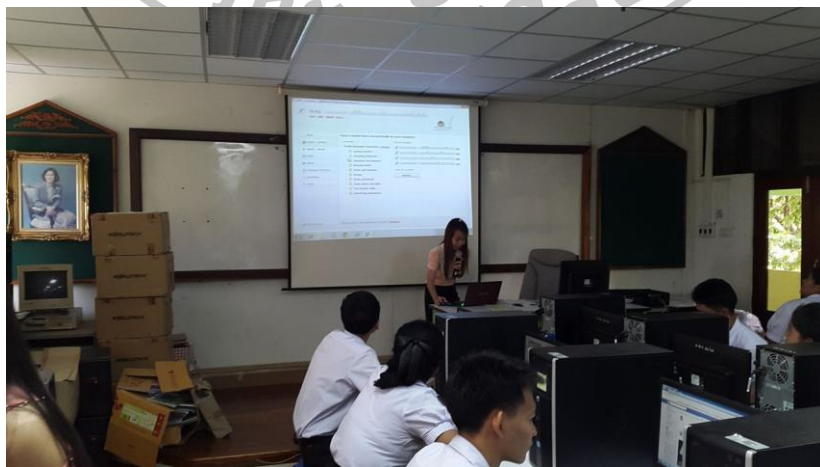
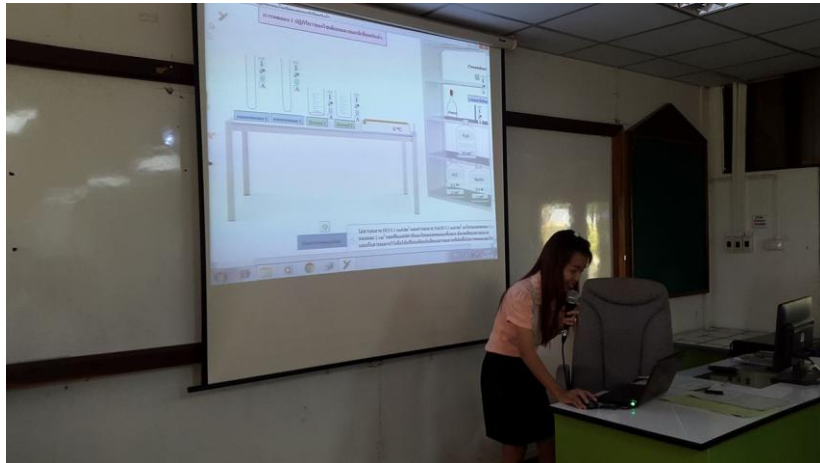
การทดลอง 4 การเตรียมสารประกอบเชิงซ้อนของทองแดง

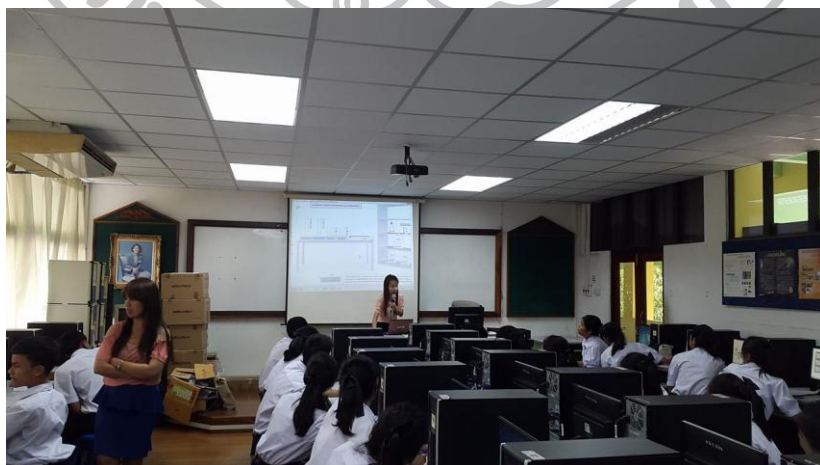
เริ่มทำการทดลองใหม่

1. ละลาย $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ 2 g ในน้ำ 5 cm^3 ในหลอดทดลอง เติมน้ำละลายแอมโมเนีย (NH_3) เข้มข้นลงไป สังเกตการเปลี่ยนแปลงและบันทึกผล

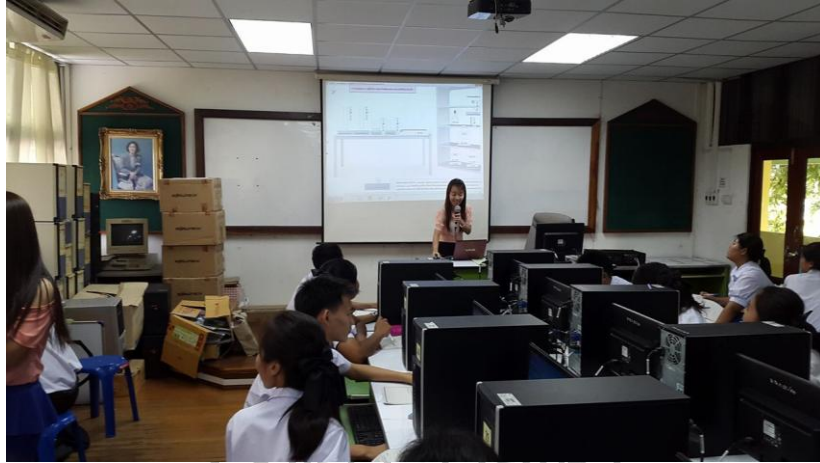


การจัดการเรียนรู้ด้วย ห้องปฏิบัติการเคมีเสมือน เรื่อง สมบัติของธาตุและสารประกอบ











ประวัติย่อผู้วิจัย

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ - สกุล	นางสาวพรนภา อางสว่าง
ที่อยู่	88/138 หมู่ 10 ตำบลบางช้าง อำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐม 73110
ที่ทำงาน	โรงเรียนบ้านนา “นายกพิทยากร” ตำบลบ้านนา อำเภอบ้านนา จังหวัดนครนายก โทรศัพท์ 085-9654075
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2548	สำเร็จการศึกษาชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จากโรงเรียนวัดไร่ขิงวิทยา อำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐม
พ.ศ. 2552	สำเร็จการศึกษาปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (วท.บ.) สาขาวิชาเคมี จากมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
พ.ศ. 2555	สำเร็จการศึกษาประกาศนียบัตรบัณฑิตวิชาชีพครู บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร
พ.ศ. 2556	ศึกษาต่อระดับปริญญาโทบัณฑิต สาขาวิชาสหเวชศาสตร์เพื่อ การศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร
ประวัติการทำงาน	
พ.ศ. 2555 - 2557	ครูผู้ช่วยโรงเรียนบ้านนา “นายกพิทยากร” จังหวัดนครนายก
พ.ศ. 2558 - ปัจจุบัน	ครู คศ. 1 โรงเรียนบ้านนา “นายกพิทยากร” จังหวัดนครนายก